**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ЗНАНИЯ МОЛОДЫХ – БУДУЩЕЕ РОССИИ

**Сборник статей
XXIV Международной студенческой
научной конференции**

Часть 3. Технические науки

**Киров
2026**

УДК 63(063)
З 73

Редакционная коллегия:

Шабалин Н. В. (главный редактор) – врио ректора ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, кандидат исторических наук;
Суханова М. С. (научный редактор) – врио проректора по научной работе и инновациям ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, кандидат биологических наук;
Лопатин О. П. (председатель редакционной коллегии) – и.о. заместителя директора института инженерии и агробиотехнологии по научной работе, доктор технических наук, профессор;
Скорнякова О. О. – и.о. заместителя директора института биологии и ветеринарной медицины по научной работе, кандидат ветеринарных наук, доцент;
Жукова Ю. С. – и.о. заместителя директора по научной работе, кандидат экономических наук, доцент.

З 73 Знания молодых – будущее России : сборник статей XXIV Международной студенческой научной конференции : в 4 ч. Ч. 3. Технические науки. – Киров : Вятский ГАТУ, 2026. – 941 с.

В сборнике научных трудов международной студенческой научной конференции представлены доклады студентов по актуальным вопросам агрономии, ветеринарии, зоотехнии, охотоведения, медицины и техники.

Сборник сверстан без редакторских правок. Ответственность за содержание материалов возлагается на авторов.

© ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2026
© Коллектив авторов, 2026

УДК 633

ПРИМЕНЕНИЕ СПОРЫНЬИ В МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЯХ

Александров А. В. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются материалы фармакологической характеристики лекарственных средств содержащих алкалоиды спорыньи: химический состав, фармакологические свойства, состав и лечебные свойства спорыньи, показания к применению, противопоказания; при каких заболеваниях назначают данные препараты.

Ключевые слова: алкалоиды, спорынья, фармацевтика, сапрофитная культура

Вторичный метаболизм сапрофитно культивируемых микроорганизмов, в том числе мицелиальных грибов традиционно привлекает внимание исследователей, что обусловлен о перспективностью промышленного использования их с целью получения большого разнообразия биологически активных веществ. К таки м соединения м принадлежат различные алкалоиды, терпеновые соединения, полифенолы, гликозиды, специфичны е пептиды и т.д.

Одной из самых изученных и распространенных групп алкалоидов, продуцируемых мицелиальными грибами, являются эргоалкалоиды, или алкалоиды спорыньи. Свое название они получили по тривиальном у наименованию своих основных продуцентов грибовпаразитов злаков из род а Claviceps (ergot, спорынья) [1-3].

В настоящее время эргоалкалоиды занимают важное место в фармацевтической промышленности, так как используются в качестве фармакологических средств разнообразного направления и механизма действия. Считается, что большинство эффектов эргоалкалоидов объясняется их взаимодействием с рецепторам и нейромедиаторов адреналина, норадреналина, дофамина и серотонина.

Основным источником для получения эргоалкалоидов является спорынья пурпуровая (Claviceps purpurea (Fr.) ТиГ). В промышленном производстве гриб спорыньи используется как паразитарная культура и выращивается на посевах ржи. Данный способ имеет ряд существенных недостатков, к примеру, получение только одного урожая склероциев в год и значительная зависимость от погодных условий [4-6].

В настоящее время для получения эргоалкалоидов активно ведутся работы по изучению использования сапрофитной культуры гриба спорыньи.

Получение эргоалкалоидов, основанное на глубинном культивировании сапрофитных штаммов, имеет ряд преимуществ. Данный способ позволяет создать экологически чистое безотходное производство, получать стандартное сырье независимо от времени года, сократить время выращивания сапрофитной культуры, снизить производственные затраты и так далее.

Несмотря на многочисленность ранее проведенных исследований, эффективная технология получения пептидных эргоалкалоидов из сапрофитных культур отсутствует, или охраняется патентами, являясь собственностью коммерческих организаций. В Российской Федерации на сегодняшний день нет промышленных штаммов продуцентов эргоалкалоидов в сапрофитных условиях культивирования.

Учитывая фармакологическую ценность эргоалкалоидов, разработка путей биотехнологического получения алкалоидов спорыньи является важным фактором обеспечения сырьем производства целой группы препаратов в фармацевтической промышленности.

Фармакологические свойства спорыньи определяются ее химическим составом.

Сумма биологически высокоактивных алкалоидов спорыньи в настоящее время является одним из наиболее важных источников создания различных фармакологических средств разнообразного направления и механизма действия. Галеновые препараты спорыньи и ее основные алкалоиды – эрготамин и эргометрин – имеют большое значение для

практической медицины. Основным фармакологическим свойством препаратов спорыньи считается значительное усиление сокращений матки и повышение ее тонуса.

В малых дозах галеновые формы спорыньи и особенно ее алкалоидные препараты (эргометрин, эрготамин, эрготоксин) вызывают в экспериментах на животных отчетливое усиление ритмических сокращений маточной мускулатуры, однако с увеличением доз препаратов начинает проявляться и их тонизирующий эффект, что сначала выражается в уменьшении амплитуды сокращений и повышении мышечного тонуса, а затем наступает резкий спазм гладкой мускулатуры матки.

Необходимо отметить, что препараты спорыньи оказывают в целом тонизирующее влияние на сократительную способность всех гладкомышечных органов, в терапевтических дозах строго избирательно действуют на матку, причем наиболее выраженная избирательность в этом направлении принадлежит эргометрину, но по длительности эффекта на сократительную способность матки первенство все-таки следует отдать эрготоксину и эрготамину.

Немаловажное значение имеют сосудорасширяющие свойства алкалоидов спорыньи, которые в эксперименте на различных видах животных сопровождались повышением АД и рефлекторной брадикардией, а в больших дозах даже приводили к повреждению сосудистого эндотелия, причем у эрготоксина это отрицательное воздействие на сосуды выражается в меньшей степени, чем у других алкалоидов спорыньи.

Алкалоиды спорыньи в эксперименте показали отчетливые адреноблокирующие свойства, однако связанный с этим их сосудорасширяющий эффект, к сожалению, нивелируется прямым сосудосуживающим миотропным действием. В этом отношении выгодно отличаются дигидрированные алкалоиды спорыньи (дигидроэрготамин и дигидроэрготоксин), у которых адренолитическое действие выражено намного сильнее, чем прямое воздействие на гладкую мускулатуру сосудов и матки. В связи с этим они снижают АД вследствие угнетения сосудодвигательного центра и отчасти за счет блокады адренорецепторов сосудистой стенки, а также значительно сильнее стимулируют деятельность центров блуждающих нервов. Наименее отрицательное действие на сосудистую стенку и АД оказывает эргометрин, который к тому же приблизительно в 3–4 раза менее токсичен, чем эрготоксин и эрготамин.

Литература

1. Саитов, А. В. Вынос водного раствора соли из ванны машины выделения спорыньи / А. В. Саитов, Р. Г. Гатауллин, В. Е. Саитов // Вестник Вятского ГАТУ. – 2025. – № 3 (25). – С. 99-104.

2. Саитов, В. Е. Исследование выделения склероций спорыньи из зернового материала в водном растворе соли / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Саитов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 1 (65). – С. 83-88.

3. Саитов, В. Е. Разработка машины для выделения склероций спорыньи из зерна ржи / В. Е. Саитов, Р. Г. Гатауллин, А. В. Саитов // Современные проблемы науки и образования : материалы международных научных конференций, проведенных Академией Естествознания (продолжающееся издание), Москва, 12 октября 2019 года – 03 2020 года. – Москва : Издательский Дом Академии Естествознания, 2020. – Т. 18. – С. 65-66.

4. Установка для отделения спорыньи из зерна ржи / В. А. Сысуев, В. Е. Саитов, Р. Г. Гатауллин, А. В. Саитов // Сельский механизатор. – 2020. – № 9. – С. 16-18.

5. Исследование параметров движения зерна в жидкости устройства для удаления спорыньи / В. А. Сысуев, В. Е. Саитов, В. Г. Фарафонов, А. В. Саитов // Инженерные технологии и системы. – 2019. – Т. 29, № 2. – С. 248-264.

6. Использование солевых растворов для выделения спорыньи из зерна озимой ржи / В. А. Сысуев, В. Е. Саитов, И. А. Устюжанин, А. В. Саитов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 1 (56). – С. 70-73.

УДК 517

ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Андронов А. В. – студент 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены исторические этапы возникновения комплексных чисел, причины их введения и применения.

Ключевые слова: комплексное, мнимое, число, наука, вычисления, математик

Понятие числа является фундаментальным в математике и развивается на протяжении всей истории науки. Сначала были введены натуральные числа, затем целые, рациональные и действительные [1]. Однако развитие алгебры показало, что существующих числовых множеств недостаточно для решения всех уравнений. Возникла необходимость расширения понятия числа, что привело к появлению комплексных чисел – нового числового множества, включающего мнимую единицу.

Древнегреческие математики признавали «настоящими» только натуральные числа. Постепенно сформировалось представление о бесконечности этого множества. В Ш веке до н.э. Архимед разработал систему обозначения чисел, в которой целые числа записывались в виде дроби – отношения целого числа к единице. Дроби применялись в практических расчётах ещё за два тысячелетия до н.э. в Древнем Египте и Вавилоне. Долгое время считалось, что любой результат измерения выражается либо натуральным числом, либо дробью.

Пифагор учил, что элементы чисел лежат в основе всего сущего и мир – это гармония чисел. Однако открытие несоизмеримых величин одним из пифагорейцев нанесло удар этой концепции: диагональ квадрата со стороной 1 несоизмерима со стороной. Следовательно, натуральных чисел и дробей недостаточно для выражения всех длин. Это открытие положило начало теоретической математике.

Следующим шагом стало введение отрицательных чисел китайскими математиками за два века до н.э. В III веке н.э. Диофант уже знал правила действий с ними. В VII веке индийские учёные подробно изучили отрицательные числа, сравнивая их с долгом. Отрицательные числа позволили единообразно описывать изменения величин. К VIII веку установили, что квадратный корень из положительного числа имеет два значения — положительное и отрицательное. Однако из отрицательного числа квадратный корень извлечь невозможно: не существует такого числа x , чтобы

$$x^2 = -1.$$

В 1494 году учёный, францисканский монах Лука Пачиоло (1445 – 1514) напечатал в Венеции труд «Сумма, арифметика, геометрия и пропорциональность», который закончил выводом: решение кубических уравнений вида: $x^3 + px + q = 0$, где $p > 0$ и $q > 0$ невозможно.

Но Джероламо Кардано (1501–1576) в XVI веке разработал метод решения кубических уравнений, известный сегодня как формула Кардано:

$$x = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}.$$

Данная формула позволяет находить корни кубических уравнений и считалась важным достижением алгебры того времени.

Однако в процессе её применения возникла принципиальная трудность. Когда уравнение имеет три действительных корня $(x^3 - 7x + 6 = 0)$, то под знаком квадратного

корня оказывалось отрицательное число: $x = \sqrt[3]{-3+\sqrt{-2}} + \sqrt[3]{-3-\sqrt{-2}}$. Получалось, что путь к действительным корням ведет через невозможную операцию извлечения квадратного корня из отрицательного числа. Кардано был удивлён таким результатом, назвав число софистическим, и добавив, что «для осуществления таких действий нужна была бы новая арифметика, которая была бы настолько же утончённой, насколько бесполезной», нужно только условиться действовать над такими выражениями по правилам обычной алгебры и считать что

$$\sqrt{-a} \cdot \sqrt{-a} = -a.$$

В 1572 году учёный из Болоньи Рафаэли Бомбелли (1530 – 1572) в своём труде «Алгебра» ввёл правила арифметических операций. Показал, что выражения с мнимыми числами могут давать действительный результат и начал рассматривать их как самостоятельные объекты.

В 1637 году ученый из Франции Рене Декарт (1596 – 1650) ввёл термин «мнимые числа».

В 1707 году английский математик Абрахам де Муавр (1667 – 1754) вывел формулу возведения в степень комплексного числа, представленного в тригонометрической форме

$$(\cos\varphi + i\sin\varphi)^n = \cos n\varphi + i \cdot \sin n\varphi.$$

В 1777 году один из крупнейших математиков XVIII века Леонард Эйлер предложил использовать первую букву французского слова imaginaire (мнимый) для обозначения числа i (мнимой единицы). С помощью формулы Муавра, Л.Эйлер вывел формулу

$$e^{ix} = \cos x + i\sin x,$$

которая связывает воедино показательную функцию с тригонометрической. С помощью формулы Эйлера можно было возводить число e в любую комплексную степень.

Термин «комплексные числа» так же был введен немецким математиком Карлом Гауссом (1777 – 1855) в 1831 году. Слово комплекс (от латинского complexus) означает связь, сочетание, совокупность понятий, предметов, явлений и т. д., образующих единое целое.

Интересно, что у комплексных чисел довольно долго не было геометрической наглядности. Только на рубеже XVIII–XIX веков сразу несколько математиков: датчанин Вессель, француз Арган и немец Гаусс независимо друг от друга пришли к одной идее: каждое комплексное число $z = a + bi$ можно представить точкой M(a,b) на координатной плоскости. Позже выяснилось, что работать с числами удобнее, если использовать не саму точку, а радиус-вектор $\overrightarrow{OM}$, проведенный из начала координат. Такой подход делает геометрию алгебры очень наглядной: сложение и вычитание комплексных чисел превращаются в обычное сложение и вычитание векторов.

У вектора $\overrightarrow{OM}$ есть две характеристики: его длина r и угол φ, который он образует с осью абсцисс. Если пересчитать координаты через эти параметры $(a = r\cos\varphi, b = r\sin\varphi)$, то комплексное число запишется в новом виде:

$$z = r(\cos\varphi + i \cdot \sin\varphi).$$

Это так называемая тригонометрическая форма. Длину r называют модулем числа (|z|), а угол φ – аргументом (Arg z). А если вспомнить формулу Эйлера, то запись можно сделать ещё короче и перейти к показательной форме:

$$z = re^{i\varphi}.$$

Современная наука использует комплексные числа в:
– электротехнике и радиотехнике;
– квантовой механике;
– гидроаэродинамике;
– теории управлении и робототехнике;
– цифровой обработке сигналов и компьютерной графике
как фундаментальный инструмент в тех областях, где ключевую роль играют колебательные и волновые процессы [2].

В теории цепей переменного тока комплексные числа позволяют свести решение систем дифференциальных уравнений к алгебраическим операциям. Введение комплексного сопротивления (импеданса)

$$Z = R + iX,$$

где активное сопротивление R соответствует действительной части, а реактивное X – мнимой, дает возможность использовать закон Ома в комплексной форме:

$$\hat{U} = \hat{I} \cdot Z$$

для расчета амплитуд и фаз токов и напряжений в линейных цепях. Метод комплексных амплитуд лежит в основе проектирования фильтров, антенно-фидерных устройств и систем связи.

Фундаментальное уравнение квантовой механики – уравнение Шрёдингера содержит мнимую единицу i и описывает эволюцию комплексной волновой функции Ψ(r,t). Квадрат модуля этой функции определяет плотность вероятности обнаружения частицы, а её фаза отвечает за интерференционные эффекты. Таким образом, комплекснозначность волновой функции является не математическим приемом, а физической необходимостью, отражающей корпускулярно-волновой дуализм материи.

Аппарат комплексных чисел широко используется в теории конформных отображений. Работы Н. Е. Жуковского по созданию теории подъемной силы крыла основываются на преобразовании комплексной плоскости, позволяющем свести задачу об обтекании профиля сложной формы к задаче об обтекании цилиндра. Функция Жуковского:

$$w = z + \frac{c^2}{z}$$

по сей день применяется при расчете аэродинамических характеристик летательных аппаратов.

В задачах анализа устойчивости динамических систем широко используются частотные методы, оперирующие на комплексной плоскости. Критерии устойчивости Найквиста и Михайлова позволяют оценить поведение системы по положению корней характеристического уравнения относительно мнимой оси. Комплексные корни, имеющие положительную действительную часть, указывают на наличие автоколебаний и потерю устойчивости, что критически важно при проектировании систем автоматического управления.

Дискретное преобразование Фурье (БПФ), являющееся основой сжатия данных (JPEG, MP3), цифровой фильтрации и современных стандартов связи (Wi-Fi, 5G), оперирует с комплексными экспонентами. Кроме того, в трехмерной компьютерной графике для описания вращений объектов используются кватернионы – гиперкомплексные числа,

обобщающие двумерный случай и позволяющие избежать эффекта шарнирного замка, характерного для углов Эйлера.

Таким образом, тригонометрическая и показательная формы записи комплексных чисел, возникшие из геометрической интерпретации, составляют теоретический базис для широкого спектра прикладных исследований – от фундаментальной физики до высоких технологий [1, 3].

Литература

1. Казакова, О. А. Из опыта работы по преподаванию математики в вузе / О. А. Казакова, Т. В. Малых, Е. В. Гукасова // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования : сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции, Киров, 22 ноября 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 504-507.

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021611265 Российская Федерация. Траектория движения частицы в ПСК : № 2021610377 : заявл. 15.01.2021 : опубл. 25.01.2021 / В. Е. Саитов, В. Г. Фарафонов, Е. В. Гукасова, А. В. Саитов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятская государственная сельскохозяйственная академия».

3. Фарафонов, В. Г. О преподавании математики на инженерном факультете вятского ГАТУ / В. Г. Фарафонов, Е. В. Гукасова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы XV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 14 февраля 2022 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – Вып. 22. – С. 145-150.

УДК 531.07

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ ПАДАЮЩЕЙ НА ЗЕМЛЮ ИЗ СОСТОЯНИЯ ПОКОЯ

Андронов А. В. – студент 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрено определение закона движения точки падающей на землю из состояния покоя.

Ключевые слова: движение точки, уравнение, состояние покоя, закон

Рассмотрим получение точки массой m на Землю под действием силы тяжести P (рисунок 1). При падении на точку будет действовать сила сопротивления пропорциональная квадрату скорости $R=k^2mv^2$, где k-постоянная величина.

Запишем основной закон динамики:

$$m\bar{a} = \bar{F}.$$

Спроецируем силы на оси координат:

$$\text{Ox: } ma_x = P - R$$

И составим уравнение движения, которое имеет вид:

$$m\ddot{x} = mg - mk^2v^2$$

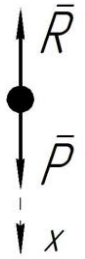


Рисунок 1 – Схема расстановки сил, действующих на падающую точку

Обозначим $\dot{x} = v$, это позволит привести уравнение движения к уравнению первого порядка

$$\frac{dv}{dt} = g - k^2v^2, \quad (1)$$

или

$$\frac{dv}{g - k^2v^2} = dt.$$

После интегрирования получим

$$\frac{1}{2k\sqrt{g}}\ln\frac{\sqrt{g}+kv}{\sqrt{g}-kv}=t+C_1. \tag{2}$$

Так как движение начинается из состояния покоя, то $v_0=0$ при $t_0=0$ и $C_1=0$. Следовательно, имеем:

$$\frac{1}{2k\sqrt{g}}\ln\frac{\sqrt{g}+kv}{\sqrt{g}-kv}=t, \tag{3}$$

откуда

$$v=\frac{\sqrt{g}}{k}\frac{e^{2kt\sqrt{g}}-1}{e^{2kt\sqrt{g}}+1}. \tag{4}$$

Из этой формулы следует, что $v\to\sqrt{g}/k$ при $t\to\infty$, т.е. скорость падения стремится к определенному пределу.

Перейдем теперь к нахождению закона движения. Так как $v=\frac{dx}{dt}$, то

$$dx=\frac{\sqrt{g}}{k}\frac{e^{2kt\sqrt{g}}-1}{e^{2kt\sqrt{g}}+1}dt,$$

или

$$dx=\frac{1}{k^2}\frac{d(e^{kt\sqrt{g}}+e^{-kt\sqrt{g}})}{e^{kt\sqrt{g}}+e^{-kt\sqrt{g}}}.$$

Отсюда

$$x=\frac{1}{k^2}\ln\left(e^{kt\sqrt{g}}+e^{-kt\sqrt{g}}\right)+C_2. \tag{5}$$

При $t_0=0$ и $x_0=0$, следовательно, $C_2=-\frac{1}{k^2}\ln 2.$ Таким образом, имеем

$$x=\frac{1}{k^2}\ln\frac{e^{kt\sqrt{g}}+e^{-kt\sqrt{g}}}{2}. \tag{6}$$

Даже при сравнительно небольших значениях времени $e^{kt\sqrt{g}}\gg e^{-kt\sqrt{g}}$; поэтому, пренебрегая слагаемым $e^{-kt\sqrt{g}}$, получим приближенно:

$$x=\frac{1}{k^2}\ln\frac{e^{kt\sqrt{g}}}{2}=\frac{\sqrt{g}}{k}t-\frac{\ln 2}{k^2}, \tag{7}$$

т. е, движение по истечении некоторого промежутка времени становится практически равномерным.

Литература

1. Куклин, С. М. Уравнение движения центра масс колеса с учетом силы тяги / С. М. Куклин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича. – Киров : ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, 2020. – С. 44-46.
2. Куклин, С. М. Анализ скорости тела при падении на Землю / С. М. Кукдин // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : материалы 1 Всероссиской научно– практической конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 201-203.
3. Патент на полезную модель № 18955 U1 Российская Федерация, МПК B07B 4/02, A01F 12/44. Зерноочистительная машина : № 2001101790/20 : заявл. 23.01.2001 : опубл. 10.08.2001 / В. Е. Саитов, С. М. Куклин ; заявитель Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN TLHMIS.
4. Козлов, А. Н. Проблемы применения рапсового масла в качестве топлива для дизелей / А. Н. Козлов, Н. С. Анфилатова // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016 года / редакторы : В. Г. Мохнаткин, И. Г. Конопельцев, В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С. 43-49. – EDN WNBNNH.
5. Козлов, А. Н. Сажеобразование в камере сгорания дизеля / А. Н. Козлов, М. И. Арасланов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016 года / редакторы : В. Г. Мохнаткин, И. Г. Конопельцев, В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С. 175-182. – EDN WNIRTF.
6. Скрябин, М. Л. Исследование структур оксидных пленок на поршневых алюминиевых сплавах после микродугового оксидирования / М. Л. Скрябин // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2018. – № 12. – С. 572-576
7. Скрябин, М. Л. Изменение показателей процесса сгорания и показателей сажесодержания в зависимости от изменения частоты вращения дизеля 2Ч 10,5/12,0 / М. Л. Скрябин, А. С. Юрлов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения : сборник научных трудов. – Йошкар-Ола, 2016. – № 18. – С. 292-294.
8. Гребнев, А. В. Влияние применения природного газа на процесс сгорания дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха / А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин // Общество, наука, инновации (НПК - 2015) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : Сборник материалов : Общеуниверситетская секция, БФ, ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ. – Киров : Вятский государственный университет». – 2015. – С. 948-952.
9. Гребнев, А. В.Динамическая модель горения капель дизельного топлива в цилиндре газодизеля / А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы I Всероссийской научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" и 54-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской ГСХА, посвященной 55-летию инженерного факультета. – 2007. – С. 163-166.

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Аникин И. Н. – обучающийся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ эффективности совмещения технологических операций обработки почвы, описаны основные конструктивные схемы комбинированных агрегатов и их влияние на агрофизические свойства почвы и экономические показатели растениеводства.

Ключевые слова: механизация сельского хозяйства, комбинированные агрегаты, ресурсосбережение, обработка почвы

Традиционная раздельная технология обработки почвы характеризуется высокой энергоемкостью и избыточным уплотнением почвы из-за многократных проходов техники. В условиях необходимости снижения себестоимости продукции и сохранения плодородия почвы переход к комбинированным технологиям становится приоритетным направлением. По своей сути, комбинированная обработка почвы – это выполнение нескольких технологических операций за один проход агрегата. Это может быть одновременное рыхление, выравнивание, измельчение растительных остатков, внесение удобрений и даже посев [1-9]. Главная цель – минимизировать количество проходов техники по полю, что приводит к целому ряду преимуществ:

- **Снижение уплотнения почвы:** Каждый проход тяжелой техники уплотняет почву, нарушая ее структуру и водопроницаемость. Комбинированные агрегаты значительно сокращают это негативное воздействие.
- **Экономия топлива и времени:** Меньше проходов – меньше затрат на топливо и рабочее время, что напрямую влияет на себестоимость продукции.
- **Сохранение влаги:** Меньшее количество проходов уменьшает испарение влаги из почвы, что особенно критично в засушливых регионах.
- **Повышение плодородия:** Сохранение почвенной структуры, улучшение аэрации и равномерное распределение органических веществ способствуют активизации микробиологической активности и накоплению гумуса.
- **Уменьшение эрозии:** Менее интенсивное воздействие на почву и сохранение растительных остатков на поверхности снижают риски ветровой и водной эрозии.
- **Оптимизация сроков:** Возможность выполнить несколько операций за один раз позволяет более гибко реагировать на погодные условия и соблюдать оптимальные агротехнические сроки.

Рассмотрим технологические аспекты комбинированной обработки почвы. Комбинированная обработка почвы не является универсальным решением для всех типов почв и культур. Ее эффективность зависит от множества факторов, включая: тип почвы; предшественник; климатические условия; культура, которая будет высеваться. В зависимости от этих факторов, комбинированная обработка может быть: поверхностной; мелкой; глубокой.

Ключевую роль в реализации технологии комбинированной обработки играют специализированные агрегаты. Их конструкция постоянно совершенствуется, предлагая сельхозпредприятиям все более эффективные и универсальные решения. Среди основных типов можно выделить:

1. **Комбинированные культиваторы:** Эти агрегаты обычно состоят из нескольких секций: дисковые; лаповые; выравнивающие; катки.

2. **Комбинированные почвообрабатывающие посевные комплексы (КППК):** Это наиболее эффективные агрегаты, которые за один проход выполняют не только обработку почвы, но и посев. Они объединяют в себе функции культиватора, бороны, катка и сеялки. КППК часто оснащаются бункерами для семян и удобрений, что позволяет вносить их

одновременно с посевом. Это особенно актуально для стартового внесения фосфорно-калийных удобрений, которые способствуют лучшему развитию корневой системы.

Технология комбинированной обработки почвы продолжает развиваться, предлагая все более совершенные решения. Основные направления развития включают:

- **Создание еще более универсальных и адаптивных агрегатов:** Способных работать в широком диапазоне условий и выполнять максимальное количество операций.
- **Развитие "умных" систем управления:** Интеграция с датчиками влажности, плотности почвы и другими параметрами для автоматической корректировки режимов работы.
- **Повышение энергоэффективности:** Разработка агрегатов с меньшим тяговым сопротивлением и оптимизированным расходом топлива.
- **Интеграция с цифровыми технологиями:** Использование данных с полей для точного планирования обработки и принятия решений.

В эпоху растущего внимания к экологической устойчивости, комбинированная обработка почвы становится не просто инструментом повышения эффективности, но и важным элементом интегрированных систем земледелия. Сохранение растительных остатков на поверхности поля, является ключевым принципом, которые направлены на минимизацию нарушения почвенного покрова. Комбинированные агрегаты, способные измельчать и равномерно распределять стерню, подготавливая при этом оптимальное посевное ложе, идеально вписываются в эти концепции. Более того, комбинированная обработка способствует улучшению структуры почвы, что напрямую влияет на ее способность поглощать и удерживать воду. Это особенно важно в условиях изменяющегося климата с участившимися засухами и ливнями. Уплотненная почва плохо дренируется, что приводит к застою воды и гибели растений, а также к эрозии. Рыхлая, структурированная почва, полученная в результате комбинированной обработки, лучше справляется с этими вызовами. Активное использование органических остатков в процессе комбинированной обработки также способствует обогащению почвы питательными веществами и гумусом. Это снижает потребность в минеральных удобрениях, уменьшая тем самым экологическую нагрузку и затраты на производство.

Таким образом, комбинированная обработка почвы является не только технологическим, но и экологическим шагом вперед, способствуя созданию более устойчивых и продуктивных агроэкосистем.

Обзор технических средств для комбинированной обработки почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [10-19].

Литература

1. Аушев, М. Х. Параметры и режимы работы комбинированного почвообрабатывающего агрегата для предпосевной обработки почвы : диссертация кандидата технических наук : 05.20.01 / Аушев Магомет Хусеинович. – Москва, 2018. – 150с.

2. Комбинированная технология и агрегат для полосовой обработки почвы / В. М. Бойков [и др.]. – DOI: 10.23670/IRJ.2021.103 // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 1 (103). – С. 47-51.

3. Борисенко, И. Б. Технологическая схема рабочего органа для полосной глубокой обработки почвы / И. Б. Борисенко М. В. Соколова // Нива Поволжья. – 2014. – № 3. – С. 44-48.

4. Демчук, В. В. Комбинированные агрегаты для обработки почвы и посева : справочник / В. В. Демчук, А. В. Комаров. – Минск : Беларусская наука, 2019. – 312 с.

5. Лобачевский, Я. П. Новые почвообрабатывающие технологии и технические средства /

6. Краснощеков, Н. В. Почвообрабатывающе-посевной комплекс для энерго-, ресурсосберегающего производства продукции растениеводства / Н. В. Краснощеков, Н. К. Мазитов // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 5. – С. 43-46.

7. Юнусов, Г. С. Параметры рабочих органов комбинированных агрегатов и их экономическая эффективность / Г. С. Юнусов, М. М. Ахмадеева, Г. Г. Эдвардссон // Вестник Марийского государственного университета. – 2007. – С. 1-6.
8. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я.Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. – ISBN 5-85271-032-6.
9. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
10. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – №1. – С. 58- 61.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С.51-54.
12. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Д. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
13. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С.18-21.
16. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
14. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
15. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
16. Патент на изобретение RU 2679162 C1, 06.02.2019. Рабочий орган культиватора-плоскореза : заявка № 2017145228 от 21.12.2017 / Булгариев Г.Г., Яруллин Ф.Ф., Валиев А.Р., Мухамадьяров Ф.Ф.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
18. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1Х Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
19. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин В.И., Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.

УДК 621.3

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Афанасьев Д. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются способы измерения сопротивления заземления
Ключевые слова: охрана труда, заземление, безопасность, измерение сопротивления, неоднородный грунт

Теория измерения сопротивления заземляющего устройства Рассмотрена теория измерения сложных заземляющих устройств больших размеров. Показано, что в грунтах, сочетающих вертикальную и горизонтальную неоднородности в электрическом строении, существует единственный вариант расположения вспомогательного потенциального электрода в однолучевой схеме измерения, при котором возможно точное определение сопротивления заземляющего устройства. Предложен алгоритм экспериментального поиска этого варианта на конкретной площадке с неизвестным геоэлектрическим строением. Обсуждены пути реализации этого алгоритма. Ключевые слова: заземляющее устройство, неоднородный грунт, измерение сопротивления. Расчёт сложных заземляющих устройств (ЗУ) и измерение параметров заземлителей больших размеров в неоднородных грунтах – это проблема, которая до конца не решена. Камнем преткновения является здесь горизонтальная неоднородность электрических характеристик грунта, существующая наряду с вертикальной неоднородностью. Если для грунтов с вертикальной неоднородностью уже существуют методы и программы расчёта, то в адекватно отражающих реальный грунт моделях с горизонтальной неоднородностью нет методов расчёта даже точечного источника. В этом случае спроектированное и сооружённое заземляющее устройство (ЗУ) может иметь параметры, существенно отличающиеся от расчётных, и не соответствовать требованиям нормативных документов [1-3].

В свете сказанного большую роль играют приёмо-сдаточные испытания, по результатам которых, как правило, проводится доводка конструкции ЗУ до соответствия нормам. Ключевым вопросом здесь является точность измерений, обеспечение которой при измерениях в неоднородных грунтах применительно к главному параметру – сопротивлению ЗУ пока не гарантировано ни одним из известных методов. В настоящей статье предлагается один из путей решения этой проблемы. На рисунок 1 показаны кривые распределения потенциалов на поверхности грунта при однолучевой схеме измерения сопротивления заземляющего устройства.

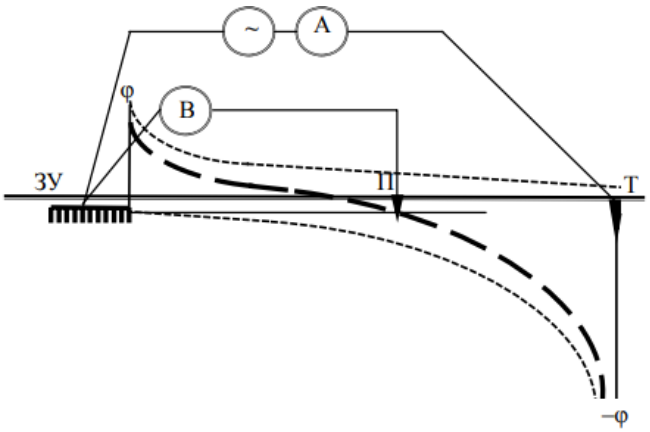


Рисунок 1 – Распределение потенциалов на поверхности земли, на линии между токовым электродом и ЗУ: – потенциалы от тока, стекающего с ЗУ (верхняя кривая) и с токового электрода Т (нижняя кривая); – потенциалы на поверхности земли (суммарная кривая)

Полем измерительного тока I является суммарное поле токов заземляющего устройства ЗУ и измерительного электрода Т. Так как токи этих заземлителей имеют в каждый момент разное направление, то поле токового электрода снижает потенциал заземляющего устройства I·RЗУ до значения

$$IR_{ЗУ} - I_{\alpha ЗТ}$$

где $R_{ЗУ}$ – сопротивление заземляющего устройства, которое требуется измерить;

$I_{\alpha ЗТ}$ – взаимное сопротивление между токовым электродом и ЗУ.

Прибор, измеряющий напряжение на ЗУ, включается между этим потенциалом ЗУ и потенциалом потенциального электрода П, который, в свою очередь, равен

$$I_{\alpha ЗП} - I_{\alpha ТП}$$

где αЗП и·αТП – взаимные сопротивления соответственно между ЗУ и потенциальным электродом, токовым и потенциальным электродами.

Таким образом, измеренное сопротивление $R_{изм}$ будет равно

$$R_{ИЗМ} = \frac{U_{ИЗМ}}{I} = \frac{IR_{ЗУ} - I\alpha_{ЗТ} - I\alpha_{ЗП} + I\alpha_{ТП}}{I}$$

Из этого выражения можно найти, что Rизм будет равно действительному RЗУ только при условии следующего соотношения взаимных сопротивлений ЗУ и электродов, участвующих в измерительной схеме:

$$\alpha_{ТП} = \alpha_{ЗП} - \alpha_{ЗТ}$$

Такое соотношение взаимных сопротивлений, найденное А.Б. Ослоном [4], при измерениях по схеме, показанной на рисунке, возможно при расположении потенциального электрода П только в одной точке. Потенциал на поверхности грунта в этой точке должен быть отрицательным и равным по значению потенциалу, наводимому токовым электродом на заземляющем устройстве – I·αЗТ. Как показано на рисунке, в этой точке и устанавливается потенциальный электрод П. В «однородном» грунте, когда на определённом удалении от заземляющего устройства его потенциал можно считать убывающим пропорционально увеличению расстояния до ЗУ, координата этой точки легко вычисляется и равна

$$r_{ЗП} = 0{,}618 r_{ЗТ}$$

где rЗП и rЗТ – расстояния от ЗУ до соответственно потенциального и токового электродов.

На площадке, расположения ЗУ можно найти геометрическое место таких точек, представляющее собой овал, охватывающий ЗУ [4-6].

В грунтах с вертикальной неоднородностью для реальных ЗУ можно определить положение этой точки расчётами по соответствующим программам. Однако, как сказано выше, грунт в большинстве случаев, помимо вертикальной, имеет горизонтальную неоднородность, которая особенно проявляется при измерениях заземлителей больших размеров и соответствующих этим размерам больших разносах измерительных электродов. Для этого случая нет расчётных методов, позволяющих определить точку верного измерения. Кроме того, измерения делаются для проверки расчётов, выполненных при проектировании, а расчёты могут иметь погрешности, обусловленные многими факторами: методом расчёта, несоответствием реального грунта расчётной модели, наличием неучтённых естественных заземлителей и т.д. Поэтому сопротивление ЗУ следует определять непосредственно при натурных измерениях реального заземлителя. Точное измерение возможно при выполнении на реальной площадке соотношения. Следовательно, при установке измерительных электродов необходимо экспериментально определять их взаимные сопротивления и, передвигая потенциальный электрод, добиваться выполнения требуемого соотношения. Покажем один из возможных путей решения этой задачи [8-10].

Установив на площадке измерений измерительные электроды (токовый на расстоянии, большем, чем характерный размер заземлителя, а потенциальный, например,

посередине между токовым электродом и заземляющим устройством, ЗУ), мы, в принципе, можем измерить сопротивления между всеми названными заземлителями:

RТП – сопротивление между токовым и потенциальным электродами;

RЗТ – сопротивление между ЗУ и токовым электродом;

RЗП – сопротивление между ЗУ и потенциальным электродом.

Можно показать, что значения этих сопротивлений всегда равны сумме собственных сопротивлений измеряемых заземлителей минус удвоенное взаимное сопротивление между ними:

$$\begin{cases} R_{\text{ТП}} = R_{\text{Т}} + R_{\text{П}} - 2\alpha_{\text{ТП}}, \\ R_{\text{ЗТ}} = R_{\text{ЗУ}} + R_{\text{Т}} - 2\alpha_{\text{ЗТ}}, \\ R_{\text{ЗП}} = R_{\text{ЗУ}} + R_{\text{П}} - 2\alpha_{\text{ЗП}}. \end{cases}$$

Находим:

$$\alpha_{\text{ТП}} = \frac{R_{\text{Т}} + R_{\text{П}} - R_{\text{ТП}}}{2}; \quad \alpha_{\text{ЗТ}} = \frac{R_{\text{ЗУ}} + R_{\text{Т}} - R_{\text{ЗТ}}}{2}; \quad \alpha_{\text{ЗП}} = \frac{R_{\text{ЗУ}} + R_{\text{П}} - R_{\text{ЗП}}}{2}$$

С учётом соотношения получим, что при правильной расстановке электродов должно соблюдаться равенство

$$R_{\text{ЗУ}} = \frac{R_{\text{ЗТ}} + R_{\text{ЗП}} - R_{\text{ТП}}}{2}$$

Если это равенство не соблюдается, потенциальный электрод следует переместить в соответствующую сторону.

К сожалению, для реализации этого алгоритма необходимы по крайней мере три жёстких условия:

1. Измерительный прибор должен измерять сотни ом с точностью до сотых долей ома, ибо собственное сопротивление ЗУ (RЗ) на 2–3 порядка ниже измеряемых сопротивлений между электродами (RТП, RЗТ, RЗП).

2. Требуется полное исключение электромагнитного влияния токовой линии на потенциальную. Для этого необходима соответствующая измерительная аппаратура или сложная прокладка проводов этих линий.

3. Необходимо с точностью до второго знака после запятой знать сопротивления соединительных проводов и практически до тысячных долей уменьшить сопротивление контакта проводов с прибором и электродами.

Соблюдая эти условия, мы сможем расположить потенциальный электрод в необходимой точке и точно измерять сопротивления больших заземляющих систем, определяя затем возникающие напряжения на корпусах заземлённого оборудования при коротких замыканиях в электрической сети.

Заключение

1. Показано, что на прямой, соединяющей измеряемый заземлитель с токовым электродом, существует точка установки потенциального электрода, обеспечивающая абсолютно точное измерение сопротивления ЗУ при любой неоднородности грунта (включая горизонтальную).

2. Предложен алгоритм поиска такой точки в полевых условиях и точного измерения сопротивления при любом характере неоднородности грунта, любых размерах и конфигурации заземляющего устройства. Обсуждён способ реализации этого алгоритма, не требующий применения расчётных программ.

Литература

1. Толстоухова, И. А. Обзор электропроводки и материалов используемых в жилищно-коммунальном секторе / И. А. Толстоухова, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология –

Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 224-226. – EDN MSJXUY.
2. Ensuring transport security during cargo transportation / P. Solonshickov, I. Tolstoukhova, A. Shevchenko, P. Kokorina // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03010. – DOI 10.1051/e3sconf/202447103010.
3. Солонщиков, П. Н. Обеспечение безопасности при эксплуатации установки для приготовления жидких смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков. – Киров : Радуга-ПРЕСС, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-605-11953-1.
4. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85. – EDN ZVZKDO.
5. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY
6. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
7. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.
8. Толстоухова, И. А. Обзор модуля пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 155-158.
9. Кокорина, П. П. Социально-экологические аспекты влияния автотракторных двигателей на окружающую среду / П. П. Кокорина, А. В. Шевченко // Тепловые двигатели, автомобили и тракторы : материалы Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2021 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – С. 247-253.
10. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Архипова С. В. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Основная обработка почвы представляет собой систему мероприятий, обеспечивающих создание благоприятных условий для накопления влаги; борьбу с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур; благоприятное протекание микробиологических процессов (разложение растительных остатков); повышение ее плодородия путем сохранения и увеличения пахотного слоя; высококачественное выполнение всех последующих операций по возделыванию и уборке культурных растений.

Ключевые слова: основная обработка почвы, отвальная обработка почвы, структура, пахотный слой, плотность, твердость, эрозия почвы

Залогом богатого урожая является правильная обработка почвы. Она помогает улучшить плодородие, повысить урожайность и защитить растения от болезней.

Основная обработка почвы — это глубокая сплошная обработка после уборки предшествующей культуры. Её проводят, чтобы обеспечить оптимальные почвенные условия для посева семян, их прорастания и дальнейшего развития растений, а также создать предпосылки для эффективной работы машинно-тракторных агрегатов на последующих технологических операциях [1-10].

Некоторые методы основной обработки почвы:

Вспашка с оборотом пласта на глубину до 30 см. Позволяет устранять остатки растений и разрушать уплотнения почвы. В регионах с высоким риском эрозии применяются безотвальные способы вспашки для сохранения поверхности почвы.

Чизелевание — рыхление почвы без её оборота на глубину до 40 см. Позволяет разрушать плотные слои, улучшать водопроницаемость и аэрацию. Этот метод эффективен для обработки после многолетнего использования отвальных плугов.

Глубокое рыхление — обработка на глубину до 1 м для разрушения уплотнённого слоя, который препятствует проникновению влаги к корням. Используется для почв с выраженной деградацией.

Также существует **комбинированный способ обработки** — комплекс приёмов, при котором происходит периодическое чередование отвальной и безотвальной обработки в зависимости от возделываемых культур, типов почв и других факторов.

Глубина и частота обработки почвы зависят от типа культуры, фазы развития растений и погодных условий. Особенности обработки почв разных типов:

Глинистые почвы — глубина вспашки — 20–25 см, до 30 см при внесении удобрений.

Суглинистые почвы — глубина обработки — 20–25 см.

Черноземы — глубина вспашки: 20–25 см — для зерновых, технических культур; до 30 см — для бахчевых культур, особенно после внесения суперфосфата.

Целина (невспаханная земля) — первая обработка — глубокая отвальная вспашка (до 35 см), подготовка: удаление дёрна, внесение органики и фосфорных удобрений.

Песчаные почвы — глубина обработки — 18–20 см.

Важно помнить, что чрезмерная механическая нагрузка ведёт к образованию «плужной подошвы» — уплотнённого слоя, препятствующего росту корней. Её устраняют глубокорыхлением раз в несколько лет.

Некоторые машины, используемые для основной обработки почвы: плуги, культиваторы, бороны.

Плуги — орудия для глубокой обработки почвы, предназначены для вспашки с оборотом пласта. В зависимости от конструкции плуги делятся на несколько типов:

отвальные (переворачивают слой почвы, полностью заделывая растительные остатки), безотвальные (чизельные) рыхлят почву без переворачивания, дисковые (применяются для обработки уплотнённых и засоренных почв.

Культиваторы — техника для более мелкого рыхления и подготовки семенного ложа. Обеспечивают равномерное разрыхление, улучшение структуры почвы и частичное уничтожение сорняков.

Также применяют **комбинированные агрегаты** — машины, которые совмещают несколько операций в одном проходе, что уменьшает количество проездов по полю и снижает уплотнение почвы.

При работе с машинами для основной обработки почвы важно учитывать, например:

Ширину захвата — чем больше этот показатель, тем меньше проходов придётся сделать трактору, но тем большая мощность от него потребуется.

Глубину обработки — зависит от состояния почвы, её типа и того, какую культуру предполагается высаживать.

Массу оборудования — тяжёлые агрегаты не всегда уместно использовать из-за уплотняющего воздействия на почву.

Возможности технического парка — в характеристиках плугов, культиваторов и борон указывают класс мощности или приводят модели тракторов, с которыми может агрегатироваться данное оборудование.

Обзор технических средств для основной обработки почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [11-17].

Литература

1. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, Г. Я. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. – ISBN 5-85271-032-6.

2. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.

3. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.

5. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.

6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.

7. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.

8. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.

9. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.

10. Патень № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев,Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
13. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
14. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
15. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
16. Наймушин, Д. А. Актуальные направления развития агропромышленного комплекса и использование индукционных нагревателей в скотоводстве / Д. А. Наймушин // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 62-66.
17. Наймушин, Д. А. Конструкция перспективных типов подшипников / Д. А. Наймушин, Р. А. Лебедев // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 148-149.

УДК 621.646.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СМЕСИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Ашихмин А. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается исследования смесительного устройства, даны и определены основные показатели его работы.
Ключевые слова: корма, приготовление, смеситель, стабильность, расчёт, время, фактор животные, поточно-технологическая линия

Актуальность экспериментальных исследований смесительных устройств обусловлена широким внедрением процессов перемешивания в химической, нефтеперерабатывающей, пищевой и фармацевтической отраслях промышленности. Эффективность работы реакторного оборудования напрямую зависит от качества гомогенизации компонентов, что определяет выход целевого продукта и его качественные характеристики.

Необходимость проведения физических экспериментов диктуется сложностью гидродинамических процессов, протекающих в рабочих объемах. Теоретические модели и методы численного моделирования (CFD) не всегда могут с высокой точностью учесть турбулентные пульсации, кавитационные эффекты или поведение сред с неньютоновскими свойствами. Экспериментальные данные позволяют верифицировать математические модели и устанавливать эмпирические зависимости, необходимые для инженерных расчетов.

В современных условиях остро стоит вопрос энергосбережения и интенсификации производства. Исследования направлены на поиск оптимальных геометрических параметров мешалок и корпусов аппаратов, которые обеспечивают требуемую интенсивность перемешивания при минимальных затратах мощности. Разработка новых конструкций смесителей позволяет сократить время технологического цикла и снизить удельное энергопотребление. Кроме того, актуальность работы связана с переходом к малотоннажной химии и производству высокочистых материалов, где даже незначительные застойные зоны или локальные перегревы могут привести к браку продукции. Экспериментальное изучение структуры потоков помогает исключить подобные негативные факторы на стадии проектирования оборудования. При исследовании процессов смешивания в устройстве ввода и смешивания использовали два фактора: частота вращения n и время приготовления t. При внесении компонентов жидкость, полученная смесь должна пройти определенное количество циклов через устройство, то есть за определенное время.

С целью оптимизации значений полной стабильности T_c и стабильности к колесенции $T_к$ проведены двухфакторные эксперименты.

После реализации опытов, расчета коэффициентов регрессии получили следующие математические модели рабочего процесса:

$$T_c=46{,}11+0{,}47\cdot x_1+3{,}88\cdot x_2-14{,}17\cdot x_1^2-13{,}73\cdot x_1\cdot x_2+7{,}46\cdot x_2^2 \quad (1)$$

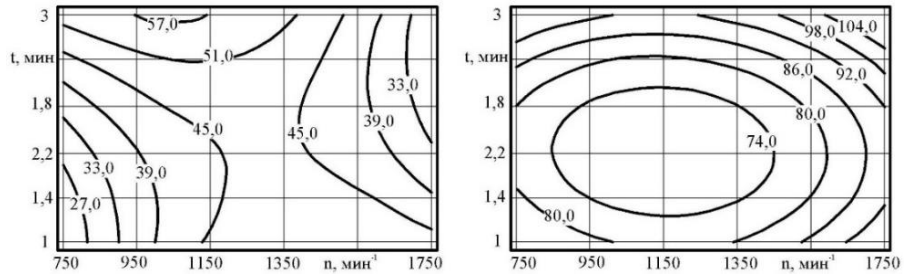
$$T_к=70{,}0+5{,}47\cdot x_1+7{,}64\cdot x_2+13{,}87\cdot x_1^2+1{,}33\cdot x_1\cdot x_2+19{,}44\cdot x_2^2 \quad (2)$$

По математическим моделям (1 и 2) построены двумерные сечения поверхностей отклика, представленные на рисунке 1.

Анализируя полученные двумерные сечения, можно сделать вывод о том, что при длительном воздействии рабочего колеса, то есть при большем времени воздействия, смесь будет иметь наиболее устойчивое состояние (при мгновенном приготовлении) при частоте вращения n=1000 мин$^{-1}$, и времени приготовления t=3мин. А для наиболее длительной стабильности необходима частота вращения n=1560…1750 мин$^{-1}$.

Для определения эффективности работы устройства как растворителя молочных продуктов, используется экспресс-метод – показатель полноты растворения (ППР). Используя данный показатель, можно изучить динамику процесса растворения в зависимости от различных параметров технологических режимов. Чем ниже значение ППР,

тем выше эффективность растворения, то есть большое количество растворяемого материала ушло в раствор.



а б

Рисунок 1 – Двумерные сечения поверхностей отклика для: полной стабильности, $T_с$, с (а), стабильности к коалесенции $T_к$, ч (б)

Однородность смеси отражает степень приближения действительного распределения концентрации какого-нибудь компонента в смеси к идеальному распределению.

Количественной характеристикой завершенности процесса смешивания является степень однородности, представляющая собой отношение содержания контрольного компонента в анализируемой пробе к содержанию того же компонента. Для оценки погрешности смешивания использовали коэффициент неоднородности (вариации), выражаемый в %.

После реализации опытов, расчета коэффициентов регрессии получили следующие математические модели рабочего процесса:

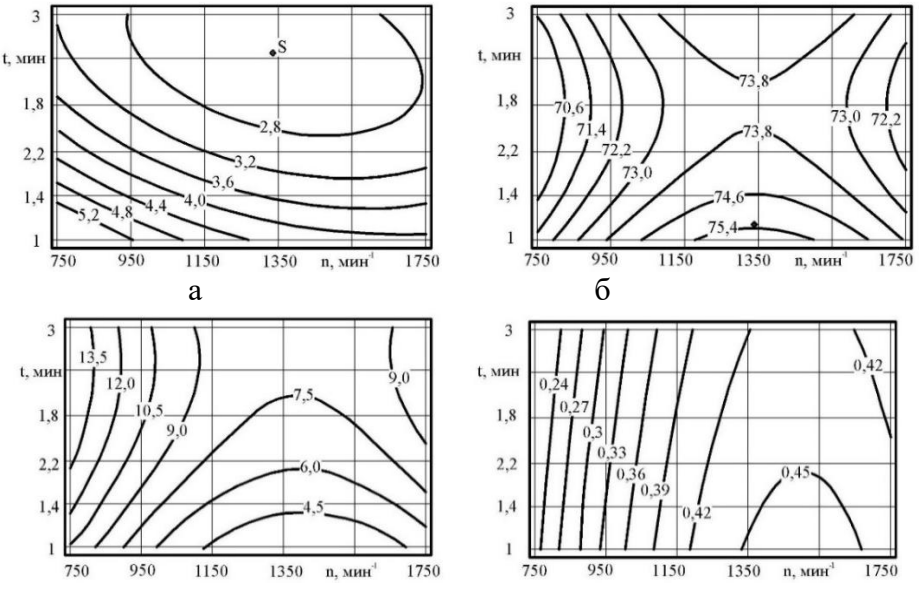
$$ППР = 2{,}81 - 0{,}5 \cdot x_1 - 1{,}07 \cdot x_2 + 0{,}59 \cdot x_1^2 + 0{,}48 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0{,}83 \cdot x_2^2, \quad (3)$$

$$\Theta = 73{,}7 + 1{,}12 \cdot x_1 - 0{,}6 \cdot x_2 - 2{,}91 \cdot x_1^2 + 0{,}38 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1{,}29 \cdot x_2^2, \quad (4)$$

$$\nu = 7{,}2 - 2{,}59 \cdot x_1 + 2{,}19 \cdot x_2 + 4{,}46 \cdot x_1^2 + 0{,}19 \cdot x_1 \cdot x_2 - 1{,}46 \cdot x_2^2, \quad (5)$$

$$P = 0{,}4 + 0{,}10 \cdot x_1 - 0{,}01 \cdot x_2 - 0{,}085 \cdot x_1^2 - 0{,}01 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0{,}02 \cdot x_2^2. \quad (6)$$

По математическим моделям (3…6) построены двумерные сечения поверхностей отклика, представленные на рисунке 2.



а б

в г

Рисунок 2 – Двумерные сечения поверхностей отклика для: показателя полноты растворения ППР, % (а), степени однородности Θ, % (б), коэффициента вариации ν, % (в) и потребляемой мощности Р, кВт (г)

Как видно из двумерного сечения (рисунок 2а), преобладающее влияние на показатель полноты растворения будет время приготовления t, но при этом необходимо большее воздействие рабочего колеса, то есть увеличение частоты вращения n. Оптимальное значение параметра ППР=2,4% при частоте вращения вала n=1300 мин$^{-1}$ и времени приготовления t=2,1 мин. Увеличивая механическое воздействие порошкообразное вещество будет переходить в раствор. Как видно из полученных результатов, наибольшее значение степени однородности (рисунок 2б) достигается при времени смешивании t=0,5 мин, таким образом при дальнейшем увеличении времени смешивания смесь достигает такого состояния, что при продолжении процесса, степень однородности будет уменьшаться и смесь уже не достигнет наибольшего значения смешивания. При этом коэффициент вариации (рисунок 2в) будет равен ν=4,5%, что соответствует требованиям на смешивание. Двумерное сечение (рисунок 2г) по определению потребляемой мощности показывает, что после одной минуты, мощность, потребляемая устройством, стабилизируется. По-видимому, с изменением вязкости смеси при меньшей концентрации, то есть часть порошкообразного компонента уже переходит в смесь и устройство начинает переходить на режим работы с большей подачей.

Полученные рабочие зависимости для определения эффективности смешивания в устройстве позволяют настроить его для приготовления различных смесей в животноводстве и для пищевой промышленности.

Литература

1. Improving of the sod seeders SDK of strip grass seed sowing / V. Saitov, S. Demshin, R. Kurbanov, A. Sozontov // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2021. – Vol. 130 LNCE. – P. 595-604. – DOI 10.1007/978-981-33-6208-6_59.

2. Кононов, С. А. Способы внесения жидких органических удобрений / С. А. Кононов, А. В. Созонтов // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов XX международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 12 марта 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – С. 119-121.

3. Кононов, С. А. Способы предпосевной обработки семян / С. А. Кононов, А. В. Созонтов // Знания молодых : наука, практика и инновации : сборник научных трудов XX международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 12 марта 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – С. 122-126.

4. Влияние воздушного потока на рабочий процесс дробилок зерна закрытого типа с пневматической загрузкой / А. В. Алешкин, С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев [и др.]. – Нижний Новгород : Юникопи, 2021. – 294 с. – ISBN 978-5-6047013-3-1.

5. Патент № 2655351 C2 Российская Федерация, МПК B01F 7/08. Смеситель сухих сыпучих и влажных рассыпных кормов : № 2016126565 : заявл. 01.07.2016 : опубл. 25.05.2018 / П. А. Савиных, В. Е. Саитов, С. Ю. Булатов [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ).

6. Оболенский, Н. В. Разработка средств для приготовления ферментированного комбикорма в фермерских хозяйствах / Н. В. Оболенский, С. Ю. Булатов, А. И. Свистунов // Вестник ВИЭСХ. – 2016. – № 1 (22). – С. 67-78.

7. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.

8. Методика оценки эффективности технологических линий приготовления и раздачи кормов / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, В. П. Капустин, А. В. Прохоров // Наука в центральной России. – 2018. – № 6 (36). – С. 35-42.

9. Классификация бункерных коромраздатчиков для свиней / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. В. Милованов, Н. О. Милюков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2014. – № 2 (51). – С. 43-48.

УДК 631.3.004.67

ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Бабушкин С. А. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье излагаются предложения по развитию инженерно-технической системы в сельском хозяйстве России. Дается определение инженерно-технической системы (ИТС). Показано, что в настоящее время ИТС характеризуется ослаблением по количеству и качеству парка сельскохозяйственных машин негативными явлениями в материально-техническом обеспечении сельхозпроизводителей. В статье отмечается важность упрочнения деталей, приводятся наименования узлов и агрегатов, на которые разработаны технологические процессы и разработаны проекты инновационных центров. Приводятся предложения по утилизации изношенной техники

Ключевые слова: сервис, инновационные центры, высокоресурсный ремонт, приоритеты развития, восстановление и упрочнение деталей, инженерно-техническая система, инновационные центры ремонта

Инженерно-техническая система (ИТС) сельского хозяйства – это инфраструктура средств, технологий, документации и исполнителей, функционально обеспечивающая формирование технического ресурса отрасли, поддержание его в работоспособном состоянии и эффективную эксплуатацию.

Современное состояние парка сельскохозяйственной техники в России является одним из основных факторов, сдерживающих технологическую модернизацию предприятий АПК. Это связано, в значительной мере, с разрушением ранее существовавшей системы обеспечения и ремонта машинно-тракторного парка, которое не могло не сказаться на показателях работы инженерно-технической службы предприятий АПК. Анализ инженерно-технической системы предприятий показывает, что для повышения эффективности использования техники, в первую очередь, нужна глубокая реорганизация системы технического сервиса, внедрение фирменного метода её обслуживания. Однако в условиях сокращения выпуска отечественной техники этот процесс затянулся, хотя решать эту проблему необходимо немедленно.

В первую очередь ИТС должна обеспечить решение следующих задач [2]:

- поддержание машинно-тракторного парка (далее – МТП), оборудования животноводческих ферм и дугой техники на высоком уровне работоспособности (обеспечение коэффициента технической готовности МТП на уровне 95-98%;
- импортозамещение техники, запасных частей и других материально-технических ресурсов, обеспечивающих деятельность ИТС;
- формирование интегрированной инженерной инфраструктуры управления агропромышленного производства, включающей в себя структуру управления предприятиями машинно-технологического сервиса, инженерные службы предприятий АПК, дилерские и технические центры заводов-изготовителей;
- совершенствование информационно-консультационного обслуживания, создание центров инновационного развития сельского хозяйства;
- подготовка и переподготовка кадров;
- обеспечение экологической безопасности, создание комфортных и безопасных условий труда.

Повышение работоспособности машин – одно из главных условий эффективности функционирования инженерно-технической системы.

Для модернизации ИТС необходимы государственная поддержка обновления ее технической базы, направленная на возмещение части затрат при приобретении новой техники, лизинг, субсидирование процентной ставки за кредит, стимулирование разработок

и внедрение прогрессивных ресурсосберегающих технологий и техники, разработка норм и нормативов выполнения работ.

Современная ситуация свидетельствует о том, что индикаторы, заложенные в данных стратегиях, не соответствует тенденциям обновления материально-технической базы сельскохозяйственного производства. Материально-техническая база инженерно-технической службы предприятий АПК в последние годы претерпела существенные изменения. За последние 20 лет число работающих в данной сфере сократилось в 2 раза, более чем в 6 раз сократилось число предприятий технического сервиса и т.д.

Учитывая ограниченные финансовые ресурсы предприятий АПК, необходимо наряду с количественным насыщением парка машинами новых поколений, принять к реализации стратегию повышения эксплуатационного ресурса и работоспособности машин. Сегодня со сроком амортизации используется более половины техники, и пока нет экономической возможности кардинально изменить это положение.

В большинстве регионов при ремонте машин сохраняется востребованность в качественном восстановлении наиболее сложных агрегатов машин. Эта тенденция подтверждается и мировым опытом. Поэтому создание высокоресурсных инновационных центров по двигателям, дизельной топливной аппаратуре, гидротрансмиссиям, турбокомпрессорам и другим, наиболее сложным узлам становится главным направлением современного развития [3].

Необходимо отметить важность упрочнения деталей, позволяющих при их использовании получить совокупный экономический эффект на закупку техники и последующий сервис.

Поэтому для модернизации ИТС необходима государственная поддержка обновления ее основных средств. Основные формы этой поддержки должны быть направлены на возмещение части затрат при приобретении новой техники, лизинг, субсидирование процентной ставки за банковский кредит, стимулирование разработок и внедрения прогрессивных ресурсосберегающих технологий и техники, совершенствование налоговой и таможенной политики, разработку норм и нормативов выполнения работ [4].

Ежегодно с баланса агрохозяйств и предприятий АПК России списывается от 5 до 10% сельскохозяйственной техники. В среднем за один календарный год в системе АПК по экспертным оценкам подвергается утилизации около 60 тысяч единиц сельскохозяйственных машин [5].

Списанная и утилизируемая сельскохозяйственная техника является не только источником металлолома, но и значительным резервом запасных частей и многих других материалов, пригодных для дальнейшей переработки и использования как сырья при изготовлении новой продукции.

Полученная сырьевая база вторичных ресурсов от рециклинга сельскохозяйственной техники позволяет номинально увеличить отечественный рынок промышленной продукции для нужд АПК на 15 – 20%.

Главные пути решения проблемных вопросов повышения эффективности сервисного сопровождения техники АПК заключены в следующем [6]:

1. Необходимо определить приоритеты в господдержке создания в регионах современных инновационных центров технического сервиса, предусмотрев возможность их создания в рамках экономически значимых программ развития сельского хозяйства регионов, при участии Минпромторга России в разработке системы средств и технологий для оснащения дилеров и инновационных центров.

2. Минпромторгу и Минсельхозу России необходимо определить приоритеты и возможности финансирования разработок импортозамещающего разборочно-сборочного, испытательного, другого стендового оборудования, а также ремонтной нормативно-технической документации (НТД) для сельскохозяйственной техники (при участии заводов СХМ, ОАО «Росагролизинг», Ассоциации Росагромаш, Концерна «Тракторные заводы»).

3. Установить более жесткие условия поставки в Россию импортной сельскохозяйственной техники, предусмотрев обязательность её комплектации ремонтной НТД и требованиями по адаптации с сельскохозяйственными машинами российского производства и инофирм.

4. Для улучшения работы инженерных служб Минсельхозу России совместно с научными учреждениями Федерального агентства научных организаций (ФАНО России) необходимо сформировать основные определения, положения и требования государственной технической политики в агропромышленном комплексе России. С привлечением инженерных научных учреждений ФАНО разработать отраслевую дорожную карту развития инженерно-технической системы сельского хозяйства России на период до 2030 года.

Литература

1. Лялякин, В. П. Об инновационных ресурсосберегающих центрах восстановления и упрочнения деталей / В. П. Лялякин, С. А. Горячев // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 10. – С. 14-16.

2. Саитов, В. Е. Состояние и перспективы развития инженерно-технической службы предприятий АПК / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 6-1. – С. 70-74.

3. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

4. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

5. Фуфачев, В. С. Расчет оптимального состава численности рабочих инженерно-технической службы по эксплуатации машин в АПК / В. С. Фуфачев, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 231-235.

6. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПОСЕВА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Бармина С. Р. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Животноводческие хозяйства потребляют много кормов, поэтому необходимо их обеспечить хорошей кормовой базой, которая позволить прокормить всё поголовье животных. Основным кормом молочного скота являются многолетние травы. Их скармливают как в свежем, так и в консервированном виде.

Ключевые слова: кормовые угодья, технологии посева, технические средства, посев, глубина заделки семян, технические средства

Посев многолетних трав — важный этап в создании устойчивых кормовых угодий, улучшении структуры почвы и предотвращении эрозии. Успешность этого процесса во многом зависит от грамотного выбора технологии и использования соответствующей механизированной техники, которая позволяет добиться равномерного распределения семян, оптимальной глубины заделки и хорошего контакта семян с почвой [1-3].

Технология посева многолетних трав начинается с тщательной подготовки почвы. Она должна быть хорошо выровненной, рыхлой и свободной от сорняков. Обычно подготовка включает несколько этапов: лущение стерни, вспашку, культивацию, боронование и прикатывание. Лущение помогает измельчить растительные остатки и спровоцировать прорастание сорняков, которые затем уничтожаются при последующих обработках. Вспашка обеспечивает глубокую обработку почвы, а культивация и боронование создают мелкокомковатый верхний слой, благоприятный для прорастания семян. Прикатывание выравнивает поверхность и уплотняет верхний слой почвы, что улучшает контакт семян с ней и способствует сохранению влаги.

Со стороны биологии трав наилучшим сроком посева является время созревания большинства из них в природе: это вторая половина июня – начало июля. При таком посеве к холодному времени растения успевают войти в полную силу и легко зимуют, давая хороший урожай как сена, так и семян.

Также можно выполнять посев по скороспелым зерновым культурам, такой способ называют покровным против летнего беспокровного. В случае покровного посева рекомендуют снизить норму высева на четверть. Наилучших результатов добиваются с яровой пшеницей и ячменём. Также при выращивании именно на силос сеют под овёс.

Выбор метода посева зависит от дальнейшего использования данного поля. Так для выращивания кормов сеют сплошными рядами, чем добиваются такой густоты посева, что предотвращается непродуктивное испарение влаги и прорастание сорных растений. Для семенных посевов выбирают широкорядный метод. Благодаря которому механизируется работа по уходу за посадками и снижается норма высева ценных семян. Междурядье выбирают 45 см для кустовых трав, а для корневищных 70 см.

Очень важном требование – семена многолетних трав очень мелкие и их нужно укладывать на твёрдое посевное ложе в хорошо увлажнённой почве.

Для реализации этих технологий используют различные средства механизации. Основу парка техники составляют сеялки, которые могут быть рядовыми, узкорядными или разбросными. Современные сеялки часто оснащены комбинированными рабочими органами, позволяющими одновременно проводить предпосевную обработку почвы, посев и прикатывание. Это значительно повышает производительность и снижает число проходов техники по полю, что уменьшает уплотнение почвы. Среди популярных моделей — сеялки типа СЗУ-3,6, СЗТ-3,6 и их модификации, которые позволяют точно дозировать семена и регулировать глубину заделки в пределах 1–4 см. Норму высева семян для каждой культуры устанавливают в зависимости от способа посева, а глубину их заделки — от гранулометрического состава почвы.

Семена козлятника, клевера и люцерны нередко имеют пониженную полевую всхожесть из-за твердокаменности. При наличии в семенной партии более 15 % твердокаменных семян для улучшения прорастания у них нарушают герметичность оболочки путем нанесения микроцарапин в скарификаторах СС-0,5, СКС-30, СКС-1, СТС-2 или клеверотерках К-310А и К-0,5 за 1…1,5 мес до посева, поскольку скарифицированные семена быстро теряют всхожесть. Трудносыпучие семена многолетних трав также можно скарифицировать для повышения сыпучести, но эту операцию выполняют непосредственно перед посевом.

Важную роль играют также вспомогательные машины. Культиваторы (например, КПС-4) используются для предпосевной культивации, выравнивая поверхность поля и создавая оптимальные условия для посева. Бороны (зубовые или сетчатые) помогают рыхлить верхний слой и заделывать семена на небольшую глубину. Кольчато-шпоровые катки применяются для прикатывания почвы до и после посева: это улучшает контакт семян с почвой, способствует капиллярному подъёму влаги и ускоряет прорастание.

Особое внимание уделяется настройке техники перед началом работ. Глубина заделки семян должна соответствовать их размеру и типу почвы: мелкие семена (например, клевера или тимофеевки) заделывают на глубину 1–2 см, более крупные (люцерна, эспарцет) — на 2–4 см. Норму высева рассчитывают исходя из цели посева (кормовые угодья, газоны, рекультивация), качества семян и плодородия почвы. Современные сеялки позволяют регулировать норму высева в широком диапазоне, что даёт возможность адаптировать технологию под конкретные условия.

После посева важно обеспечить правильный уход за посевами. В первые недели критически важны влажность почвы и отсутствие корки на поверхности. Для этого могут применяться лёгкие катки или бороны для разрушения корки, а в засушливых условиях — системы орошения. Контроль за прорастанием и развитием всходов позволяет своевременно выявить проблемы и скорректировать агротехнические мероприятия.

Возделывание многолетних трав в полевом севообороте можно рассматривать как агротехнический прием, который улучшает физические свойства почвы и способствует повышению ее плодородия. Например, многолетние бобовые травы способны вовлекать в биологический круговорот определенное количество связанного азота. Клевер и люцерна первого года пользования могут вовлекать до 200 кг/га, эспарцет — до 180 кг/га, а многолетние травы двух лет пользования — от 200 до 400 кг/га.

Таким образом, технология посева многолетних трав требует комплексного подхода, сочетающего грамотную подготовку почвы, выбор оптимального способа посева и использование современной механизированной техники. Это позволяет создать устойчивый и продуктивный травостой, который будет выполнять свои функции на протяжении многих лет, будь то кормовая база для животноводства, газонное покрытие или элемент системы защиты почвы от эрозии.

Обзор технических средств для посева многолетних трав выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [4-17].

Литература

1. Технологическая линия и технические средства получения семян многолетних трав / Н. П. Сычугов, П. А. Савиных, Ю. В. Сычугов, В. А. Казаков // АгроЭкоИнженерия. – 2020. – № 1 (102). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskaya-liniya-i-tehnicheskie-sredstva-polucheniya-semyan-mnogoletnih-trav (дата обращения: 02.03.2026).

2. Иванов, И. И. Значение многолетних трав в кормопроизводстве // Научный журнал "Агроэкология" : сведения, относящиеся к заглавию / Иванов И.И. – URL : http://www.agroekologia.ru/articles/2023/ivanov (дата обращения: 28.10.2025).

3. Способы посева и нормы высева семян многолетних трав /Зооинженерный факультет МС ХА. – URL: https://www.activestudy.info/sposoby-poseva-i-normy-vyseva-semyan-mnogoletnix-trav/ (дата обращения: 02.03.2026). – Режим доступа: свободный.

4. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.
5. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
6. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
7. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК, 2012. – № 6. – С. 51-54.
8. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
9. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
10. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
11. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
12. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
13. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев,Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
14. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
15. Наймушин, Д. А. Актуальные направления развития агропромышленного комплекса и использование индукционных нагревателей в скотоводстве / Д. А. Наймушин // Знания молодых: наука, практика и инновации: Материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров: Вятский ГАТУ, 2025. – С. 62-66.
16. Наймушин, Д. А. Конструкция перспективных типов подшипников / Д. А. Наймушин, Р. А. Лебедев // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 148-149.
17. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.

УДК 631.362

СОРТИРОВОЧНЫЕ МАШИНЫ НА ПРОИЗВОДСТВАХ

Барская К. Д. – студентка 2 курса агрономического факультета
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Сортировочные машины нужны на производствах для разделения и распределения материалов, чтобы оптимизировать производственные процессы и повысить эффективность. Они применяются в различных отраслях, от обработки сырья до сортировки продуктов питания и бытовых отходов. Сортировочные машины довольно распространены в различных отраслях промышленности. Они широко используются для сортировки предметов и их разделения по различным параметрам. В машине используется передовая технология для определения состояния, размера, формы, цвета или других свойств сортируемого объекта. В зависимости от конфигурации сортировочные машины могут обрабатывать как небольшие, так и большие партии товаров с невероятной скоростью и точностью.

Ключевые слова: сортировочные машины, виброгрохоты, магнитные сепораторы, барабанные грохоты, оптические сортировочные машины, дробильно- сортировочные машины, сортировочные конвейры, универсальные просеиватели

На предприятиях используются различные типы сортировочных машин, в зависимости от обрабатываемого материала и целей сортировки. Общие типы включают:

Виброгрохоты. Это машина, которая делит сыпучие материалы на фракции по размеру. Таково назначение. Внутри агрегата есть сито с отверстиями одинакового диаметра. Мелкие частицы проскакивают сквозь них, а крупные остаются наверху. Среди основных видов оборудования встречаются агрегаты, в составе которых есть барабанный тип сит, а не плоский. Грохочение нужно, чтобы разделить по крупности руду, уголь, щебень, песок и другое сырье. Получаются продукты нужного размера, которые потом по-разному используют или перерабатывают. А еще грохочение помогает очистить сырье от ненужных примесей, обеспечивает обезвоживание. Нерудный материал и другое сырье теряют лишнюю влагу. Принцип работы-в вибрационных грохотах материал помогают разделить колебание, собственный вес. Сырье засыпается на наклонное сито, которое "трясется" под действием вибромотора. Из-за этого частицы мелких фракций проваливаются вниз, а "крупняк" скользит вдоль просеивающих поверхностей, сходит с другого конца вибросита.

Магнитные сепараторы. это оборудование, используемое для удаления металлических примесей из материалов, обеспечивая защиту промышленного оборудования и повышение качества продукции. Они находят широкое применение в горнодобывающей, металлургической, пищевой и перерабатывающей отраслях, предотвращая загрязнение сырья и снижая эксплуатационные затраты. Современные магнитные системы позволяют минимизировать потери при переработке и эффективно извлекать даже мельчайшие металлические частицы.

Принцип работы магнитного сепаратора. Работа магнитного сепаратора основана на разнице магнитных свойств материалов. Металлические примеси, обладающие ферромагнитными свойствами, притягиваются к рабочей зоне магнита и извлекаются из потока сырья. Мощность магнитного поля, его градиент и конфигурация определяют эффективность отделения нежелательных включений.

Некоторые модели работают с немагнитными металлами за счет использования вихревых токов (электромагнитные сепараторы), создавая индукционные силы, выбрасывающие частицы цветных металлов из основного потока.

Барабанные грохоты. это механическое устройство, предназначенное для разделения сыпучих материалов на фракции в зависимости от их размера. Он состоит из цилиндрического барабана, который вращается вокруг своей оси. Поверхность барабана покрыта сеткой с отверстиями определенного размера. Материал подается внутрь барабана, и при вращении мелкие частицы проходят через отверстия сетки, а крупные остаются внутри и выводятся с другого конца барабана.

Принцип работы вращающегося барабанного грохота. Принцип работы вращающегося барабанного грохота для сепарации примесей достаточно прост. Материал, подлежащий разделению, подается в вращающийся барабан. Вращение барабана обеспечивает перемешивание материала и его прохождение через сетку. Мелкие частицы проваливаются через ячейки сетки и собираются в нижней части грохота. Крупные частицы, размер которых превышает размер ячеек сетки, остаются внутри барабана и перемещаются к выходному отверстию. На выходе происходит разделение на две или более фракции, в зависимости от конструкции грохота и используемых сеток.

Оптические сортировочные машины. это инновационный метод, который все активнее используется в сельском хозяйстве для повышения качества посевного материала. Технологии, заложенные в основу оптической сортировки, позволяют автоматически отделять дефектные и посторонние частицы, улучшая чистоту и однородность конечного продукта. В данной статье мы рассмотрим основные механизмы работы оптических сортировщиков, приведем примеры оборудования и обсудим, как эти инновации влияют на качество семян.

Принцип работы оптических сортировщиков. Оптические сортировщики работают на основе системы камер и датчиков, которые анализируют каждое семя по ряду параметров. Основные принципы, по которым работает такая система, включают:

1. Камеры высокой четкости. Камеры захватывают изображение каждого семени, проходящего по конвейеру, что позволяет системе анализировать форму, цвет, текстуру и другие внешние характеристики.
2. Светодиодное и инфракрасное освещение. Светодиоды различной мощности и инфракрасные датчики помогают точно подсветить и выявить внутренние дефекты и посторонние примеси, которые могут быть невидимы обычному глазу.
3. Аналитические алгоритмы. После захвата изображения алгоритмы на базе искусственного интеллекта мгновенно определяют качество семян и наличие дефектов, сравнивая их с заложенными в программу стандартами.
4. Выбраковка. При обнаружении примеси или дефекта семя отбраковывается специальным пневматическим устройством, выбрасывающим его из потока.

Дробильно-сортировочные установки. Используются для дробления и сортировки материалов. Это позволяет получить продукты нужного размера и фракции для дальнейшего использования в различных отраслях.

Песок и гравий используются для производства бетона и различных строительных растворов, особенно асфальта, которые используются во многих областях, таких как проекты надстроек и дорожного строительства. Для получения этого материала необходимо установить сортировочно-дробильную установку и раздробить камни или удалить песок, смешанный с почвой в реках и подобных песчаных бассейнах, просеять, очистить и отделить для использования. Для выполнения этих операций различные механизмы необходимо собирать и эксплуатировать в определенном порядке. Наша компания проектирует и производит дробильно-сортировочное оборудование различной производительности с целью получения необходимых материалов и по запросу устанавливает комплексы с этим оборудованием.

Сортировочные конвейеры. это система, используемая для автоматической сортировки различных предметов и изделий на производственной линии. Он состоит из нескольких этапов, включающих в себя, например, сканирование, фильтрацию и сортировку на основе различных критериев.

На первом этапе конвейера, предметы проходят сканирование, чтобы определить их характеристики, например, размер и форму. Затем, с помощью фильтрации, предметы могут быть разделены по различным критериям, таким как цвет или материал.

После этого предметы могут быть направлены на соответствующую линию сортировки, которая может быть настроена для сортировки предметов по определенным классам или категориям. Используя различные технологии, включая датчики, камеры и

программное обеспечение, конвейер автоматически определяет, куда направить каждый предмет. Такая система является эффективной и надежной, поскольку позволяет сократить время и затраты на ручную работу при сортировке предметов. Она также способствует увеличению производительности и оптимизации процесса производства, что позволяет компании сохранять конкурентные преимущества на рынке.

Универсальные просеиватели. Просеиватель древесного опила и грунта (торфа, песка, глины и т.д.) является универсальной единицей оборудования, которое входит в состав любой линии гранулирования или комбикормового завода. Функция просеивателя проста — отсеять сырье от ненужных примесей и мусора. Данный агрегат может просеять, как крупные элементы от мелких, так и мелкие от крупных

Быстро, качественно и автоматизированно просеять и подать на следующий уровень обработки материал, сможет только просеиватель сырья!

Просеиватели представлены в двух видах — со шнековой выгрузкой сырья и ленточной. Преимущества одного вида оборудования перед другим — это ориентация на сохранение внешнего вида просеянного сырья и системная равномерная подача на следующий уровень.

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Безрукова М. А. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Предпосевная обработка почвы — важный этап сельскохозяйственных работ, от которого напрямую зависит качество посева и будущий урожай. Её цель — создать оптимальные условия для семян: выровнять поверхность поля, обеспечить нужную плотность и структуру почвы, уничтожить сорняки и сохранить влагу.

Ключевые слова: предпосевная обработка почвы, плотность почвы, влажность, засоренность, рыхление, культиваторы, лущильники, бороны, катки

К ключевым задачам предпосевной обработки почвы относят:

- выравнивание поверхности. Устранение неровностей для равномерного посева и облегчения последующих агротехнических операций;
- рыхление и крошение. Создание мелкокомковатой структуры, благоприятной для прорастания семян и развития корневой системы растений;
- уничтожение сорняков. Ликвидация всходов сорных растений, конкурирующих с культурными за питательные вещества и влагу;
- сохранение влаги. Уменьшение испарения за счёт создания мульчирующего слоя или уплотнения верхнего горизонта;
- создание семенного ложа. Формирование плотного слоя на глубине заделки семян для их надёжного контакта с почвой.

Выбор технологии предпосевной обработки зависит от типа почвы, предшествующей культуры, уровня засоренности и климатических условий. Основные из них:

Классическая (традиционная) обработка. Включает несколько последовательных операций:

- вспашка плугом (осенью);
- ранневесеннее боронование для закрытия влаги;
- культивация с боронованием для рыхления и выравнивания;
- прикатывание для уплотнения семенного ложа.

Минимальная обработка. Сокращает число проходов техники за счёт совмещения операций. Используются комбинированные агрегаты, выполняющие рыхление, выравнивание и прикатывание за один проход. Снижает энергозатраты и сохраняет структуру почвы.

Нулевая обработка. Посев проводится без предварительной обработки специальными сеялками прямого посева. Почва остаётся под растительным покровом, что предотвращает эрозию и сохраняет влагу. Требует строгого соблюдения фитосанитарных мер.

Поверхностная обработка. Применяется на лёгких почвах или после культур с хорошей стернёй. Включает дискование, культивацию на небольшую глубину и боронование. Экономит топливо и время, но менее эффективна на тяжёлых и засорённых участках.

Для предпосевной обработки почвы используются различные машины и орудия, которые выполняют рыхление, выравнивание, уничтожение сорняков, создание семенного ложа и другие операции. Выбор техники зависит от типа почвы, технологии обработки и конкретных задач.

Плуги предназначены для глубокой обработки земли, изменения структуры почвы, насыщения ее кислородом и избавления от сорной растительности. Они особенно необходимы при обработке сложных земель или неосвоенной целины. После вспашки плугом почву дополнительно обрабатывают культиваторами.

Плуги различаются по нескольким критериям:

- модели общего назначения и специальные;
- количество корпусов;
- навесные, полунавесные и прицепные.

Технология вспашки различает отвально-развальную и гладкую пахоту.

Основные виды плугов:

- загонные. Подходят для обработки лёгких почв и подъёма травяного пласта;
- полувинтовые. Используются для обработки залежей;
- винтовые. Применяются для обработки целины;
- безотвальные. Подходят для территорий, подверженных ветровой эрозии или нуждающихся в снегозадержании;
- дисковые. Используются для обработки самых сложных почв, например дернистых или освобождённых от лесных насаждений;
- вырезные. Подходят для подзолистых почв, каштановых и маломощных чернозёмов.

Бороны используют для выравнивания поверхности земли, разрушения корки с капиллярами (чтобы предотвратить высыхание почвы) и удаления сорняков. Их применяют и самостоятельно, и совместно с плугом или культиватором.

В зависимости от конструкции бороны делятся на несколько видов:

- дисковые (лущильщики). Рабочим органом являются диски, расположенные под некоторым углом к направлению движения инструмента (угол атаки). Дисковыми боронами обрабатывают почву перед посевом — они эффективно разрезают дёрн и рыхлят землю;
- зубовые. Рабочий орган — зубья круглого, квадратного или треугольного сечения. Тяжёлые бороны выдерживают нагрузку в 2–3 кг и применяются для обработки глинистых и суглинистых почв. Средние рассчитаны на 1–2 кг, они подходят для лёгкой рыхлой земли. Бороны с зубьями лёгкого типа с предельно допустимой нагрузкой в 0,5–1 кг используют для рыхления на малую глубину — 2–3 см;
- пружинные. Не вредят растительности, поэтому их используют для обработки междурядий;
- игольчатые. Лучше культиватора обеспечивают закрытие почвенной влаги.

Культиваторы выполняют рыхление, выравнивание поверхности и измельчение комков, заделку удобрений и гербицидов, лущение стерни после уборки, подрезание сорных трав, обработку земли под паром. Не переворачивают пласты почвы при обработке.

По назначению культиваторы делятся на:

- оборудование для сплошной обработки почвы. Включает паровые культиваторы, культиваторы-плоскорезы, штанговые культиваторы, культиваторы-рыхлители, культиваторы для работы в лесной местности;
- пропашные агрегаты (междурядные культиваторы);

В зависимости от типа рабочего органа культиваторы бывают:

- стрельчатые. Применяются для неглубокой обработки, в том числе на тяжёлых, жирных почвах перед посадкой мелкосеменных культур;
- чизельные. Рыхлят землю на глубину 15–30 см, двигаясь под некоторым углом к горизонтали. В основном применяются на паровых, подзолистых и засоленных почвах;
- лемешные. Технически это плуг без отвала, глубина обработки составляет 40 см;
- фрезерные. Используются для обработки мягких, суглинистых грунтов перед посадкой овощей;
- дисковые. Используются для разрезания и заделки в землю пожнивных остатков. В зависимости от диаметра дисков делятся на лёгкие (лущильщики) с глубиной обработки 7 см, средние (дискаторы) с погружением на 12 см и тяжёлые (дисковые плуги) с глубиной обработки до 16 см.

Комбинированные агрегаты — сложный тип навесного (прицепного) оборудования для техники, которое необходимо для предпосевной подготовки почвы и непосредственно для посева определённых сортов растений. Они позволяют выполнить ряд технологических операций за один проход трактора.

В состав агрегата для предпосевной обработки почвы входят различные блоки от стандартного оборудования: культиваторов и плоскорезов, сеялок и дисковых борон. Как правило, у таких агрегатов все или некоторые органы являются сменными, что даёт возможность использовать их не только для типовых, но и для специальных этапов технологического процесса.

Сеялки прямого посева используются в технологии, при которой посев осуществляется в неподготовленную почву. С их помощью выполняется ряд агротехнических операций: разрез почвы и растительных остатков, которые присутствуют на поле; внесение удобрений; посев семенного материала на заданную глубину; одновременный посев бинарного компонента — мелкосемянных культур; прикатывание борозды и закрытие борозды, чтобы создать лучший контакт семян с почвой.

При выборе техники важно учитывать тип почвы, климатические условия, культуру, которую планируется сеять, и другие факторы.

Обзор технологических аспектов и технических средств для предпосевной обработки почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [1-21].

Литература

1. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.

2. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.

3. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С.51-54.

5. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.

6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.

7. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.

8. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.

9. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.

10. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев,Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров , А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
13. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
14. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
15. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
16. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин В.Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
18. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12.
19. Мухамадьяров, Ф. Ф. К вопросу об исследовании начала возникновения скольжения пневматических шин / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. А. Шмаков // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы I Всероссийской научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение» и 54-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской ГСХА, посвященной 55-летию инженерного факультета. – 2007. – С. 179-182.
20. Наймушин, Д. А. Актуальные направления развития агропромышленного комплекса и использование индукционных нагревателей в скотоводстве / Д. А. Наймушин // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 62-66.
21. Наймушин, Д. А. Конструкция перспективных типов подшипников / Д. А. Наймушин, Р. А. Лебедев // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 148-149.

УДК 621.4

ОСНОВНЫЕ ДЕФЕКТЫ ДНИЩА ПОРШНЕЙ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Булатов П. Д. – обучающийся 4 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены основные дефекты днища поршней тепловых двигателей.

Ключевые слова: поршневые сплавы, дефекты днища поршня, структуры твердых растворов

При работе двигателя, особенно в условиях повышенных температур и давлений в камере сгорания, особое внимание уделяется конструкции поршня, от работы которого зависят основные показатели двигателя.

Поршень двигателя внутреннего сгорания - деталь, предназначенная для циклического восприятия давления расширяющихся газов и преобразования его в поступательное механическое движение, воспринимаемое далее кривошипно-шатунным механизмом. Как правило, оснащён поршневыми кольцами для улучшения герметичности системы цилиндр - поршень. В поршневых компрессорах для воздуха, фреона или другого газа его роль прямо противоположная - приводимый в движение кривошипно-шатунным механизмом, поршень сжимает газ, поступивший в камеру на этапе впуска газа.

Сложная конфигурация поршня, быстро меняющиеся по величине и направлению тепловые потоки, воздействующие на его элементы, приводят к неравномерному распределению температур по его объему и, как следствие, к значительным переменным по времени локальным термическим напряжениям и деформациям.

Поршень должен обладать достаточными прочностными характеристиками, обеспечивающими необходимую надежность и долговечность в условиях воздействия высоких динамических, механических и тепловых нагрузок. При этом он должен обладать малой массой, высокой износостойкостью контактных поверхностей, низкими потерями на трение при минимальных монтажных зазорах в цилиндре, оптимальной теплопроводностью и малым коэффициентом теплового расширения.

Особое место отводится отработке конструкции поршня с использованием новейших расчетных методов оптимизации, что позволят выбирать наилучший вариант материала, вида упрочнения и геометрической конфигурации для конкретного типа двигателя, обеспечивающий выполнение норм экологии и высокую топливную экономичность.

Для производства поршней в отечественной и мировой практике используются алюминиевые сплавы, чугуны и стали, в последние два десятилетия за рубежом ведутся разработки поршней из композитов [1-3].

Основные размеры поршня определяются на основе свойств материалов, статических данных о соотношении конструктивных элементов поршня, проведения расчетов его напряженно-деформированного состояния, проверенных экспериментальными исследованиями. При этом особое внимание уделяется определению высоты головки и самого поршня, толщины днища и высоте жарового пояса. От этих параметров конструкции поршня зависят его масса, расположение центра тяжести и, следовательно, условии перекладки в цилиндре, шум и вибрации, температура в зоне канавки первого поршневого кольца, являющаяся причиной снижения её твердости и износостойкости и интенсивного коксования масла, приводящее к залеганию кольца в канавке.

Высота жарового пояса определяет также «мертвый» объем камеры сгорания двигателя и выбросы с отработавшими газами несгоревших углеводородов [4-7].

Чтобы определить не всегда однозначные причины повреждений, при оценке повреждений двигателей требуется целостный подход. Довольно часто после ремонта двигателя появляются новые неисправности, потому что хотя и были заменены поврежденные детали, но не были устранены причины повреждений. При описании

повреждения специалисту предоставляют лишь одну-единственную дефектную деталь, не упоминая срока службы или масштаб повреждения. В таком случае, однако, диагностика может быть только общей, а не специфической для данного повреждения. Нами будут рассмотрены только те дефекты, которые образуются в результате воздействия повышенных температур и давлений в цилиндре тепловых двигателей (рисунок 1, рисунок 2).

Виды повреждений - прогары и отложения на головке поршня (дизельный двигатель):

- полное разрушение головки поршня;
- прогар жарового пояса до упрочняющей вставки для кольца;
- задиры и повреждения на юбке поршня из-за расплавленного и истертого материала поршня;
- частичное отсоединение упрочняющей вставки для кольца;
- повреждения (следы ударов) во всех камерах сгорания из-за расплавления материала поршня и отсоединения частей упрочняющей вставки для кольца.

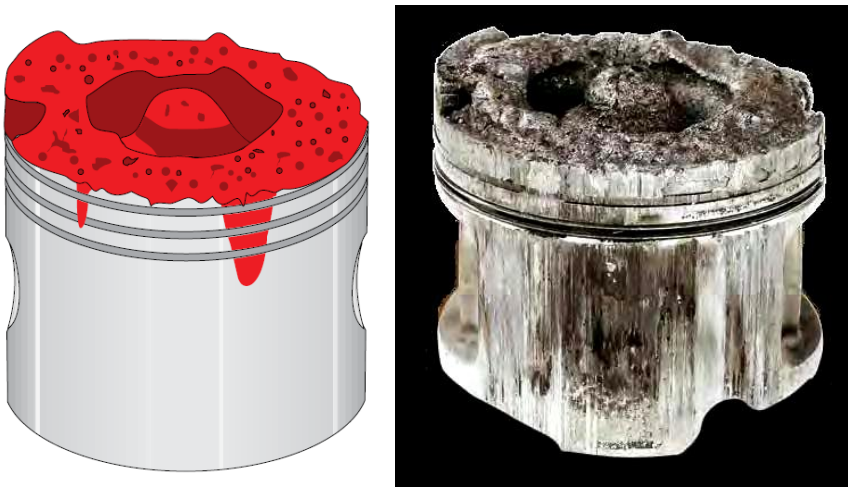


Рисунок 1 - Прогары и отложения на головке поршня (дизельный двигатель)

Виды повреждений - трещины в днище и в углублениях днища поршня:

- трещины от напряжения по краю углубления;
- основная трещина до бобышки поршня;
- прожженный канал от углубления до области под маслосъемным поршневым кольцом, возникший под действием отработавших газов, протекавших через основную трещину.

Материал поршня местами сильно нагревается: в предкамерных двигателях в местах попадания предкамерных струй, а в двигателях с непосредственным впрыском – по краю углубления. В этих местах материал сильнее расширяется. Поскольку перегретые места окружены холодным материалом, материал подвергается здесь выходящей за пределы эластичности деформации. При остывании происходит противоположный процесс: в местах, в которых материал сначала подвергался обжатию и вытеснению, возникает нехватка материала. В результате этого появляются напряжения при растяжении, которые вызывают трещины от напряжения. Если на напряжения от термической нагрузки накладываются напряжения от прогибания пальца, то из трещин от напряжения образуется очень широкая основная трещина, которая приводит к поломке и выходу поршня из строя [8-10].

Для деформируемых сплавов характерна структура твердого раствора с наибольшим содержанием эвтектики.

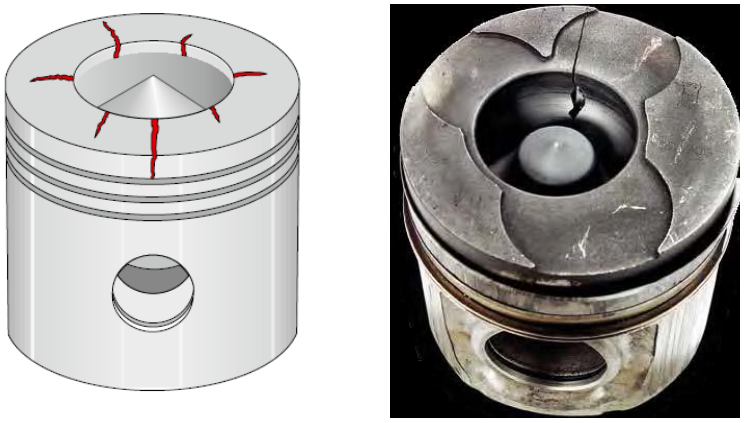


Рисунок 2 - Трещины в днище и в углублениях днища поршня

Они подвергаются упрочнению закалкой с последующим старением как естественным путем при комнатной температуре, так и искусственным при повышенной температуре. В результате закалки образуется пересыщенный твердый раствор легирующих элементов в алюминии, из которого при старении выделяется избыток растворенных элементов в виде зональных метастабильных фаз и стабильных интерметаллидов.

Некоторые деформируемые алюминиевые сплавы, в частности, содержащие хром, марганец, цирконий и железо, способны закаливаться из жидкого состояния; при этом концентрация элементов в пересыщенном твердом растворе может существенно превосходить максимальную равновесную концентрацию для твердого состояния [10-15].

В настоящее время считается, что для малофорсированных двигателей с ограниченным сроком службы наиболее целесообразно применять цельные поршни (литые или штампованные), изготавливаемые из специальных поршневых жаропрочных алюминиевых сплавов. Например, для литья поршней в кокиль используются эвтектические легированные силумины АЛ25, АЛ30, имеющие предел прочности при нормальной температуре 195…235 МПа и при температуре 300ºС – 100…110 МПа. Коэффициент линейного термического расширения (КЛТР) этих сплавов в диапазоне температур 20…300ºС составляет $21 \cdot 10^{-6}$ 1/ºС. Полученные горячей объемной штамповкой поршни из деформируемых алюминиевых сплавов (например, АК4, АК4-1), как правило, обладают более высокими, чем литые, прочностными характеристиками, но они имеют большее значение КЛТР – $(22{,}0…24{,}3) \cdot 10^{-6}$ 1/ºС – более массивны и дороги.

Но при работе таких поршней в условиях повышенных температур легированные силумины АЛ25, АЛ30 и деформируемые алюминиевые сплавы АК4, АК4-1 не могут эффективно работать без соответствующего упрочнения. Происходит пригар поршня и выход двигателя из строя [16-22].

Литература

1. Скрябин, М. Л. Этапы формирования пористых структур при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов / М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Ползуновский вестник. – 2017. – № 4. – С. 192-196.

2. Скрябин, М. Л. Практические результаты поверхностного упрочнения днища поршня методом микродугового оксидирования / М. Л. Скрябин // Ползуновский вестник. – 2018. – № 1. – С. 153-157.

3. Регулировочные характеристики дизеля при работе на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 11. – С. 3-9.

4. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.

5. Повышение жаропрочности поршневых алюминиевых сплавов дизельных двигателей / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин [и др.] // Строительные и дорожные машины. – 2018. – № 2. – С. 40-46.

6. Скрябин, М. Л. Особенности физико-геометрической модели образования пористых структур оксидных пленок при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов / М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Информационно-технологический вестник. – 2017. – № 4. – С. 200-207.

7. Скрябин, М. Л. Расчет констант скорости реакций термической диссоциации при сгорании углеводородных топлив в цилиндре дизеля / М. Л. Скрябин // Общество, наука, инновации (НПК – 2015) : сборник материалов. Общеуниверситетская секция, БФ, ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ. – Киров : Вятский государственный университет, 2015. – С. 983-987.

8. Скрябин, М. Л. Условия формирования нанопористых структур оксидных пленок при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов / М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2018. – № 3. – С. 124-127.

9. Скоростные характеристики автомобильного дизеля при работе на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин [и др.] // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2017. – № 4 (34). – С. 39-45.

10. Скрябин, М. Л. Особенности выбора современных материалов для поршневой группы при работе дизеля на альтернативных видах топлива / М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука–Технология–Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – С. 279-285.

11. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Скрябин Максим Леонидович. – Санкт-Петербург, 2009. – 18 с.

12. Скрябин, М. Л. Показатели сажесодержания дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи в зависимости от угла поворота коленчатого вала / М. Л. Скрябин, А. С. Юрлов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения : сборник научных трудов. – Йошкар-Ола, 2016. – С. 294-596.

13. Лопатин, О. П. Влияние присадок и физико-химических характеристик горючей смеси на процесс образования оксидов азота / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 203-210.

14. Лиханов, В. А. Перевод дизеля Д-245.7 на природный газ / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы III Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – С. 49-51.

15. Скрябин, М. Л. Влияние энергии разрыва простой химической связи на константы скорости реакции термической диссоциации / М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев // Общество, наука, инновации (НПК – 2015) : сборник материалов. Общеуниверситетская секция, БФ, ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ. – Киров : Вятский государственный университет, 2015. – С. 977-982.

16. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.

17. Скрябин, М. Л. Этапы формирования пористых структур при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов / М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Ползуновский вестник. – 2017. – № 4. – С. 192-196.

18. Регулировочные характеристики дизеля при работе на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 11. – С. 3-9.

19. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С. 15-19. – EDN VLQGLM.

20. Скрябин, М. Л. Особенности физико-геометрической модели образования пористых структур оксидных пленок при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов / М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Информационно-технологический вестник. – 2017. – № 4. – С. 200-207.

21. Лиханов, В. А. Применение рапсового масла и этанола в качестве моторного топлива для дизеля 2Ч 10,5/12,0 / В. А. Лиханов, М. И. Арасланов, А. Н. Козлов // Общество, наука, инновации (НПК - 2014) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : сборник материалов: общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ, Киров, 15–26 апреля 2014 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2014. – С. 1965-1968. – EDN UJRDPP.

22. Лиханов, В. А. Применение рапсового масла и этанола в качестве моторного топлива для дизеля 2Ч 10,5/12,0 / В. А. Лиханов, М. И. Арасланов, А. Н. Козлов // Общество, наука, инновации (НПК - 2014) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : сборник материалов: общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ, Киров, 15–26 апреля 2014 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2014. – С. 1965-1968. – EDN UJRDPP.

УДК 629.08

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ТЯГОВОГО КЛАССА 40КН

Булатов П. Д. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена анализу проблем, связанных с диагностированием и хранением колесных тракторов тягового класса 40 кН в современных условиях. Предложен комплекс мероприятий, включающий: внедрение необходимых проработок, сопутствующих современной диагностике, оптимизацию условий хранения с учетом климатических особенностей региона.

Ключевые слова: агрегат, машина, тяговый класс, диагностика, хранение

Колесные тракторы тягового класса 40 кН являются важным звеном в аграрном производстве, обеспечивая выполнение разноплановых операций [1, 2, 3, 4, 9].

Под упомянутый тяговый класс попадает линейка колесных тракторов, выпускаемых Брянским тракторным заводом. Сюда входят: БТЗ-251К, БТЗ-252К, БТЗ-253К, БТЗ-242К.20 и флагман БТЗ-254К (рисунок1).



Рисунок 1 – Трактор колесный БТЗ-254К

Помимо производителя тракторов в Брянске, под данный тяговый класс подходит колесный трактор МТЗ-2022.3. Он, аналогично флагману БТЗ-254К, предназначен для выполнения энергоемких сельскохозяйственных работ общего назначения - пахота и предпосевная обработка почвы, посев зерновых и других культур в составе широкозахватных и комбинированных агрегатов, выполнение уборочных работ в составе высокопроизводительных уборочных комплексов на заготовке кормов, уборке корнеплодов, зерновых и технических культур, транспортных и погрузо-разгрузочных работ. А, также в качестве тягача для доставки грузов по дорогам со слабонесущими грунтами и в осенние и весенние периоды по распутице [3, 4, 11].

1. Проблемы диагностирования колесных тракторов тягового класса 40 кН сопряжены с несколькими факторами:

• Прежде всего, такие тракторы представляют собой многоуровневые технические системы, состоящие из множества сложных взаимосвязанных узлов и агрегатов. Своевременное и современное диагностирование позволяет выявлять возникающие неисправности на ранних стадиях, предотвращая серьезные отказы и дорогостоящий ремонт.

• Методы диагностирования, применяемые в сельскохозяйственных предприятиях, часто являются устаревшими и не позволяют оценить техническое состояние трактора.

К основным проблемам относятся:

• Недостаточное использование современных методов и оборудования:

Зачастую, в хозяйствах, диагностика сводится к визуальному осмотру и прослушиванию двигателя, без применения специализированных приборов и программного обеспечения.

• Нехватка штатных квалифицированных специалистов: Обслуживание и диагностика современной сельскохозяйственной техники требует высокой квалификации и постоянного повышения знаний и навыков персонала.

• Неполноценный учет и анализ данных диагностирования: Отсутствие систематизированной учтенной информации о состоянии тракторов делает проблематичным прогнозирование неисправностей и планирование ремонтных воздействий.

2. Пути совершенствования процесса диагностирования:

Для более эффективного диагностирования колесных тракторов тягового класса 40 кН необходимо внедрение следующих мер:

- Внедрение современных методов диагностирования:

• Компьютерная диагностика: Применение диагностических сканеров для нахождения кодов ошибок электронных систем управления двигателем, трансмиссией и другими системами [5].

• Вибрационная диагностика: Анализ вибраций, возникающих в различных узлах и агрегатах, для выявления дефектов подшипников, шестеренчатых узлов и других вращающихся деталей.

• Анализ масел: Систематический отбор проб масла из двигателя, трансмиссии и гидравлической системы для определения содержания металлической стружки, продуктов износа и иных загрязнителей.

- Обучение и повышение квалификации персонала:

• Организация курсов повышения квалификации для механиков и других специалистов, занимающихся обслуживанием и ремонтом тракторов.

• Привлечение опытных специалистов для проведения мастер-классов и обучения на рабочем месте.

- Внедрение систем мониторинга и прогнозирования:

• Использование датчиков и систем телеметрии для непрерывного сбора данных о работе трактора (температура, давление, расход топлива и т.д.).

• Анализ собранных данных с использованием методов машинного обучения для выявления аномалий и прогнозирования возможных неисправностей.

• Анализ этих данных для выявления типичных неисправностей и разработки рекомендаций по их предотвращению.

3. Совершенствование процессов хранения колесных тракторов тягового класса 40 кН:

Правильное хранение тракторов в межсезонный период играет важную роль в продлении срока их службы и поддержании в работоспособном состоянии [6-9]. Основные аспекты совершенствования этого процесса:

- Подготовка трактора к хранению:

• Тщательная очистка трактора от грязи, пыли, маслянистых отложений.

• Слив охлаждающей жидкости и замена ее на антифриз (в зимний период).

• Замена моторного масла и фильтров.

• Предварительная смазка всех трущихся деталей и узлов.

• Консервация топливной системы (слив топлива и промывка системы консервирующей жидкостью).

• Обработка резиновых деталей специальными составами для предотвращения растрескивания.

• Снятие аккумуляторной батареи, диагностирование ее состояния и последующее хранение в теплом помещении.

• Установка трактора на усиленные подставки для разгрузки шин [5, 10].

• Закрытие всех отверстий воздуховодов и выхлопной трубы для предотвращения попадания влаги и пыли.

- Выбор места хранения:

• Рекомендуется хранить трактор в закрытом помещении (гараж, ангар) с соответствующими габаритами ворот и хорошей вентиляцией.

• Если хранение осуществляется на открытом воздухе, необходимо использовать укрытия (тенты, чехлы) для защиты от атмосферных осадков и солнечных лучей.

• Площадка для хранения должна быть ровной и выдерживающей нагрузку не менее 10 тонн, чтобы предотвратить проседание трактора.

- Регулярный контроль состояния трактора во время хранения:

• Периодический осмотр трактора на предмет наличия коррозии, утечек жидкостей и других повреждений.

• Систематическая проверка давления в шинах.

• Изменение положения коленчатого вала двигателя для предотвращения "закисания" цилиндров.

В качестве итогов можно отметить следующее:

Совершенствование процессов диагностирования и хранения колесных тракторов тягового класса 40 кН является важным фактором повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Внедрение современных методов диагностики, обучение персонала и правильная организация хранения позволят значительно увеличить срок службы тракторов, снизить затраты на ремонт и повысить их надежность [1, 5, 7, 10, 15]. Инвестиции в эти направления окупятся за счет повышения производительности и снижения эксплуатационных расходов. Важно помнить, что комплексный подход, сочетающий передовые технологии и строгое соблюдение регламентов при диагностировании и хранении, является залогом успешной эксплуатации колесных тракторов тягового класса 40 кН.

В условиях начала второй четверти XXI века агропромышленный комплекс нуждается в совершенствовании применяемых технологий, оборудования, оснастки, агрегатов и машин в широком диапазоне [12-19]. Эффективная и бесперебойная работа этих машин напрямую влияет на производительность и рентабельность сельскохозяйственных предприятий. Совершенствование процессов диагностирования и хранения играет ключевую роль в обеспечении надежности и долговечности тракторов, снижении эксплуатационных расходов и увеличении срока их службы.

Литература

1. Родичев, В. А. Тракторы: учебник для нач. проф. Образования / В. А. Родичев. – 11-е изд., стер. – Москва : Академия, 2013 – 288 с.

2. Новые трактора России. – URL: https://traktorspec.ru/traktora/novye-traktora-rossii.html (дата обращения: 30.03.2026).

3. Беларус 2022.3. – URL:: https://tdagrotehsnab.ru/catalog/traktory/traktory-belarus (дата обращения: 30.03.2026).

4. Колесные тракторы. – URL:: https://btz-agro.ru/products/tractors/wheel-tractors (дата обращения: 30.03.2026).

5. Диагностика и техническое обслуживание машин для сельского хозяйства : учебное пособие / А. В. Новиков [и др.] ; под редакцией А. В. Новикова. – Минск : БГАТУ, 2009. – 404 с.

6. ГОСТ 7751-85. Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения : Государственный стандарт Союза ССР : утвержден и введен в действие постановлением государственного комитета СССР по стандартам от 20 декабря 1985 г. : дата введения 1987-01-01 / разработан Государственным агропромышленным комитетом СССР. – Москва : Стандартинфо, 1986 – 30 с.

7. Ленский, А. В. Специализированное техническое обслуживание машинно-тракторного парка / А. В. Ленский. – Москва : Росагропромиздат, 1989. – 236 с.
8. Иофинов, С. А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С. А. Иофинов, Г. П. Лышко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1984. – 351с., ил. – (Учебники и учебные пособия для высших с.-х. учебных заведений).
9. Пятёрка лучших производителей на рынке тракторов и сельхозтехники. – URL: https://perevozka24.ru/pages/pyatrka-luchshih-proizvoditeley-na-rynke-traktorov-i-selhoztehniki (дата обращения: 30.03.2026).
10. Шилин, В. В. Совершенствование технологии хранения машинно-тракторного парка в условиях предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, В. А. Салангин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 232-235.
11. Шилин, В. В. Сравнение эксплуатационных показателей при использовании отечественных и зарубежных тракторов / В. В. Шилин, И. П. Бессолицын // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 212-218.
12. Жолобов, Н. В. Сепаратор зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Сельский механизатор. – 2017. – № 10. – С. 20-21.
13. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян // Знания молодых – будущее России / С. О. Лопатин : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 142-144.
14. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
15. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение». – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.
16. Вараксин, В. И. Особенности технологического расчета станций технического обслуживания индивидуальных автомобилей: метод. пособие к практическим занятиям / В. И. Вараксин, В. В. Шилин, А. В. Созонтов. – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – 58 с.
17. Шилин, В. В. Совершенствование технологии технического обслуживания и текущего ремонта автомобильного транспорта в условиях подразделений предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, Д. П. Сысоев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 236-240.
18. Andreev, V. L. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V.L. Andreev, V.V. Shilin, V.V. Ilichev, T.S. Holodenina // BIO Web of Conferences, Vol. 42 (2022) 03009. doi:10.1051/bioconf/20224203009.
19. Ресурсосберегающие технологии производства и послеуборочной обработки зерна: учебное пособие для лабораторных и практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 112 с.

УДК 349.2

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ШУМА В ПРОИЗВОДСТВЕ

Бушуев В. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются способы снижения шума.
Ключевые слова: охрана труда, шум, измерение шума

Актуальность мероприятий по снижению шума на производстве обусловлена комплексным воздействием этого негативного фактора на здоровье работников, экономические показатели предприятия и общую безопасность труда.

В современных условиях промышленного роста и автоматизации уровень звукового давления часто превышает допустимые нормы, что ведет к развитию профессиональных заболеваний, в первую очередь — нейросенсорной тугоухости. Длительное воздействие шума провоцирует не только поражение слухового аппарата, но и вызывает нарушения в работе центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, повышает общую утомляемость и снижает концентрацию внимания.

С точки зрения производственной эффективности, высокий уровень шума является прямой причиной снижения производительности труда. Утомленный работник чаще допускает ошибки, что ведет к росту брака и повышению вероятности возникновения производственного травматизма, так как шум маскирует звуковые сигналы опасности или изменения в работе оборудования.

Экономическая значимость проблемы заключается в необходимости компенсационных выплат за работу во вредных условиях, затратах на лечение и реабилитацию сотрудников, а также в штрафных санкциях со стороны контролирующих органов за нарушение нормативов охраны труда.

Внедрение современных шумозащитных мероприятий, таких как замена устаревшего оборудования на малошумное, использование звукоизолирующих кожухов, экранов и средств индивидуальной защиты, позволяет создать благоприятную эргономическую среду. Это способствует сохранению трудового долголетия персонала и повышению технологической дисциплины на предприятии.

При защите от производственного шума необходимо предусматривать комплекс последовательно выполняемых мероприятий:

· Мероприятия по снижению шума отдельных источников (оборудования, машин, механизмов и т.п.)

· Использование средств индивидуальной защиты, если не удалось снизить шум источников до допустимых значений.

· Мероприятия при проектировании производственных процессов, чтобы снизить действие шума отдельных источников на работающих на других рабочих местах.

· Мероприятия при проектировании генеральных планов предприятия, чтобы снизить действие шумных зданий на работающих других объектов и на жителей населенных мест.

Мероприятия по снижению шума отдельных источников

· Уменьшение шума в источнике его возникновения (в наиболее шумных функциональных узлах оборудования, машин и т.п.).

· Звукоизоляция источника шума.

· Демпфирование (виброгашение) источника шума.

Уменьшение шума в источнике его возникновения

Мероприятия по уменьшению шума должны осуществляться на всех стадиях существования оборудования: при проектировании, изготовлении, монтаже и в процессе эксплуатации.

К основным методам, уменьшающим параметры шума в источнике его возникновения, относятся следующие.

При проектировании:

- изменение конструктивных элементов источника возбуждения, обеспечивающее их безударное взаимодействие (замена прямозубых шестерен на косозубые, шевронные; замена кулачковых и кривошипных механизмов равномерновращающимися, механизмами с гидроприводами; применение на станках ножевых валов с винтообразной режущей кромкой и т.п.);
- замена цепных, зубчатых передач ременными;
- выбор оптимального режима работы оборудования (например, изменение частоты колебаний, скоростей резания, подачи, давления и др.);
- замена возвратно-поступательных движений вращательными;
- замена подшипников качения на подшипники скольжения;
- отстройка от режима резонанса изменением массы и жесткости оборудования или установлением нового рабочего режима;
- замена металлических деталей, создающих повышенный уровень шума, на детали, выполненные из пластмасс, синтетических смол, прессованной древесины, древеснослоистых пластиков, прессованной древесной крошки. Применение, например, пластмассовых шестерен в паре с металлическими снижает шум от работы зубчатой передачи на 50 – 70 %.

При изготовлении деталей:

- использование материалов в соответствии с Техническими условиями;
- повышение класса чистоты обработки;
- соблюдение допусков;
- термическая обработка в соответствии с установленными режимами.

При сборке узлов, оборудования:

- качественная центровка приводного и приводимого механизмов;
- качественная балансировка вращающихся масс;
- обеспечение необходимой жесткости соединения элементов, узлов;

При монтаже стационарного оборудования:

- обеспечение соответствия массы и конструкции фундамента величине усилий, возникающих при работе оборудования;
- установка оборудования на виброизолирующее основание;
- качественное крепление оборудования к фундаменту.

При эксплуатации оборудования – своевременное и качественное техобслуживание:

- смазка сопряженных деталей;
- замена изношенных деталей;
- обеспечение необходимой жесткости соединений.

Звукоизоляция источника шума

Звукоизоляцией называется уменьшение энергии звуковых волн за счет их отражения от встречающихся на пути их распространения преград, выполненных из звукоизоляционных материалов (ЗИМ).

К звукоизоляционным материалам относятся плотные материалы с коэффициентом звукопроводности не более 0,001, т.е. $\tau \leq 0{,}001$ (кирпич, бетон, плотная древесина, сталь, стекло, алюминий).

Снижение шума отдельных источников методом звукоизоляции обеспечивается ограждением шумных функциональных узлов (механизма обработки, привода, передаточных устройств и др.) звукоизолирующими конструкциями.

В качестве звукоизолирующих конструкций используются звукоизолирующие кожухи, акустические экраны, кабины.

Акустическая эффективность звукоизолирующих конструкций в зависимости от вида ЗИМ, конструкции, герметичности, частоты звуковых волн может составлять 3-35 дБ.

Вибродемпфирование источника шума

Вибродемпфированием (виброгашением) называется уменьшение параметров вибрации и ,следовательно, шума за счет:

· изготовления деталей из вибродемпфирующих материалов;

· установки оборудования на виброизолирующее основание;

· нанесения вибродемпфирующих покрытий на вибрирующие поверхности.

Вибродемпфирующие материалы – это материалы с большим внутренним трением: сплавы на основе систем Cu-Ni, Ni-Ti, Ni-Co, сплавы марганца с содержанием 15-20 % меди, магниевые сплавы.

В зависимости от эффективности в соответствующем частотном диапазоне различают три типа вибродемпфирующих покрытий:

· Жесткие покрытия – твердые пластмассы, жесткие листовые материалы, затвердевающие мастики с динамическим модулем упругости $E=10^8–10^9$ Н/м^2, которые эффективны в области низких и средних частот (63-1000 Гц);

· Мягкие покрытия – резина, пластмассы, битумизированный войлок и другие с динамическим модулем упругости $E \approx 10^7$ Н/м^2 , рассчитан-ные на поглощение на частотах выше 1000 Гц.

· Комбинированные покрытия (многослойные или с наполнителями).

При нанесении жестких покрытий затухание колебаний происходит, главным образом, за счет совместной деформации изгиба покрытий и вибрирующей конструкции. Предпочтительна жесткая связь покрытия с вибрирующей поверхностью. В мягких покрытиях затухание обусловлено в основном деформациями сдвига по его толщине.

Средства индивидуальной защиты

На рабочих местах, где не удается добиться снижения шума до допустимых уровней техническими средствами или где это нецелесообразно по технико-экономическим соображениям, следует применять средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Основное назначение СИЗ – перекрыть проникновение звука в организм через ухо человека. Необходимо также отметить, что звуковые колебания воспринимаются человеком не только непосредственно через орган слуха, но и через череп путем костной проводимости.

Поэтому средства защиты только органа слуха не позволяют полностью устранить передачу звуковой энергии. В соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 «ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация» в зависимости от конструктивного исполнения средства индивидуальной защиты делятся на противошумные вкладыши, противошумные наушники, противошумные шлемы и каски, противошумные костюмы.

Вкладыши являются простейшим типом СИЗ. Изготовляются из мягких эластичных материалов – резины, пластмасс, различного волокна. Их вводят непосредственно в наружную часть слухового канала и оставляют там без дополнительных средств поддержания.

Мероприятия при проектировании производственных процессов

· Акустическая облицовка внутренних поверхностей помещения звукопоглощающими материалами.

· Установка штучных звукопоглотителей.

· Установка акустических экранов у шумных видов оборудования, рабочих мест.

· Установка звукоизолирующих кабин закрытого и полузакрытого типа для операторов.

· Устройство глушителей шума в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, вакуум-насосах, компрессорах.

· Применение ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией.

· Своевременное техобслуживание оборудования.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Подготовка водителей ОВБ в условиях холодного периода / П. Н. Солонщиков, А. В. Владимиров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 174-176.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693390 Российская Федерация. Программа с алгоритмом прогнозирования электрической нагрузки жилых домов по данным месячного электропотребления: заявл. 14.10.2025: опубл. 27.11.2025 / С.Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А.И. Сидоров [и др.] ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет».
3. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85. – EDN ZVZKDO.
4. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
5. Кокорина, П .П. Социально-экологические аспекты влияния автотракторных двигателей на окружающую среду / П. П. Кокорина, А. В. Шевченко // Тепловые двигатели, автомобили и тракторы : материалы Международной студенческой научной конференции им. профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2021 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – С. 247-253.
6. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции им. профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.
7. Шевченко, А. В. Обзор насосного оборудования для обеспечения водоснабжения ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГУТУ, 2023. – Ч. 3. –С. 171-174.
8. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. Установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке : заявл. 26.05.2025 : опубл. 24.11.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, В. Е. Саитов, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".

УДК 656.086

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Бушуев В. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена анализу актуальных изменений в сфере нормативно-правового регулирования промышленной безопасности в России и за рубежом. Рассматриваются ключевые законодательные нововведения, их воздействие на функционирование промышленных предприятий и системы управления рисками. Основное внимание уделяется ужесточению нормативов в отношении опасных производственных объектов, цифровизации контрольных и отчетных процедур, а также процессам гармонизации отечественных стандартов с международными требованиями. Описаны практические аспекты реализации новых норм, включая сложности адаптации предприятий и возможные направления эволюции нормативной базы.

Ключевые слова: промышленная безопасность, нормативные требования, законодательные изменения, опасные производственные объекты, регулирование, контроль и надзор, управление рисками

Современная промышленность находится в процессе трансформации, обусловленной технологическим прогрессом, ужесточением экологических стандартов и необходимостью повышения уровня защиты персонала и окружающей среды. В этих условиях нормативно-правовая база в области промышленной безопасности претерпевает существенные изменения, направленные на минимизацию рисков аварий и катастроф на производственных объектах. Новые требования отражают как глобальные тренды в области безопасности, так и специфические вызовы, с которыми сталкивается промышленный сектор России [1,2].

Особую актуальность приобретает гармонизация российских стандартов с международными нормами, что обусловлено интеграцией экономики в глобальные цепочки поставок и необходимостью соблюдения требований зарубежных партнёров. Параллельно с этим усиливается роль цифровых технологий в мониторинге и управлении промышленной безопасностью, что находит отражение в новых нормативных документах.

Основные изменения в законодательстве. В последние годы в России был принят ряд важных нормативных актов, корректирующих подходы к обеспечению промышленной безопасности. Одним из ключевых документов стали поправки к Федеральному закону "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", которые вступили в силу в 2023 году. Эти изменения коснулись классификации опасных объектов, требований к эксплуатации оборудования и порядка проведения экспертиз промышленной безопасности [3,4].

Важным аспектом новых требований стало расширение перечня объектов, подпадающих под категорию опасных. Теперь в него включены не только традиционные производства, такие как нефтегазовые и химические предприятия, но и объекты инфраструктуры, связанные с хранением и транспортировкой опасных веществ. Кроме того, ужесточены требования к проведению технических расследований причин аварий, что должно способствовать более глубокому анализу инцидентов и предотвращению их повторения [5].

Цифровизация процессов контроля и отчётности. Современные технологии активно внедряются в систему управления промышленной безопасностью, что нашло отражение в новых нормативных требованиях. В частности, с 2024 года предусмотрено обязательное использование цифровых платформ для сбора и анализа данных о состоянии опасных производственных объектов. Это позволяет контролирующим органам оперативно получать информацию о потенциальных рисках и принимать превентивные меры [6].

Цифровизация затронула и процессы подачи отчётности. Предприятия обязаны перейти на электронный документооборот, что сокращает сроки обработки данных и

снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором. Кроме того, внедряются системы предиктивной аналитики, способные прогнозировать возможные аварийные ситуации на основе анализа больших данных. Такие решения особенно востребованы в нефтегазовой и химической отраслях, где последствия аварий могут быть наиболее катастрофическими [7,8].

Гармонизация с международными стандартами. Интеграция российской промышленности в глобальные экономические процессы требует соответствия международным нормам безопасности. В частности, новые нормативные документы учитывают рекомендации Международной организации труда (МОТ) и стандарты ISO, касающиеся управления профессиональными рисками и экологической безопасностью. Это особенно важно для предприятий, работающих на экспорт, поскольку соблюдение международных требований становится условием доступа к зарубежным рынкам.

Одним из примеров такой гармонизации стало внедрение стандартов управления промышленной безопасностью, аналогичных международной системе OHSAS 18001. Российские предприятия теперь обязаны разрабатывать и внедрять системы управления охраной труда и промышленной безопасностью (СУОТиПБ), что способствует снижению травматизма и аварийности. Кроме того, усиливаются требования к экологическому мониторингу, включая контроль выбросов вредных веществ и утилизацию отходов производства [9,10].

Проблемы внедрения новых требований. Несмотря на очевидные преимущества новых нормативных актов, их реализация на практике сталкивается с рядом трудностей. Прежде всего, это связано с необходимостью значительных финансовых затрат со стороны предприятий, особенно малых и средних, которым сложно адаптироваться к ужесточённым требованиям. Например, переход на цифровые системы мониторинга требует не только приобретения дорогостоящего оборудования, но и обучения персонала, что увеличивает операционные расходы.

Другой проблемой является недостаточная проработанность некоторых положений новых нормативных документов, что создаёт неоднозначность в их толковании. Это может привести к злоупотреблениям со стороны контролирующих органов или, наоборот, к недостаточному уровню контроля со стороны предприятий. Кроме того, отсутствие единых стандартов цифровизации для разных отраслей промышленности осложняет процесс интеграции данных и создаёт риски фрагментации системы управления безопасностью.

Перспективы развития нормативной базы. В ближайшие годы следует ожидать дальнейшего ужесточения требований в области промышленной безопасности, особенно в свете глобальных экологических инициатив. Одним из ключевых направлений станет внедрение норм, направленных на снижение углеродного следа промышленных предприятий, включая ограничения на выбросы парниковых газов и переход на "зелёные" технологии.

Важным трендом станет развитие риск-ориентированного подхода, при котором интенсивность контроля будет зависеть от уровня потенциальной опасности объекта. Это позволит оптимизировать использование ресурсов контролирующих органов и сосредоточиться на наиболее критичных направлениях. Кроме того, продолжится работа по гармонизации российских стандартов с международными, что особенно актуально в условиях глобализации экономики.

В заключение хочется сказать, что новые нормативные требования в области промышленной безопасности отражают современные вызовы, с которыми сталкивается промышленный сектор. Ужесточение регулирования, цифровизация процессов и гармонизация с международными стандартами направлены на снижение рисков аварий и повышение уровня защиты персонала и окружающей среды. Однако успешная реализация этих инициатив требует не только от предприятий значительных инвестиций, но и от регуляторов – взвешенного подхода к разработке и внедрению новых норм. В перспективе

развитие нормативной базы должно идти в направлении большей гибкости, технологичности и соответствия глобальным трендам в области устойчивого развития.

Литература

1. Коновалов, В. В. Моделирование состояния экологической системы / В. В. Коновалов, О. А. Логвина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 159-162.
2. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693390 Российская Федерация. Программа с алгоритмом прогнозирования электрической нагрузки жилых домов по данным месячного электропотребления заявл. 14.10.2025: опубл. 27.11.2025 / С. Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А. И. Сидоров [и др.] ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет».
4. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005.
5. Компьютерное моделирование определения реакций опор гибких барьеров / В. В. Коновалов, Д. А. Тарасов, В. Ю. Зайцев [и др.] // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 72-79.
6. Никитин, Е. А. Разработка роботизированного устройства по оптимизации процесса кормления крупного рогатого скота на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Молодой ученый. – 2020. – № 43 (333). – С. 2-5.
7. Никитин, Е. А. Система роботизированного обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 26-30.
8. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
9. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С.153-156.
10. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709.

УДК 519.8:33

АНАЛИЗ СТОИМОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Васютова К. Ю. – студент ЭБб-110
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Вода – основная потребность человеческого организма. Рациональная организация питьевого режима необходима каждому. В городских условиях в ее составе большое количество примесей, оказывающих негативное воздействие на организм. Рассчитаем, что выгоднее покупать воду или установить фильтры для очистки дома.

Ключевые слова: вода, фильтры, расчеты, здоровье

В процессе жизнедеятельности организм человека постоянно подвергается воздействию различных факторов окружающей среды. Если составить список вещей, необходимых для жизни, то конечно, вода займет первое место. Питье чистой воды – залог здоровья. К сожалению, в современных городских условиях вода содержит примеси, хлор, микробы и другие вещества, негативно влияющие на здоровье. Общее количество жидкости в теле взрослого человека достигает 70% всего веса. Для поддержания физиологических процессов необходимо постоянное восполнение утраченного количества воды. Установлено, что потеря 10% воды влечет существенные нарушения функционированию организма. А при потере 25% наступает смерть. [4]

Целью нашей работы является поиск и расчет оптимального варианта обеспечения потребителей качественной питьевой водой.

Усреднённая норма расхода питьевой воды на 1 человека в сутки для физиологических нужд составляет от 1,5 до 3 литров. В указанные значения входит чистая питьевая вода, а также жидкость для приготовления чая и кофе. Технические нужды здесь не учитываются.

На семью из 4 человек расход составит $3 \times 4=12$ литров/день

Чистая вода необходима для здоровья неменьше, чем чистый воздух. Но многие пренебрегают этим, так как последствия употребления воды, состав которой не соответствует необходимому, проявляются только с годами. Люди подвергают себя возможности получения мочекаменной болезни, аллергии, нарушению обмена веществ, ухудшению состояния кожи и другим серьезным заболеваниям. К счастью, технологический прогресс не стоит на месте. Технологии позволяют получить чистую воду, а при желании еще и оснащенную полезными микроэлементами, в каждой квартире с водопроводом.

Под качеством природной воды в целом понимается характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования, при этом критерии качества представляют собой признаки, по которым производится оценка качества воды. [5]

Низкое качество водопроводной воды в большинстве регионов России обуславливает высокий уровень заболеваемости кишечными инфекциями, вирусным гепатитом, повышает риск онкологических заболеваний. Сейчас же в большинстве российских населенных пунктов применяется технология хлорирования, которая в подобном виде давно умерла во всем мире. Снабжение россиян качественной питьевой водой становится все более острой социально-значимой проблемой.

В нашем городе качество водопроводной находится под постоянным контролем Роспотребнадзора и «Водоканала», однако качество воды варьируется в зависимости от района города. В основном жители города жалуются на запахи, горький привкус, цветность и мутность. Следовательно, пить воду из-под крана станет не каждый. Встает вопрос о «добыче» чистой воды. На выбор людей влияют стоимость, время, удобство, надежность и другие факторы.

Семья из 4 человек в день тратит на питье и приготовление пищи от 10 литров. Мы провели исследование и рассчитали наиболее выгодный и полезный вариант.

Артезианская вода «Ключ здоровья» добывается с глубины 50м. Она защищена от поверхностных загрязнений несколькими слоями водоупорного грунта. Скважины, эксплуатируемые сетью киосков, расположены в экологически благополучных районах, вдали от производства, человеческого жилья, дорог. [1]

Стоимость покупки питьевой воды в автомате по розливу «Ключ здоровья» – 6 руб/литр, без учета стоимости тары. При этом важно помнить, что срок эксплуатации многоразовой пластиковой бутыли для питьевой воды зависит от интенсивности использования. Рекомендуется менять пластиковые бутылки каждые 6–12 месяцев.

Рассчитаем сколько обходится покупка питьевой воды для семьи в год:

10 литров × 6 руб/литр × 365 дней = 21 900 руб.

Стоимость 19 л. бутыли – 1000 руб. На год потребуется минимум 2 шт.

1000 × 2 = 2000 руб.

21900 + 2000 = 23900 руб в год

Для сравнения с 1 февраля по 31 декабря 2026 года МРОТ в Кировской области для работников внебюджетных организаций составит 28 447,65 рублей в месяц. Для бюджетных – 27 093 рубля.

Однако помимо финансового фактора, стоит учитывать еще несколько недостатков приобретения воды в автомате по розливу. Например, погодные условия. Дождь, метель, мороз, ураган. Вне зависимости от того, что происходит на улице потребителю такой воды придется выйти из дома. Также, далеко не всем возрастным группам по силам переносить тяжелые бутылки. Чрезмерные физические нагрузки способны негативно повлиять на физическое состояние.

Вода, добываемая из разных источников, поступает на очистные сооружения, а далее в распределительные водопроводные сети. При этом значительная часть распределительных сетей в нашей стране настолько низкого качества, что они сами становятся источником загрязнения, т.е. питьевая вода, достаточно хорошо очищенная на городских очистных сооружениях, загрязняется при ее транспортировании. Такое вторичное загрязнение привело к тому, что основной мировой тенденцией в подготовке питьевой воды, стала ее доочистка с помощью фильтров малой производительности. Фильтр для очистки воды – это система, которая монтируется под кухонную раковину и обеспечивает непрерывное очищение воды при ее прохождении через несколько ступеней фильтрации. Далее наглядный пример.

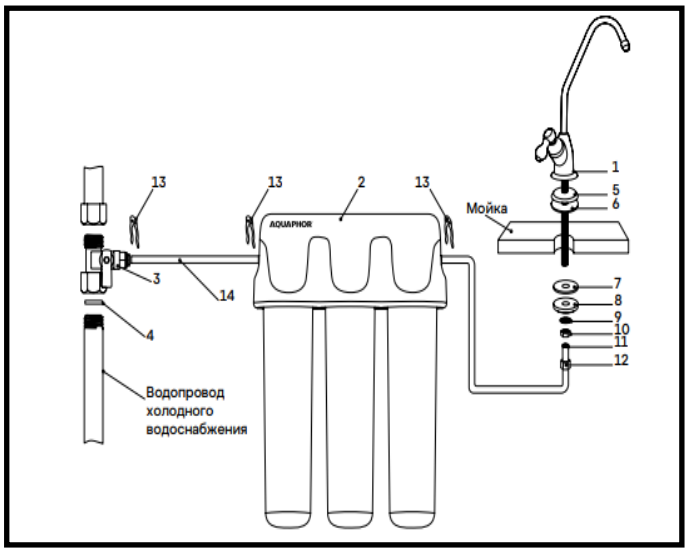


Рисунок 1 – Схема

Проведем расчет установки фильтра.

На рынке РФ представлены модели разных производителей, отличающиеся эффективностью очистки, ресурсом картриджей и другими характеристиками. Среди популярных брендов – «Аквафор», «Барьер» и «Гейзер».

Рассмотрим один из самых популярных – «Аквафор» Кристалл. Трёхступенчатая система очистки: механическая фильтрация, обезжелезивание, очистка от ржавчины, свободного хлора и угольная фильтрация.

Одним из показателей для выбора фильтров является жесткость воды. По данным водоканала г. Кирова жесткость воды составляет до 4,5 мг/л, что соответствует среднему уровню жесткости воды.

Значит, для воды в нашем городе подойдет комплект «Аквафор» Кристалл АН, который эффективно справляется с очисткой воды средней жесткости до 5 мг/л.

Стоимость фильтра данной модели – 4000 руб. Срок службы до 5 лет. Все фильтрующие элементы имеют свой ресурс, производитель рекомендует производить их замену не реже чем 1 раз в год. Ресурс комплекта модулей 4000 литров. В целом, при потреблении 10 литров воды в день общий годовой объем составит 3650 литров. А это значит, что замена потребуется 1 раз в год. Стоимость комплекта сменных модулей – 3000 руб.

Также потребуется услуга по установке самого фильтра и подключения его к водопроводу.

Стоимость услуги – 2000 руб.

В стоимость входит:

- выезд специалиста;
- установка специального крана на мойку из нержавеющей стали/ столешницу из ДСП;
- установка проточного фильтра;
- подключение к системе водоснабжения.

Стоимость услуг по замене фильтра в расчет не берем, так как как данная модель имеет быстросъемные модули. После исчерпания ресурса каждый из модулей меняется целиком, благодаря удобной конструкции их можно снимать без усилий и без использования специальных инструментов.

Стоит учесть стоимость самой воды, которую мы будем фильтровать. Тарифы для населения (с учётом НДС) с 1 января по 30 сентября 2026 года: 42,80 руб./куб. м.

Итак, имея все исходные данные проведем расчет:

4000 руб. – фильтр, срок службы 5 лет.

3000 руб. комплект модулей $\times$ 4 = 12000 руб.

2000 руб. – стоимость установки.

3650 $\times$ 5=18250 литров = 18,25 куб. м., расход воды за 5 лет

18,25 $\times$ 42,80 = 781,1 руб. стоимость воды за 5 лет.

$$\text{Расходы в год} = \frac{\text{Затраты}}{\text{Срок эксплуатации}}$$

$$\frac{4000 + 12000 + 2000 + 781{,}1}{5} = 3756{,}22 \text{ руб/год}$$

Выгода очевидна: 23 980 руб/год против 3756,22 руб/год.

Проведенные расчеты наглядно отображают экономическую выгоду установки фильтров для очистки воды вместо регулярной покупки бутилированной. Потребность в чистой воде для среднестатистической семьи из четырех человек составляет около 12 литров в день, что делает вопрос о ее получении особенно важным. Преимущества фильтрации воды выходят за рамки экономической составляющей, к некоторым из них относятся:

- Экологичность: сокращение пластиковых отходов (каждая бутыль – это пластик, требующий утилизации)
- Удобство: нет необходимости заказывать, ждать доставку и хранить тяжелые бутыли;
- Постоянная доступность чистой воды;
- Стабильность качества: современные фильтры обеспечивают очистку от хлора, тяжелых металлов и других примесей, гарантируя безопасность воды ежедневно;
- Эстетика: большая бутыль привлекает внимание и занимает место в любом интерьере, в отличие от небольшого крана, установленного на мойке (система скрывается в шкафу).

Проблема качества воды в современных городских условиях остается крайне актуальной. Водопроводная вода содержит различные примеси, хлор и микроорганизмы, что негативно влияет на здоровье населения. Особенно это критично для крупных городов, где качество воды зависит от района.

Фильтр – это не только выгодно, но и удобно. Чистая вода доступна в любом объёме 24/7 прямо из отдельного крана на кухне. Качество воды не зависит от партии или добросовестности производителя, а зависит только от своевременной замены картриджей. Для достижения максимальной эффективности следует соблюдать некоторые рекомендации. Во-первых, регулярная замена фильтрующих элементов. Во-вторых, соблюдение правил установки и обслуживания. В-третьих, выбор фильтра с учетом характеристик местной воды.

Питье фильтрованной воды – доступный и эффективный способ поддержать здоровье пищеваренья, кожи и потенциально снизить риски, связанные с бактериями и химическими примесями. Выбор подходящей системы зависит от потребностей и местных условий, но инвестиция в качественную фильтрацию приносит долгосрочные преимущества. Современные системы обеспечивают комплексную очистку от основных загрязнений и требуют минимальных усилий в обслуживании.

Фильтрация воды наиболее актуальное и перспективное направление. Спрос на качественные системы очистки будет всегда. Инновационные технология фильтрации развиваются ежедневно, появляются более доступные решения. Предположим, что в ближайшее время будет доступна интеграция систем фильтрации в «Умный дом».

Таким образом, исследование подтверждает, что установка домашнего фильтра для воды является оптимальным решением для обеспечения семьи качественной питьевой водой, сочетающим в себе экономическую выгоду, удобство использования и заботу о здоровье.

Литература

1. Воробьева, Л. В. Методические основы генерации и разработки предпринимательских идей: монография / Л. В. Воробьева, А. С. Лукин, – Киров : ИП Жидков В. А., 2008. – 204 с.
2. Рябчиков, Б. Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования: книга / Б. Е. Рябчиков. – Москва : ДеЛи принт., 2004. – 328 с.
3. Зубрилов, С. П. Питьевая вода городов. Современные технологии очистки воды : монография / С. П. Зубрилов, – Санкт-Петербург : ГУМРФ, 2015. – 136 с.
4. Фрог, Б. Н. Водоподготовка : учебное пособие для вузов / Б. Н. Фрог, А. П. Левченко. – Москва : Издательство МГУ, 1996. – 677 с.
5. Хорякова, Е. А. Фильтры для очистки воды / Е. А. Хорякова. – Москва : Издательский центр «Аква-Терм», 2013. – 143 с.

УДК 631.81

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛУГА ПЛН-5-35 ПУТЕМ УСТАНОВКИ ПОЧВОУГЛУБИТЕЛЯ

Вахрушев С. А. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Представлен анализ технологических операций обработки почвы, описаны способы и приемы основной обработки почвы, представлены глубокорыхлители для разрушения плужной подошвы.

Ключевые слова: почвообрабатывающие агрегаты, обработка почвы, рабочие органы, глубокорыхлители

Под обработкой почвы понимают разнообразные виды механического воздействия на нее агротехникой. Цель – создание оптимальных почвенных условий для жизни растений. Качественная и своевременная обработка повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Почву обрабатывают для того, чтобы увеличить мощность пахотного слоя, заделать удобрения, разрыхлить плужную подошву. Аэрация улучшается, благодаря чему растения получают достаточно влаги, а микроорганизмы активизируются. В рыхлой земле быстрее появляются всходы. Если обработка глубокая, корневая система посадок будет мощней.

Основные задачи почвообработки:

- придание почве пористости;
- получение мелкокомковатой структуры, а также оптимальной для растений плотности;
- предотвращение эрозии, переуплотнения поверхности, потери влаги и питательных веществ;
- поддержка благоприятного фитосанитарного состояния.

Цель обработки может корректироваться в зависимости от климата, характеристики почвы, особенностей культуры.

Наиболее важно взрыхление на склонах. С его помощью удается накапливать осадочную влагу около корней и отводить избыточную воду. При этом, интенсивная обработка может приносить вред: приводить к потере гумуса, разложению дернины, эрозии. Частые проходы агротехники иногда переуплотняют пахотный слой.

Способ обработки – это метод и степень воздействия почвообрабатывающего орудия на профиль и разнокачественность почвенного слоя. Выделяются следующие способы:

1. Отвальный. Происходит полное или частичное оборачивание слоя для вертикального перемещения почвы с различными характеристиками. В это же время осуществляется рыхление, перемешивание земли, заделка удобрений, подрезание растений. Отвальным методом могут обрабатывать луга, пласты многолетних трав, старые пахотные участки и т. д. Используются плуги с различными конструктивными особенностями.

2. Безотвальный. Органы агротехнических орудий не сдвигают генетические горизонты и слои почвы, сохраняется жнивье на поверхности. Для безотвальной методики характерно использование плугов с откреплеными отвалами, чизельных плугов и культиваторов.

3. Роторный. Вращающиеся органы сельскохозяйственных машин устраняют дифференциации слоя с помощью крошения и тщательного перемешивания земли, остатков растений, удобрения. В итоге образуется однородный слой.

4. Комбинированный. Он объединяет в себе черты предыдущих методик.

Способ выбирают, учитывая задачи обработки, климат, требования культуры, тип почвы.

Прием обработки – это однократное воздействие с/х оборудованием для проведения конкретной технологической операции. В зависимости от глубины погружения рабочих органов выделяются 3 вида обработки:

- основная – наиболее глубокая, значительно меняющая сложение почвы; приемы основной обработки почвы: вспашка, рыхление;

- поверхностная, при которой обрабатываются до 12-14 см поверхности: лущение, боронование, прикатывание и др.;

- специальная, использующаяся только при определенных условиях: кротование, почвоуглубление.

Прием подбирается индивидуально. Например, если речь идет о поле с неровной поверхностью и большим количеством неразложившихся остатков растений, то оптимальным будет фрезерование на глубине до 15 см.

Основная обработка почвы. Машины для основной обработки почвы – плуги (лемешно-отвальные), культиваторы, плоскорезы. Для поверхностной – дискаторы, катки, фрезы, комбинированные машины. Каждый прием подразумевает соответствующий агрегат.

Вспашка – наиболее популярный прием глубокой обработки с самой высокой энергозатратностью. Происходит глубокое рыхление. Результат – регенерация плодородия, оптимальное физическое состояние земли. Пахота проводится весной или осенью. Осенняя вспашка приводит к уничтожению корней сорняков, позже влага от тающего снега накапливается и в дальнейшем увеличивает потенциал всхожести семян.

Стандартная глубина вспашки с оборотом пласта – 20-25 см, однако при работе с плантажными плугами она иногда достигает 100 см. Используются следующие отвалы: винтовые, полувинтовые, культурные, специальные.

Культурный отвал должен быть оснащен плугом с предплужниками. Такое устройство особенно подходит для старопахотного участка. Полувинтовые ставят на плуг, используемый для вспашки задернелой земли. Винтовые отвалы эффективны для перепашки многолетних трав.

Плантажная вспашка – это пахота на глубину 40-70 см, иногда до 100 см. Чаще она используется на виноградниках и в плодовых садах.

Двухъярусная вспашка предполагает глубину 35-40 см. Она помогает глубоко заделать семена сорняков, замедлить разложение растительных остатков. Будущее поражение культур вредителями, грибами и сорной травой снижается на 70%.

При трехъярусной глубина составляет 40-50 см. Три горизонта смещаются полностью или частично. Необходимы навесные плуги, корпуса на них выставляются в три яруса.

При безотвальном рыхлении земля не вспахивается. Оно служит для насыщения почвы кислородом и гумусом, улучшения впитываемости влаги, аэрации. Неглубокую обработку (около 10 см) проводят сразу после уборки посевов. Глубоким считается рыхление на 27 см. Используются культиваторы-плоскорезы. Каждый агрегат работает только с определенными тракторами. Перед использованием нужно изучить комплектации, так как могут быть необходимы некоторые модификации.

При фрезеровании почва обрабатывается фрезой: происходит крошение, перемешивание, рыхление слоя. Глубина не превышает 25 см. Чаще всего фрезы используют на торфяниках, залежных и задернелых участках. Недопустимо применять фрезерование на переувлажненной или завалуненной почве. Недостаток приема в том, что фреза убивает живущих в земле животных, особенно дождевых червей. К тому же, изрезанные корни сорных растений остаются в верхнем слое почвы и активно размножаются. Могут разрушаться структурные агрегаты минеральных почв. Рабочая часть фрезы – нож. Ножи крепятся на диски, свободно вмонтированные в вал. Лезвия изогнутые, они совершают и вращательные, и поступательные движения. Режущие края срезают клиновидные фрагменты почвы. Их размер обусловлен соотношением вращения и поступательной скорости. Вал прикрыт кожухом. Когда с ним сталкивается срезанный ком земли, грунт крошится и ровно выкладывается по поверхности за фрезой. Ее скорость – около 3 км/ч.

Кротование – дополнительный прием, при котором в подпахотных слоях образуются дрен-кротовины с диаметром около 7 см. Расстояние между ними – 0,7-1,4 м, глубина – 35-45 см. Эти полости принимают в себя избыточную воду и отводят ее из почвы в траншею и дрены с засыпкой-фильтром. Кротование избыточно увлажненных почв увеличивает урожай на 10-60%. Оно регулирует воздушный и водный режим почвы. Применяется для повышения

аэрации. Кротование осуществляется плугами общего назначения. Дренер имеет цилиндрическую форму, он приварен к нижнему торцу ножа. Нож цепляется к корпусу планками.

Если в процессе кротования нож ударяется об камень или другое препятствие, предохранительная шпилька срезается, а нож с дренером разворачиваются по вертикали. Водитель проверяется шпильку на каждой поворотной полосе. Если она срезана, нужно поставить новую, иначе случится поломка. Если кротование проводится одновременно со вспашкой, необходимо дополнительное тяговое усилие, равное тому, что оказывается на один корпус плуга. Поэтому на сложных грунтах с трактора, предназначенного для пятикорпусного плуга, один корпус снимают.

Почвоуглубитель предназначен для рыхления подпахотного горизонта без выноса нижних слоев почвы на поверхность. Комбинированный почвоуглубитель плуга включает корпус плуга, трубчатую стойку, рыхлительную лапу, кротователь и аэраторную насадку. Такое конструктивное решение позволит повысить плодородие почвы и соответственно увеличится урожайность с/х культур. Такое конструктивное выполнение позволит повысить плодородие почвы за счет одновременного осуществления рыхления подпахотного слоя, образования кротовины и насыщения подпахотного слоя почвы воздухом.

Обзор технических средств для основной обработки почвы с почвоуглублением выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [10-21].

Литература

1. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.

2. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.

3. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.

5. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.

6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С.18-21.

7. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.

8. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.

9. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.

10. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев,Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
13. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
14. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
15. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
16. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин В.Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермяков // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
18. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12.
19. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.
20. Шилин, В.В. Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственной продукции за счет реализации энергосберегающих технологий при совершенствовании логистических систем управления материальными и информационными потоками / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 219-224.
21. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.

УДК 631.363.001.5

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ДОЗАТОРОВ ДЛЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Ведерников П. Д. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен обзор конструкций дозаторов, применяемых для дозирования сыпучих материалов в различных отраслях промышленности: пищевой, химической, строительной, фармацевтической и сельскохозяйственной. Проведен анализ классификационных признаков дозирующих устройств, рассмотрены их принципы действия, конструктивно-технологические особенности, а также области применения. Особое внимание уделено сравнительной оценке основных типов дозаторов — объемных и весовых. Выявлены достоинства и недостатки каждого типа, определены факторы, влияющие на точность дозирования и стабильность работы оборудования. Отмечены современные тенденции развития дозирующей техники, включая интеграцию систем автоматического управления, применение микропроцессорных контроллеров и разработку комбинированных дозирующих систем. На основе анализа сформулированы рекомендации по выбору конструктивного исполнения дозатора в зависимости от физико-механических свойств сыпучего материала (влажности, сыпучести, склонности к сводообразованию) и требуемой производительности.

Ключевые слова: дозатор, сыпучие материалы, объемное дозирование, весовое дозирование, шнековый дозатор, барабанный дозатор, вибрационный дозатор, точность дозирования, автоматизация дозирования

Дозаторы для сыпучих материалов — это устройства, предназначенные для автоматического разделения продуктов на точные порции в соответствии с заданными параметрами [1-5]. Они применяются в различных отраслях производства: в пищевой промышленности — для фасовки круп, сахара, муки, специй, в химической отрасли — для дозирования моющих средств, стиральных порошков и реагентов, в строительной индустрии — для точного отмеривания цемента, песка, гипса и других сухих смесей [3-7].

Классифицировать дозаторы можно по нескольким признакам. К примеру выделяют объемные и весовые дозаторы.

Объёмные — работают по принципу измерения объёма продукта, к ним относятся шнековые, ленточные, барабанные, тарельчатые устройства. Роторные представляют собой барабан с встроенными мерными стаканами, которые вращаются вокруг горизонтальной оси. С одной стороны барабана ёмкости заполняются из бункера, с противоположной стороны дозированный продукт высыпается в упаковочную линию. Шнековые используют винтовой механизм для подачи и дозирования продукта. Шнек размещается внутри цилиндрического корпуса и вращается, перемещая материал от загрузочной зоны к выходу. Объём дозы определяется количеством оборотов шнека или временем его работы. Оптимальны для работы с трудносыпучими, порошкообразными и пылящими материалами, такими как мука, крахмал или специи. Объёмный порционный дозатор предназначен для отмеривания фиксированных доз продукта. Востребован на фасовочных линиях, где каждая упаковка должна содержать строго определённое количество содержимого. Может комплектоваться сменными мерными ёмкостями, что позволяет быстро перенастраивать оборудование под разный объём порции.

Весовые — осуществляют дозирование путём точного взвешивания продукта, включают бункерные весовые дозаторы, ленточно-весовые системы, мультиголовочные комплексы [4-7]. Принцип работы бункерного дозатора основан на измерении веса материала, поступающего в бункер. Весоизмерительная система (чаще всего тензодатчики) передаёт сигнал о весе материала в систему управления. Система управления регулирует подачу материала, обеспечивая заданную дозу. Ленточные применяются для дозирования материалов, которые могут быть повреждены при использовании шнеков, работают по

принципу транспортировки продукта на ленте. Весовые дозаторы — сырьё поступает в бункер взвешивания, где высокоточные тензометрические датчики непрерывно фиксируют его вес. При достижении заданного значения подача продукта прекращается



Рисунок 1 - Дозатор объемный KFG-1000



Рисунок 2 - Дозатор с ленточным питателем СВЕДА ДВС-301-50-5

Пути дальнейшего развития и совершенствования дозаторов для сыпучих материалов включают работу над конструктивными решениями, совершенствование принципов работы и развитие систем управления. Актуальная задача — обеспечить точную подачу в смесь заданного по рецепту или технологии количества компонентов с минимальными энергозатратами.

Разработка новых дозирующих рабочих органов - создание рабочих органов, которые изменяют свойства сыпучего материала для свободного равномерного вытекания (например, свободного вытекания из вращающегося барабана). Также важно улучшить условия заполнения рабочего органа сыпучими компонентами.

Использование ультразвукового стабилизатора потока - ультразвуковое воздействие позволяет в бункере питателя ингибировать образование каверн и агломератов, повысить равномерность плотности материала в потоке, подаваемом в дозатор. Это снижает межчастичное трение, что делает истечение материала более равномерным и ускоренным.

Автоматизация процесса дозирования - использование частотно-регулируемого электропривода для управления скоростью ленты, датчиков уровня материала для выдачи сигнала о наличии материала в формирующей воронке, вибрационного электропривода бункера для предотвращения застревания материала.

Выбор конкретного типа дозатора зависит от множества факторов: характеристик продукта, требуемой производительности, точности дозирования и других. Вид дозирующего устройства подбирают для каждого индивидуального случая в зависимости от этих показателей.

Литература

1. Баранов, Н. Ф.Исследование равномерности истечения материала из секции дозатора сыпучих материалов в зависимости от заполнения бункера / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, А. А. Зыкин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2009. – С. 29-32.
2. Булатов, С. Ю. Повышение эффективности рабочего процесса малогабаритного комбикормового агрегата путём совершенствования системы загрузки и очистки фуражного зерна : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Булатов Сергей Юрьевич. – Киров, 2011. – 170 с.
3. Дозирование сыпучих материалов / STADS. – URL: http://stads.ru/uslugi/kompleksnye-resheniya/dozirovanie (дата обращения: 30.03.2026).
4. Зимняков, В. М. Дозирующие устройства непрерывного действия / В. М. Зимняков, В. Н. Фролов. – Пенза : ПГАУ, 2018. – 180 с.
5. Клюев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А. С. Клюев. – Москва : Энергоатомиздат, 2020. – 464 с.
6. Неменущая, Л. А. Перспективные направления технологического оснащения производства комбикормов / Л. А. Неменущая // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 5 (287). – С. 25-29.
7. Оборудование для переработки сыпучих материалов : учебное пособие / В. Я. Борщев [и др.]. – Москва : Машиностроение, 2006. – 208 с.
2. 10 Патент №. 2281803 Российская Федерация, МПК B01F 15/04 (2006.01), G01F 11/00 (2006.01), G01F 13/00 (2006.01). Дозатор сыпучих материалов: №2004129405/15: заявл. 05.10.2004: опубл. 20.08.2006 / Баранов Н.Ф., Фуфачев В.С.; заявитель ФГОУ ВПО ВГСХА. – 4 с.: ил.
3. Першин, В. Ф. Основы технологических расчетов оборудования для переработки сыпучих материалов / В. Ф. Першин, Ю. Т. Селиванов. – Тамбов : ТГТУ, 2019. – 152 с.
4. Фуфачев, В. С. Обоснование пропускной способности многосекционного дозатора сыпучих материалов / В. С. Фуфачев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы II Всероссийской научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2008. – С. 225-228.
5. Фуфачев, В. С. Повышение эффективности функционирования комбикормового агрегата путем совершенствования технологического процесса и рабочих органов дозатора : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Фуфачев Вадим Сергеевич. – Киров, 2009. – 188 с.
6. Шнековые дозаторы: конструктивные особенности, преимущества и ограничения. – URL: https://rosstip.ru/news/5669-shnekovye-dozatory-konstruktivnye-osobennosti-preimushchestva-i-ogranicheniya (дата обращения: 30.03.2026).
7. Шубин, И. Н. Технологические машины и оборудование. Сыпучие материалы и их свойства / И. Н. Шубин, М. М. Свиридов, В. П. Таров. – Тамбов : Изд- во Тамбовского государственного технического университета, 2006. – 76 с.

УДК 631.372

РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ТРАКТОРОВ

Вершинин Н.С. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье описан один из видов ремонта автотракторных двигателей.

Ключевые слова: двигатель, блок цилиндров, восстановление, детали

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) - это механизм, который превращает химическую энергию топлива в механическую работу. Применяется в большинстве транспортных средств, включая автомобили, мотоциклы, самолеты, трактора.

Основной принцип работы ДВС заключается в сгорании топливной смеси в камере сгорания. Этот процесс включает несколько этапов:

1.Всасывание. Воздушно-топливная смесь попадает в цилиндр.

2.Сжатие. Поршень сжимает смесь.

3.Сгорание. Искра зажигает смесь (в бензиновых ДВС), Давление создаваемое в камере сгорания вызывает взрыв, который толкает поршень (в дизельных ДВС.)

4.Выпуск. Отработавшие газы выводятся из цилиндра.

Ремонт и восстановление блока цилиндров тракторов является важной частью технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Блок цилиндров – это основная часть двигателя, в которой происходят процессы сгорания топлива и преобразования энергии в механическую. Опытные механики и техники знают, что правильное восстановление блока цилиндров не только продлевает срок службы трактора, но и значительно улучшает его характеристики.

Для примера возьмем двигатель самого распространенного трактора МТЗ-82 с двигателем Д-240.Головка блока цилиндров двигателя Д-240 трактора МТЗ-80, МТЗ-82 (рисунок 1) представляет собой чугунную обработанную отливку. Сбоку к головке прикреплены впускной и выпускной коллекторы. Между головкой и коллектором установлены прокладки из асбостального полотна.

Сверху в головке блока цилиндров Д-240 запрессованы восемь направляющих втулок, в которые вставлены впускные и выпускные клапаны. Снизу в головке Д-240 имеются гнезда под тарелки клапанов.

Для улучшения охлаждения форсунок они размещаются в латунных стаканах. Снизу под донышки стаканов установлены уплотнительные шайбы. Стаканы поджаты к шайбам гайками, ввернутыми в головку.

Шатуны двигателя Д-240 стальные, штампованные. В верхнюю головку запрессована биметаллическая втулка (стальная со слоем бронзы). Для смазки поршневого пальца в верхней головке шатуна и втулки есть отверстие. По внутреннему диаметру втулки сортируются на две размерные группы: с большим диаметром маркируются черной краской, с меньшими — желтой. Нижняя головка шатуна Д-240 разъемная. Разъем выполнен косым для обеспечения прохода нижней части через гильзу при монтаже. Крышка прикреплена к шатуну двумя болтами из высококачественной стали, застопоренными контровочной пластиной.

Основные дефекты блока двигателя МТЗ

1. Трещины: Возникают из-за перегрева или механических повреждений, могут быть на корпусе или в области цилиндров.

2. Деформация: Изменение геометрии блока может привести к проблемам с герметичностью и повышенному износу.

3. Коррозия: Внутренние и внешние поверхности подвержены коррозии из-за воздействия агрессивных сред (охлаждающая жидкость, масло).

4. Износ постелей: Сильно изношенные поверхности блоков могут вызвать стуки и снижение мощности двигателя.

5. Сквозные отверстия: Могут появиться из-за коррозии или механических повреждений, что приводит к утечкам охлаждающей жидкости и масла.

6. Неправильная обработка: Неаккуратная шлифовка или сверление может нарушить балансировку и точность блока.

Для успешного ремонта требует тщательной диагностики и профессионального подхода. Таким образом, любая неисправность блока цилиндров может негативно сказаться на работе всего двигателя и тракторной техники в целом.Важно диагностировать проблемы на ранних стадиях, чтобы избежать серьезных повреждений двигателя и дорогостоящего ремонта.

Функции блока цилиндров

Блок цилиндров выполняет множество функций, которые напрямую влияют на эффективность и работу трактора. Он обеспечивает:

Поддержание цилиндров: Блок цилиндров создает необходимый объем для работы поршней, что позволяет осуществлять сгорание топлива.

Теплоотвод: Во время работы двигателя выделяется большое количество тепла. Блок цилиндров помогает отводить это тепло, предотвращая перегрев.

Давление: Внутри блока создается высокое давление, необходимое для эффективной работы двигателя.

Опора для других узлов: Блок цилиндров является основой, на которой монтируются различные детали двигателя, включая головку блока, систему питания и компрессии.

Процесс ремонта и восстановления блока цилиндров состоит из нескольких этапов, каждый из которых требует тщательной подготовки и выполнения.

Первичная диагностика

Первым шагом в ремонте блока цилиндров является его диагностика. Техника включает в себя:

Визуальный осмотр блока на наличие трещин и повреждений.

Проверка на наличие утечек охлаждающей жидкости и масла.

Использование диагностического оборудования для выявления проблем с давлением масла и компрессией в цилиндрах.

На этом этапе важно правильно оценить степень повреждений, чтобы определиться с необходимостью ремонта или замены блока.

Разборка блока цилиндров

Если диагностика показала серьезные проблемы, следующий шаг – разборка блока цилиндров. Процесс включает:

1.Чистка и мойка двигателя

2.Снятие головки блока.

3.Извлечение поршней и остальных деталей.

4.Очистка всех частей от загрязнений и нагара.

Разборка требует внимательности, чтобы не повредить детали, которые могут еще пригодиться в дальнейшем.

Восстановление поверхности

Сварка блока цилиндров из чугуна

Сварка блока цилиндров чугунного типа — это сложный процесс, требующий специальных навыков и оборудования. Вот основные аспекты:

1. Подготовка: Перед сваркой необходимо тщательно очистить поверхность от грязи, масла и ржавчины. Также важно вырезать трещины и дефекты.

2. Выбор сварочного метода: Наиболее распространенные методы — это дуговая сварка и TIG-сварка. Дугой способом обычно используется электрод из специального чугунного сплава.

3. Температурный режим: Чугун имеет высокий риск трещинообразования. Рекомендуется предварительно прогреть детали до 200-300°C и поддерживать тепло во время сварки.

4. Электроды: Используют электродные материалы, подходящие для чугуна (например, ЦВ-08).

5. Охлаждение: После сварки важно медленно охлаждать блок, чтобы избежать термического шока.

Профессиональный подход обеспечит долговечность и надежность отремонтированного блока цилиндров.

Шлифовка блока цилиндров

Один из популярных способов ремонта блока цилиндров – это шлифовка его рабочей поверхности (рис-2). Шлифовка помогает устранить неровности, которые могут привести к плохой герметизации. Процесс шлифовки включает:

Использование специального оборудования для достижения идеальной поверхности.

Проверка геометрии блока после шлифовки для определения корректности всех углов и соединений.

Эта процедура позволяет значительно улучшить герметичность между блоком и головкой, что положительно сказывается на работе двигателя в целом.



Рис-1

Станки для расточки блока цилиндров тракторов

Расточка блока цилиндров — это ключевой процесс в ремонте тракторов, который обеспечивает точность подготовки к установке поршней и колец. Для этой задачи применяются специализированные станки

1. Расточные станки с облицовкой: Используются для выполнения точной расточки и восстановления цилиндров. Устанавливают регулируемые алмазы, что позволяет достичь необходимого диаметра.

2. Кукурузные расточные станки: Эти устройства хорошо подходят для блока цилиндров, имеющего большие размеры, которые характерны для тракторов.

3. Портативные расточные станки: Подходят для работы в ограниченных пространствах. Их портативность делает возможным ремонт на месте.

4. Автоматизированные расточные станции: Современные решения, которые могут выполнять расточку с высокой точностью и минимальным вмешательством оператора.

Выбор станка зависит от типа трактора и требуемой точности.

Замена деталей

Иногда для восстановления блока цилиндров необходимо заменять поврежденные детали. Ключевые компоненты, которые могут потребовать замены, включают:

Поршни и кольца: Изношенные поршни могут приводить к плохой компрессии и повышенному расходу масла.

Прокладки: Прокладки блока и головки могут терять свои свойства с течением времени и нуждаются в замене для предотвращения утечек.

Штифты и болты: Обязательно проверьте состояние болтов и штифтов – их замена обеспечит надежное крепление всех деталей.

Всегда используйте оригинальные запчасти или качественные аналоги, чтобы обеспечить долговечность и надежность ремонта.

Сборка и проверка

После замены изношенных частей и выполнения всех необходимых восстановительных работ, блок цилиндров собирают обратно. Этот этап включает:

Установку новых прокладок и тщательно затягивание болтов в соответствии с рекомендациями производителя.

Проверку всех характеристик блока после сборки. Необходимо протестировать двигатель на наличие возможных утечек и проверить его работу на холостом ходу.

Эффективная сборка блока – это залог долгой и надежной работы двигателя.

Заключение

Ремонт и восстановление блока цилиндров тракторов – это сложный и ответственный процесс. При правильной диагностике и выполнении всех этапов ремонта можно значительно продлить срок службы трактора и улучшить его рабочие характеристики. Важно помнить, что профессиональный подход и использование качественных запчастей являются залогом успешной работы. Следует регулярно проводить техническое обслуживание, чтобы минимизировать риск повреждений блока цилиндров и обеспечить эффективную эксплуатацию всей техники. Отдельное внимание стоит уделить обучению и квалификации специалистов, так как это существенно сказывается на результате работы. ДВС играет ключевую роль в различных отраслях. Несмотря на альтернативные источники энергии, такие как электрические двигатели, ДВС остаются основными для транспортировки и сельского хозяйства. Развитие технологий, направленных на повышение эффективности и снижение выбросов, также является актуальной задачей для автомобильной промышленности. Двигатели внутреннего сгорания продолжают оставаться важным элементом современной экономики, несмотря на стремление к использованию экологически чистых альтернатив. Понимание их работы помогает оценить достижения инженеров и перспективы будущего транспорта.

Литература

1. Расточные станки. – URL: https://fabricators.ru/article/rastochnye-stanki (дата обращения: 24.11.2024).
2. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 при работе на природном газе в зависимости от нагрузки / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 215-219. – EDN VUNJFJ.
3. Lopatin O.P. Calculation of the process of nitrogen oxides formation during combustion of methanol in the engine // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 919. – 2020. - 062011. – EDN ZNJJJJ.
4. Lopatin O.P. Investigation of alternative fuel oxidation kinetics in an internal combustion engine // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 919. – 2020. - 062005. – EDN UHPADY.
5. Лопатин, О. П. Расчет констант скоростей реакций термической диссоциации при сгорании углеводородных топлив в цилиндре дизеля / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. Н. Чувашев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 7. – С. 97-104. – EDN ZEMDXH.

6. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на номинальном режиме / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – С. 137-144. – EDN XRQMND.
7. Lopatin, O. P. Chemistry of the process of formation of nitrogen oxides in the combustion chamber of gas-diesel // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 052004. Doi: 10.1088/1742-6596/1515/4/052004. – EDN LOROGU.
8. Lopatin, O. P. Phenomenology of nitrogen oxides formation in a gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 042009. – EDN DGTUCH.
9. Lopatin, O. P. Model for calculating the reaction rates of nitrogen oxide formation in a diesel cylinder // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862. – 2020. – 062025. – EDN DEIWFY.
10. Лопатин, О. П. Исследование образования оксидов азота и показателей процесса сгорания в цилиндре дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 205-209. – EDN YFLQZN.
11. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на режиме максимального крутящего момента / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 144-150. – EDN XRQMMJ.
12. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 201-205. – EDN XMAFKJ.

УДК 621.822.6:621.43

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНАШИВАНИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Вишняков А. В. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены основные виды изнашивания подшипников качения, используемых в двигателях внутреннего сгорания (ДВС). Особое внимание уделяется усталостному, адгезионному, абразивному и коррозионно-механическому изнашиванию. Исследованы причины возникновения данных типов изнашивания, а также предложены методы повышения долговечности подшипников, включающие применение качественной смазки и уплотнений, а также правильный выбор материалов для изготовления подшипников.

Ключевые слова: изнашивание подшипников качения, двигатели внутреннего сгорания, усталостное изнашивание, адгезионное изнашивание, абразивное изнашивание, коррозионно-механическое изнашивание, смазка, уплотнения, материалы подшипников

В процессе работы механизмов отдельные сборочные элементы, такие как узлы трения, подвергаются износу, теряя свои исходные характеристики. Износ возникает из-за механических воздействий, которые происходят при трении между двумя соприкасающимися поверхностями. Это может наблюдаться, например, в зубчатых передачах, где происходит трение между зубьями шестерен, в червячных передачах — между червяком и червячным колесом, а также в подшипниковых соединениях, где трутся цапфы и втулки (подшипники скольжения)

Все детали, участвующие в трении, имеют микроскопические неровности, высота которых определяется шероховатостью поверхности. Эти неровности могут достигать 6-10 мкм. Износ трущихся поверхностей обусловлен взаимодействием этих неровностей. Интенсивность износа зависит также от характеристик смазочного материала и уровня герметичности соединений сборочных единиц [4].

Если на трущиеся поверхности попадают абразивные вещества, такие как песок или металлическая стружка, механический износ усиливается, что приводит к увеличению зазора между поверхностями и, как следствие, к возникновению ударных нагрузок.

Большинство механизмов и их элементов подвержены переменным нагрузкам в процессе эксплуатации. Со временем такие нагрузки снижают прочность элементов, на которые они воздействуют. Износ поверхности трения или ее отдельных участков, вызванный повторным деформированием микрообъемов материала, что приводит к образованию трещин и отслоению частиц, называется усталостным изнашиванием. Это явление приводит к выкрашиванию поверхностей трущихся деталей и образованию трещин в материале. Интенсивность усталостного изнашивания зависит от уровня нагрузки, частоты циклов нагружения, формы нагружаемого элемента и места приложения нагрузки к нему [5].

В шарнирных и трущихся соединениях возможно сочетание механического и усталостного износа. Полностью устранить эти процессы невозможно, однако применение профилактических мер в рамках системы планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта может существенно уменьшить их проявление. Усталостное изнашивание включает разрушение поверхностей деталей, вызванное внутренними напряжениями и пластическими деформациями, которые возникают под воздействием значительных нагрузок и давлений. В итоге на трении формируются микротрещины, трещины, а также единичные и множественные впадины. Примеры такого износа включают выкрашивание зубьев, износ рабочих дорожек ходовых колес, появление ямок на рабочих канавках обойм шариковых и роликовых подшипников, а также разрушение шеек валов.

Интенсивность усталостного изнашивания определяется величиной нагрузки, ее продолжительностью и количеством изменений направления этой нагрузки. Усталостное

изнашивание не зависит от смазки, но в значительной степени зависит от качества обработки и конфигурации детали [1-3].

Описание условий эксплуатации узла. Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) представляет собой один из наиболее широко используемых типов двигателей. Он находит применение в автомобилях, кораблях, тракторах и других транспортных средствах. ДВС делятся на два основных типа: бензиновые и дизельные.

Бензиновые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) работает на жидких топливах, таких как бензин или керосин, а также на газообразных горючих веществах, которые хранятся под давлением в металлических баллонах. Ключевым элементом ДВС является один или несколько цилиндров, в которых осуществляется процесс сгорания топлива. Это и дало название данному типу двигателя. Наибольшую популярность среди них завоевал четырёхтактный двигатель.

Дизельные двигатели внутреннего сгорания (ДВС) представляют собой иной вариант таких двигателей. Воспламенение топлива в их цилиндрах осуществляется в результате впрыска горючего в воздух, который предварительно сжимается поршнем и, соответственно, нагревается до значительных температур. Это отличает дизельные ДВС от бензиновых, где для инициирования сгорания используется специальное устройство — свеча зажигания.

В данной расчётно-графической работе для исследования были выбраны подшипники качения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания (рисунок 1).

Чтобы разобраться в процессе изнашивания данного узла трения, необходимо выяснить, в каких условиях функционирует эта пара трения, а также определить виды износа, которые могут возникать в таких условиях. Срок эксплуатации подшипников качения во многом зависит от факторов, таких как условия их производства, хранения, обслуживания, установки, а также от нагрузки и рабочих условий.

В подшипниках качения будет происходить усталостное изнашивание, поскольку на них воздействуют значительные знакопеременные нагрузки, а вал вращается с высокой частотой. Этот узел может функционировать с использованием смазки. В подшипники вместе со смазкой могут попадать различные инородные абразивные частицы, что приводит к ускоренному процессу износа и провоцирует абразивное изнашивание.

При взаимодействии металла с окислителями из окружающей среды, смазочными материалами или добавками к смазочным маслам, содержащими коррозионно-активные вещества, происходит процесс окисления металла. Этот процесс приводит к окислительному износу металла, который значительно снизить его производительность и долговечность. Вибрация так же будет ускорять процесс изнашивания.

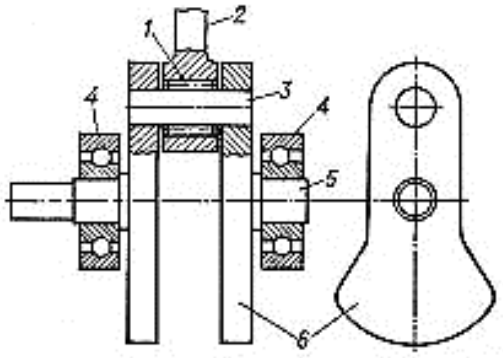


Рисунок 1 – Подшипниковый узел составного коленчатого вала: 1 – подшипники скольжения; 2 – шатун; 3 – шатунная шейка; 4 – подшипники качения; 5 – коренная шейка; 6 – противовес

Описание видов изнашивания и формы поверхностей деталей после изнашивания. Подшипник качения представляет собой стандартный узел трения, широко используемый во многих механизмах транспортных средств. Это связано с высокой

универсальностью данного соединения, его способностью выдерживать значительные осевые и радиальные нагрузки при больших скоростях вращения, а также с низкими энергетическими потерями в процессе работы. В подшипниках качения может использоваться смазка на основе твердых, жидких или пластичных смазочных материалов. Разнообразие условий эксплуатации опор качения привело к разработке множества конструктивных вариантов подшипников. [6].

Основными видами изнашивания подшипников качения, как правило, является: усталостное разрушение (в виде питтинга), адгезионное, абразивное, коррозионно-механическое изнашивания.

Одной из наиболее частых причин выхода подшипника из строя является контактная усталость, проявляющаяся в виде питтинга на поверхностях беговых дорожек как внутреннего, так и внешнего колец, а также на телах качения. В результате многократных знакопеременных деформаций первоначально возникают дефекты, чаще всего в области проскальзывания. Со временем концентрация и размеры этих дефектов увеличиваются, что приводит к их слиянию и образованию микротрещин. При дальнейшем увеличении нагрузки микротрещины объединяются, что вызывает выкрашивание материала (питтинг) (рисунок 2).

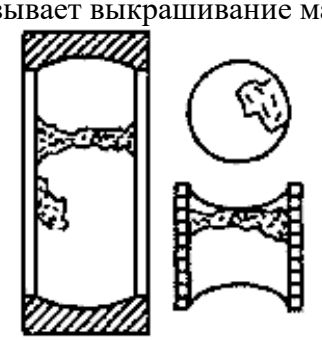


Рисунок 2 – Выкрашивание материала (питтинг)

При работе подшипника без смазки при высоких режимах нагружения в зоне его контакта будет возникать высокие температуры, которые являются причиной адгезионного изнашивания (рисунок 3). Это изнашивание будет характеризоваться тем, что на поверхности трения будут появляться углубления произвольной формы в зоне наибольших давлений [7].

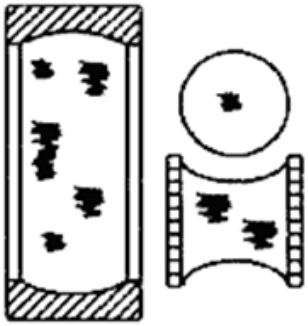


Рисунок 3 – Адгезионное изнашивание

Малые абразивные частицы, такие как продукты изнашивания металлов, проникающие в подшипник, могут вызвать повреждение дорожек качения, тел качения и сепаратора. Поверхность качения становится матовой в зависимости от размера и типа абразивных частиц. С увеличением износа дорожек качения и сепаратора количество абразивных частиц возрастает, что приводит к дальнейшему распространению процесса изнашивания, пока детали подшипника не износятся до такой степени, что он станет непригодным для эксплуатации. Абразивные частицы могут попадать внутрь подшипника извне, если уплотнения не соответствуют рабочим условиям. Эти частицы могут проникать в подшипники вместе с загрязненной пластичной смазкой или в процессе сборки подшипникового узла (рисунок 4).

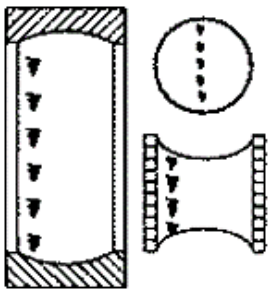


Рисунок 4 – Абразивный износ

Поверхностные задиры возникают в результате абразивного износа и проявляются как глубокие царапины на дорожках и телах качения. Индивидуальные задиры на поверхности создают зоны концентрации напряжений, что может привести к возникновению усталостных явлений. Эти задиры вызваны относительно крупными частицами материала, которые попадают в подшипник и перемещаются по дорожкам при движении тел качения. Для устранения задирав нужно использовать хорошие уплотнения и чистую смазку подшипника (рисунок 5).

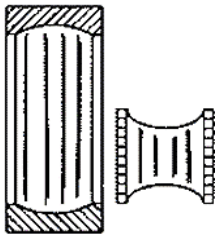


Рисунок 5 – Задиры поверхности дорожек и тел качения в виде глубоких царапин

Окислительное изнашивание происходит, когда металл реагирует с окислителями, присутствующими в окружающей среде или в смазочных материалах. Применение добавок с содержанием хлора, фосфора, серы и других соединений может инициировать такую химическую реакцию. В результате металл начинает взаимодействовать, что ведет к его окислению, образованию измененного слоя и последующему разрушению из-за усталости. (рисунок 6) [8-11].

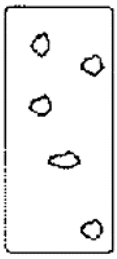


Рисунок 6 – Окислительное изнашивание

Форма изношенной поверхности. На рисунке 7 демонстрируется работа подшипника при недостаточной смазке. В ходе эксплуатации микровыступы поверхности взаимодействуют друг с другом, что приводит к образованию напряжений сдвига на поверхности. В результате усталостных процессов в материале формируются небольшие трещины, которые в дальнейшем могут привести к микрорастрескиванию.

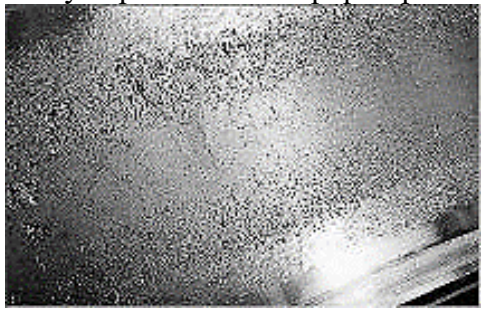


Рисунок 7 – Изношенная поверхность подшипника при плохой смазке

Выводы. В данной научной статье был выбран и исследован узел трения подшипники качения. Определили каким виды изнашивания он подвергаются в процессе работы. Основной причиной изнашивания, по моему мнению, является усталостное разрушение, так как металл подвергается значительным знакопеременным нагрузкам, что приводит к его быстрой деградации. Наличие абразивных частиц также оказывает негативное влияние на функционирование подшипников, вызывая образование царапин, канавок и углублений на поверхностях. Для недопущения попадания частиц в зону контакта требуется соблюдать "стерильные" условия и применять хорошие уплотнения и чистую смазку подшипника. Не применять присадки смазывающих масел, которые могут содержать коррозионно-активные вещества (соединения хлора, фтора, серы). Чтобы снизить риск быстрого износа, подшипники изготавливают из стали с добавлением хрома, который повышает твердость и износостойкость материала, а также обеспечивает необходимую прокаливаемость. Износостойкость можно достичь и иным способом: одну деталь (например, вал) выполняют из высокотвердого материала, а другую (подшипник скольжения) – из мягкого антифрикционного материала (бронза, баббит, металлокерамика и др.). В зависимости от условий эксплуатации и специфических требований выбирается соответствующий материал для производства подшипников.

Литература

1. Журавлев, С. Ю. Основы надежности машин : учебное пособие / С.Ю. Журавлев ; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2021. – 251 с.
2. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение». » : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 201-205. – EDN XMAFKJ.
3. Лопатин, О. П. Рециркуляция отработавших газов как средство снижения токсичности газодизеля 4Ч 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, А. А. Анфилатов // XII Туполевские чтения : материалы Международной молодежной научной конференции. – Казань : КГТУ, 2004. – Т. 1. – С. 164-165. – EDN XIREIT.
4. Багмутов, В. П. Изнашивание деталей узлов трения наземных транспортных средств : учебное пособие / В. П. Багмутов, А. Н. Савкин, С. Н. Паршев ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2011.– 56 с.
5. Лопатин, О. П. Исследование образования оксидов азота и показателей процесса сгорания в цилиндре дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания: материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение». » : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 205-209. – EDN YFLQZN.
6. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на режиме максимального крутящего момента / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания: материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение». » : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 144-150. – EDN XRQMMJ.
7. Анализ видов изнашивания рабочих поверхностей деталей : учебно-методическое пособие / Ю. М. Лужнов [и др.]. – Москва : МАДИ, 2018. – 48 с.

8. Детали машин : лабораторный практикум. Ч. 1 / под редакцией В. Н. Ражикова ; Балтийский государственный технический университет. – Санк-Петербург, 2013. – 109 с.
9. Эксплуатация подшипников качения : монография / В. А. Сидоров, А. Л. Сотников. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 136 с.
10. Иноземцева, Н. В. Подшипники скольжения и их расчет: учеб.-метод. пособие / Н. В. Иноземцева, С. И. Прач ; Министерство образования Республики Беларусь, Гомелевский государственный технический университет им. П.О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – 74 с.
11. Lopatin, O. P. Chemistry of the process of formation of nitrogen oxides in the combustion chamber of gas-diesel // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 052004. Doi: 10.1088/1742-6596/1515/4/052004. – EDN LOROGU.
12. Lopatin, O. P. Phenomenology of nitrogen oxides formation in a gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 042009. – EDN DGTUCH.
13. Lopatin, O. P. Model for calculating the reaction rates of nitrogen oxide formation in a diesel cylinder // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862. – 2020. - 062025. – EDN DEIWFY.
14. Богданович П.Н., Прушак В.Я. "Трение и износ в машинах" Учеб. Для вузов. - Мн.: Выш. Шк., 1999. - 374 с.
15. Крагельский, И. В. Узлы трения машин : справочник. – Москва : Машиностроение, 1984. – 280 с.
16. Lopatin, O. P. Calculation of the process of nitrogen oxides formation during combustion of methanol in the engine // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 919. – 2020. – 062011. – EDN ZNJJJJ.
17. Lopatin, O. P. Investigation of alternative fuel oxidation kinetics in an internal combustion engine // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 919. – 2020. – 062005. – EDN UHPADY.
18. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей : учебник для студентов вузов / под редакцией А. С. Орлина, М. Г. Круглова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1980. – 288 с.
19. Двигатели внутреннего сгорания / под редакцией В. Н. Луканина. – Москва : Высшая школа, 1985. – 311 с.
20. Лопатин, О. П. Расчет констант скоростей реакций термической диссоциации при сгорании углеводородных топлив в цилиндре дизеля / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. Н. Чувашев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2009. – Вып. 7. – С. 97-104. – EDN ZEMDXH.
21. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на номинальном режиме / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2008. – С. 137-144. – EDN XRQMND.
22. Чеботарев, М. И. Выбор оптимального способа восстановления изношенной поверхности детали : учебное пособие / М. И. Чеботарев, М. Р. Кадыров. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 91 с.

УДК 621.436

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАЛИИ ДИЗЕЛЬНОГО СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ РИЦИНОВОГО МАСЛА

Возженников Е. В. – аспирант
Вишняков А. В. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассмотрено теоретическое исследование показателей работы дизеля при использовании дизельного смесевого топлива на основе рицинового масла. Для оценки возможности использования рациногово масла в качестве биологического компонента дизельного смесевого топлива проведены экспериментальные исследования тракторного дизеля Д-240.

Ключевые слова: дизель, рациновое масло, смесевое топливо, мощность, экономичность, альтернативный вид моторных топлив

Актуальность данного вопроса подтверждается многочисленными исследованиями альтернативных моторных топлив, в частности, из возобновляемых источников сырья (биомассы), изучаемых в различных регионах Российской Федерации и за границей.

В качестве сырья для получения дизельных смесевых топлив привлекательны масленичные культуры, неиспользуемые в пищевой промышленности, как, например, сафлор, рыжик, рапс, сурепица, крамбе абиссинская и клещевина.

На данный момент в Российской Федерации растет потребность в рициновом масле, используемом в военной, химической, машиностроительной, радиоэлектронной, полиграфической, лакокрасочной, медицинской, косметической и других отраслях промышленности.

В результате переработки плодов клещевины путем холодного отжима в остаточном шроте или лузге остается порядка 10% масла, которое возможно выделить путем переработки шрота по технологии экстракции с получением технического рицинового масла с возможностью применения как сырья для получения лакокрасочных, смазочных материалов и дизельного смесевого топлива.

Однако вязкость рицинового масла на порядок выше, чем у дизельного топлива, поэтому его необходимо применять в смеси с маловязкими компонентами.

В качестве добавки к рициновому маслу могут быть использованы минеральное нефтяное топливо и биоэтанол, благодаря которым значительно снижается вязкость смеси, снижается температура помутнения и кристаллизации, что делает ее пригодной к использованию в стандартных дизельных системах питания с точки зрения качественного распыла, низкотемпературных свойств.

В качестве дизельного смесевого топлива исследована смесь рицинового масла (РицМ), и летнего дизельного топлива согласно ГОСТ 305-2013.

На основании проведенного теплового расчета определены показатели рабочего цикла, показаны зависимости от концентрации компонентов смесевого топлива.

По результатам теоретического расчета проведено сравнение полученных показателей с дизельным топливом.

За последние годы ученые всего мира проявили высокий интерес к альтернативным видам топлив, получаемых из возобновляемых ресурсов, в частности, из биомассы.

Это обусловлено ежегодным увеличением количества техники, использующей дизельные ДВС, в результате эксплуатации которых ежегодно ухудшается экологическая ситуация регионов.

В частности, загрязнение окружающей среды происходит такими веществами, как угарный газ, углекислый газ, сажевые частицы и др.

Физико-химические показатели растительных масел и биоэтанола существенно отличаются от характеристик дизельного топлива.

Это повышенная вязкость и плотность у масел, а также повышенная температура вспышки у биоэтанола и масла растительного происхождения.

Смесевое топливо имеет преимущество перед нефтяными минеральными: данный вид топлива значительно снижает количество требуемого нефтяного сырья, основная часть топлива изготавливается из возобновляемой биомассы.

Таблица 1 – Показатели рабочего цикла дизельного двигателя при использовании смесей различной концентрации

Показатели / Indicators	Дизельное топливо / diesel fuel	15%РицМ +85% ДТ 15% ricin oil / 85% diesel fuel	20% РицМ +80% ДТ 20% ricin oil 80% diesel fuel	25% РицМ +75% ДТ 25% ricin oil 75% diesel fuel
Теплота сгорания топлива, МДж\кг Heat of combustion of fuel	42,5	41,37065	40,986	40,6013
Теоретическое количество воздуха, кг\кг топлива Theoretical amount of air	14.35	13,94	13,80	13,67
Теплота сгорания горючей смеси МДж\кг The heat of combustion of the combus-tible mixture	1.8874	1.8882	1.88876	1.8880
Коэффициент молекулярного изменения Coefficient of molecular change	1,041	1,04283771	1,04334192	1,043856
Температура сгорания, °кCombustion temperature	2158,0	2168,5	2168	2167,5
Среднее эффективное давление , Мпа Mean effective pressure	0.7233	0.709635	0.71	0,71035
Эффективный КПД Effective performance	0.363	0,351645	0,3517	0,35174
Эффективный удельный расход топлива, г\кВт Effective unit flow	233,3	247,46	249,74	252,08
Эффективная мощность, кВт Effective Power	63,0	61,80	61,83	61,86
Изменение мощности, % Power change	-	-1,91	-1,86	-1,81
Изменение удельного расхода топлива, % Change in specific consumption	-	+6,07	+7,048	+ 8,05

В данное время наиболее исследованным источником растительного сырья является рапс. Однако заслуживает внимания применение масел и других масленичных культур.

На данный момент в Российской Федерации растет потребность в рициновом масле в военной, химической, машиностроительной, радиоэлектронной, полиграфической, лакокрасочной, медицинской, косметической и других отраслях промышленности.

В связи с проводимой политикой по импортозамещению растут и потребности масла в РФ, так как основная доля рицинового масла на рынке производится в Индии, можно считать, что техническое рициновое масло может являться перспективным конкурентом другим растительным маслам, исследованным как компоненты ДСТ.

Клещевина относится к роду многолетних растений семейства молочайных.

Этот род представлен одним видом – клещевина обыкновенная (Ricinus communis), который подразделяется на несколько подвидов.

В тропических и субтропических странах клещевину выращивают как многолетнюю или однолетнюю культуру, в районах с умеренным климатом – только как однолетнюю. В севообороте клещевину размещают после озимой пшеницы, озимого ячменя, кукурузы и зернобобовых.

Сама клещевина – хороший предшественник для яровых зерновых культур. Сорт клещевины Хортицкая 1 является среднеспелым, растения средней высоты, слабо-фиолетовые, закладывают плотную кисть на 8-10 узле.

Штамб высотой 50-70 см. Хортицкая 1 высокоустойчива к фузариозу, приспособлена для механизированной уборки. Масличность семян 51-52%. Урожайность 1.2-1.5 т/га.

В результате переработки плодов клещевины путем холодного отжима в остаточном шроте остается порядка 10% масла, которое возможно выделить путем переработки шрота по технологии экстракции или переработки плодов путем горячего отжима с получением технического рицинового масла с возможностью применения как сырья для получения лакокрасочных материалов и дизельного смесевого топлива.

Однако вязкость и плотность рицинового масла в разы выше, чем у дизельного топлива.

Но при добавлении в техническое рициновое масло дизельного топлива или биоэтанола наблюдается улучшение данных показателей.

Цель данной работы – проанализировать влияние дизельного смесевого топлива на основе рицинового масла различного состава на экономические, мощностные показатели рабочего цикла дизельного двигателя Д-240.

Методологическую основу исследования составляют комплексные методы: анализ современной научной и технической литературы, математическое моделирование процессов сгорания и образования вредных веществ, экспериментальные измерения состава выхлопных газов и их количественный анализ.

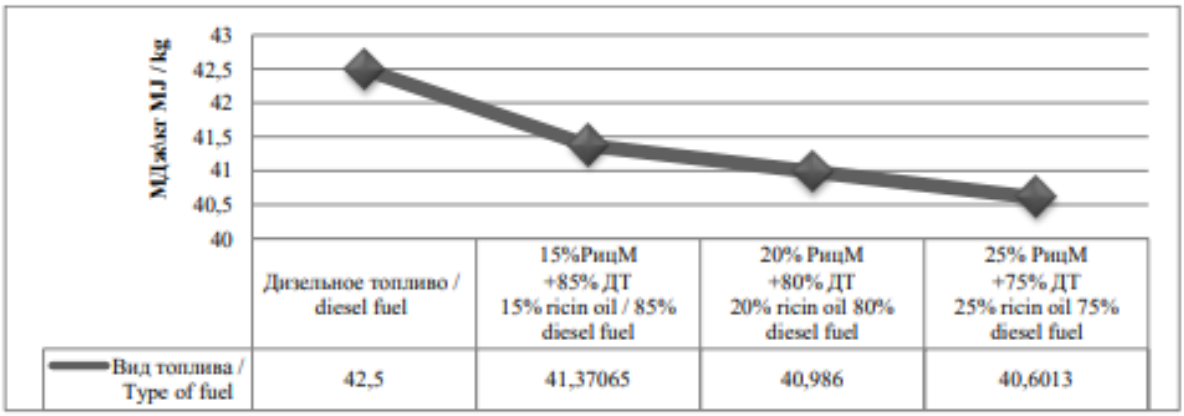


Рисунок 1 – Изменение теплоты сгорания исследуемых смесей

Был проведен тепловой расчет двигателя Д-240 с использованием трех топливных смесей следующего состава: РицМ+ДТ соответственно (15+85); (20+80); (25+75) %. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

При применении смесей на основе рицинового масла снижается требуемое количество воздуха для сгорания смеси: согласно расчетам, в сравнении с дизельным

топливом снижается на 2,86%, при этом потребное количество воздуха снижается по мере увеличения концентрации масла в смеси. При анализе расчетов заметно снижение теплоты сгорания у исследуемых смесей на 2.6% по сравнению с дизельным топливом.

При изменении доли масла на 5% показатель теплоты сгорания в среднем изменяется на 0,93%.

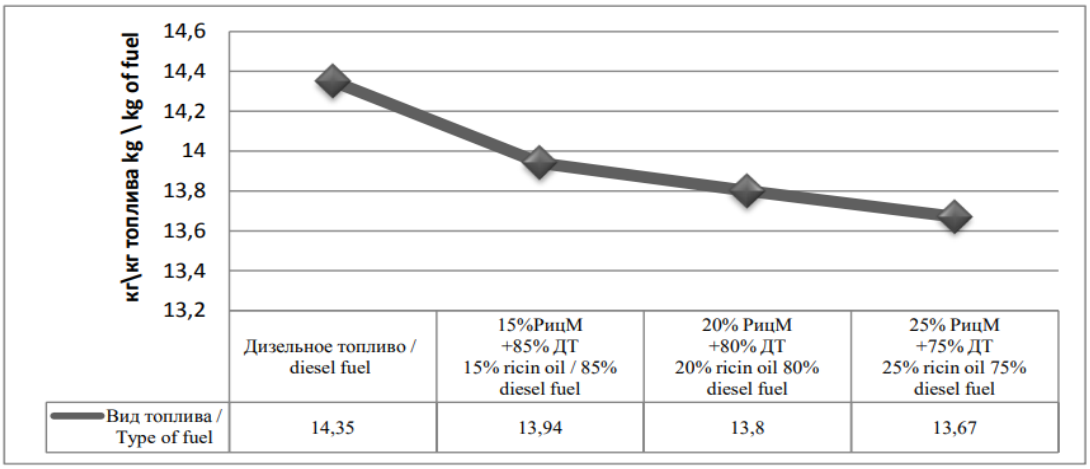


Рисунок 2 – Изменение количества воздуха необходимое для сгорания

Это обусловлено большим содержанием кислорода согласно элементному составу C3H5(C18H33O3)3 рицинового масла по сравнению с дизельным топливом.

При этом было выявлено, что теплота сгорания горючей смеси сравнительно мало изменяется, что связано с уменьшением количества молей продуктов сгорания.

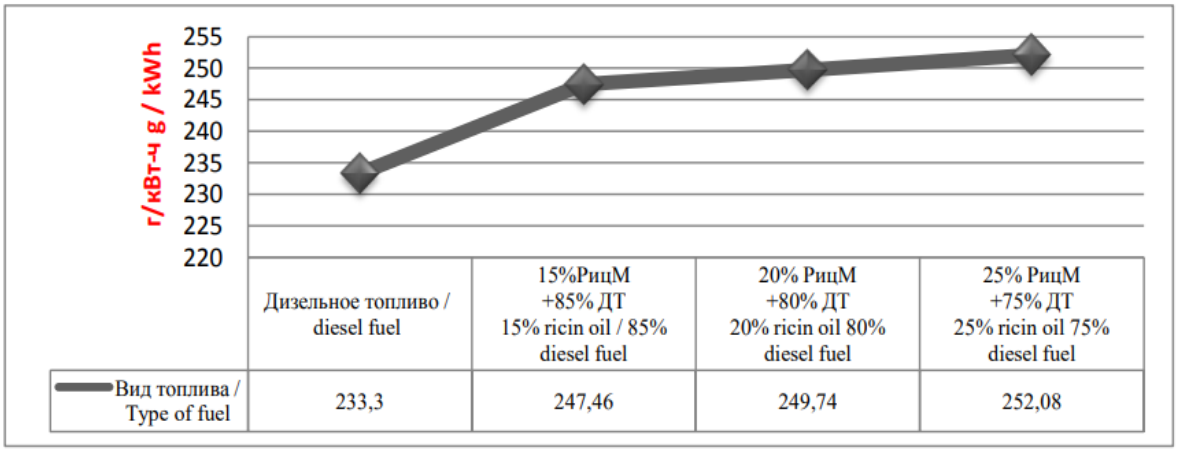


Рисунок 3. Изменение удельного расхода топлива

Удельный расход топлива значительно увеличивается на 6,07% в сравнении с дизельным топливом, и выявлена закономерность: при увеличении концентрации масла на каждые 5% расход возрастает на 2,3 г/кВт-ч. Имеет место незначительное уменьшение мощности по сравнению с работой двигателя на дизельном смесевом топливе: в среднем на 1,86-1.91% в зависимости от концентраций используемых компонентов. Таким образом, дизельное смесевое топливо на основе рицинового масла имеет возможность применения на дизельных двигателя внутреннего сгорания, согласно проведенным расчетам имеет схожие показатели с смесями на основе рапсового, горчичного, соевого масла. Данные исследования будут интересны предприятиям по выращиванию и переработке клещевины с целью снижения затрат на ГСМ. Но имеет смысл для уменьшения доли нефтяной основы и повышения экологичности работы ДВС провести исследования по добавлению биоэтанола.

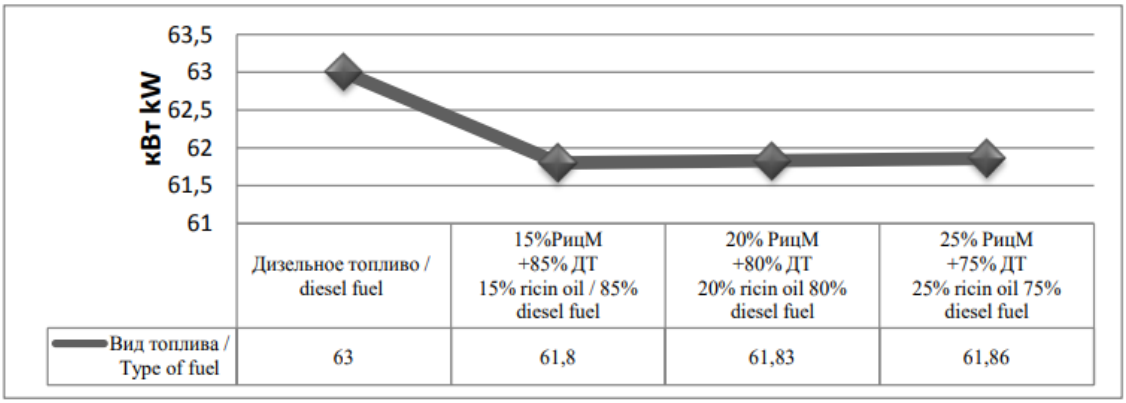


Рисунок 4. Изменение эффективной мощности

Теоретические расчеты рабочего цикла дизельного двигателя при использовании смесей различной концентрации показывают:

1. Происходит снижение требуемого количество воздуха для сгорания смеси по мере увеличении концентрации масла в смеси.

2. Незначительное снижение мощности двигателя Д-240 на 1,86-1.91% при работе на дизельном смесевом топливе на основе рицинового масла по сравнению дизельным топливом.

3. Экономичность двигателя ухудшается на 6,07% в сравнении с дизельным топливом или в среднем на 2,3 г/кВт-ч при увеличении доли масла в смеси на 5%.

Литература

1. Марков, В. А. Оптимизация состава смесей нефтяного дизельного топлива с растительными маслами / В. А. Марков, С. Н. Девянин, С. И. Каськов // Известия вузов. Машиностроение. – 2016. – № 7 (676). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-sostava-smesey-neftyanogodizelnogo-topliva-s-rastitelnymi-maslami (дата обращения: 22.01.2018).

2. Лопатин, О. П. Рециркуляция отработавших газов как средство снижения токсичности газодизеля 4Ч 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, А. А. Анфилатов // XII Туполевские чтения : материалы Международной молодежной научной конференции. – Казань : КГТУ, 2004. – Т. 1. – С. 164-165. – EDN XIREIT.

3. Лопатин, О. П. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность ОГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 419-423. – EDN WDXAMT.

4. Уханов, А. П. Биотопливо для автотракторных дизелей из сафлорового масла / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов // Нива Поволжья. – 2016. – № 4 (41). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/biotoplivo-dlya-avtotraktornyh-dizeley-iz-saflorovogo-masla (дата обращения: 22.01.2018).

5. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на режиме максимального крутящего момента / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение». : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 144-150. – EDN XRQMMJ.

6. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля с турбонаддувом и промежуточным

охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 201-205. – EDN XMAFKJ.

7. Lopatin, O. P. Model for calculating the reaction rates of nitrogen oxide formation in a diesel cylinder // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862. – 2020. - 062025. – EDN DEIWFY.

8. Лопатин, О. П. Исследование образования оксидов азота и показателей процесса сгорания в цилиндре дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 205-209. – EDN YFLQZN.

9. Количественные соотношения и свойства смесевых систем углеводородного состава для дизельного двигателя / Ю. В. Панков, Л. А. Новопашин, Л. В. Денежко, А. А. Садов // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 12 (154). – С. 72-76.

10. Уханов, А. П. Дизельное смесевое топливо: проблемы и инновационные разработки / А. П. Уханов, Д. А. Уханова, И. Ф. Адгамов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – Т. 1, № 2. – С. 46-51.

11. Lopatin, O. P. Calculation of the process of nitrogen oxides formation during combustion of methanol in the engine // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 919. – 2020. – 062011. – EDN ZNJJJJ.

12. Lopatin, O. P. Investigation of alternative fuel oxidation kinetics in an internal combustion engine // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 919. – 2020. – 062005. – EDN UHPADY.

13. Лопатин, О. П. Расчет констант скоростей реакций термической диссоциации при сгорании углеводородных топлив в цилиндре дизеля / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. Н. Чувашев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2009. – Вып. 7. – С. 97-104. – EDN ZEMDXH.

14. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на номинальном режиме / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2008. – С. 137-144. – EDN XRQMND.

15. Lopatin O.P. Chemistry of the process of formation of nitrogen oxides in the combustion chamber of gas-diesel // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 052004. Doi: 10.1088/1742-6596/1515/4/052004. – EDN LOROGU.

16. Lopatin O.P. Phenomenology of nitrogen oxides formation in a gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 042009. – EDN DGTUCH.

17. Уханов, А. П. Исследование свойств биологических компонентов дизельного смесевого топлива / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов // Нива Поволжья. – 2014. – № 1 (30). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-svoystv-biologicheskih-komponentov-dizelnogosmesevogo-topliva (дата обращения: 22.01.2018).

УДК 621.436

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ НА РЫЖИКО-МИНЕРАЛЬНОМ ТОПЛИВЕ В РЕЖИМЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ХОЛОСТОГО ХОДА

Возженников Е. В. – аспирант
Городилов С. Л. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье представлено выявление особенностей работы тракторного дизеля на рыжико-минеральном топливе в режиме самостоятельного холостого хода. Рыжико-минеральное топливо представляет собой смесь рыжикового масла и минерального дизельного топлива в определенном соотношении указанных компонентов. Для оценки возможности использования рыжикового масла в качестве биологического компонента дизельного смесевого топлива проведены экспериментальные исследования тракторного дизеля Д-243 в режиме холостого хода и определена степень влияния различного соотношения компонентов смесевого рыжико-минерального топлива на его показатели.
Ключевые слова: дизель, рыжиковое масло, смесевое топливо

Одним из альтернативных видов моторного топлива для дизелей автотракторной техники является дизельное смесевое топливо (ДСТ), получаемое смешиванием минерального (нефтяного) дизельного топлива (ДТ) и растительного масла.

Широкое распространение в качестве биологического компонента для производства ДСТ получило рапсовое масло.

Однако несмотря на достоинства рапсового масла в качестве биокомпонента ДСТ, не следует исключать возможность использования растительных масел других масличных культур, традиционно культивируемых в России. В качестве альтернативы рапсовому маслу может служить рыжиковое масло (РыжМ).

Для использования ДСТ, биокомпонентом которого является РыжМ, необходимо оценить работу дизеля на таком виде моторного топлива и, прежде всего, в режиме самостоятельного холостого хода (РСХХ).

Это связано с тем, что при остановках и стоянках автотракторной техники с не выключенным двигателем последний работает на малых оборотах РСХХ, который из-за пониженных цикловых подач топлива и некачественного смесеобразования характеризуется ухудшенным протеканием рабочего процесса в цилиндрах.

Внешними признаками этого безнагрузочного режима являются неустойчивая работа двигателя, непроизводительный расход топлива и повышенное содержание вредных веществ в отработавших газах.

В зависимости от вида выполняемой с.-х. работы доля времени автотракторной техники на этом режиме составляет 5-30% фонда рабочего времени, что приводит к сжиганию топлива «впустую», не производя полезной работы.

Исследования проводились при работе дизеля на минеральном ДТ марки Л-0,2-62 и ДСТ с различным соотношением биологического и минерального компонентов: 25% РыжМ + 75% ДТ; 50% РыжМ + 50% ДТ; 75% РыжМ + 25% ДТ; 90% РыжМ + 10% ДТ и 90% РыжМ + 10% ДТ(УЗ).

Для оценки влияния ультразвуковой обработки ДСТ на показатели дизеля, смесевое топливо 90% РыжМ + 10% ДТ подвергалось обработке ультразвуком (УЗ) с помощью диспергатора УЗДН-2Т с магнитострикционными излучателями на 44 кГц в течение 50 мин. Изменение соотношения биологического и минерального компонентов ДСТ влияет на его углеводородный состав и теплотворные свойства (табл. 1).

Таблица 1 – Углеводородный состав и теплотворные свойства исследуемых топлив
Примечание: С – углерод; Н – водород; О – кислород.

Вид топлива	Элементарный состав			Низшая теплота сгорания, МДж/кг
	С	Н	О	
100% ДТ	0,870	0,126	0,004	42,4
100% РыжМ	0,766	0,119	0,115	37,0
25% РыжМ + 75% ДТ	0,844	0,125	0,031	41,0
50% РыжМ + 50% ДТ	0,818	0,123	0,059	39,7
75% РыжМ + 25% ДТ	0,792	0,121	0,087	38,3
90% РыжМ + 10% ДТ	0,776	0,120	0,104	37,2

При увеличении в ДСТ доли рыжикового масла происходит уменьшение содержания углерода и водорода, увеличение содержания кислорода (табл. 1).

В частности, в ДСТ 90% РыжМ + 10% ДТ содержание углерода уменьшилось с 0,870 до 0,776 и водорода с 0,126 до 0,120, а содержание кислорода увеличилось с 0,04 до 0,104, по сравнению с минеральным ДТ.

Это, в свою очередь, вызывает некоторое снижение теплотворной способности ДСТ.

Так, низшая теплота сгорания ДСТ 90% РыжМ + 10% ДТ равна 37,2 МДж/кг, что на 12,3% ниже значения низшей теплоты сгорания минерального ДТ (42,4 МДж/кг).

В свою очередь, изменение углеводородного состава рыжико-минерального топлива сказывается на показателях дизеля при его работе в режиме самостоятельного холостого хода. За оценочные показатели дизеля приняты максимальное давление цикла (P_z), коэффициент избытка воздуха (α), коэффициент наполнения (η_v), часовой расход топлива (G_t), дымность (Д) и содержание оксида углерода (СО) в отработавших газах.

Результаты исследований показывают (рисунок 1, 2), что при работе дизеля на минимально-устойчивой частоте вращения коленчатого вала холостого хода 800 $мин^{-1}$ на всех исследуемых видах топлива коэффициент наполнения и максимальное давление цикла остаются постоянными и составляют соответственно 0,87 и 6,3 Мпа.

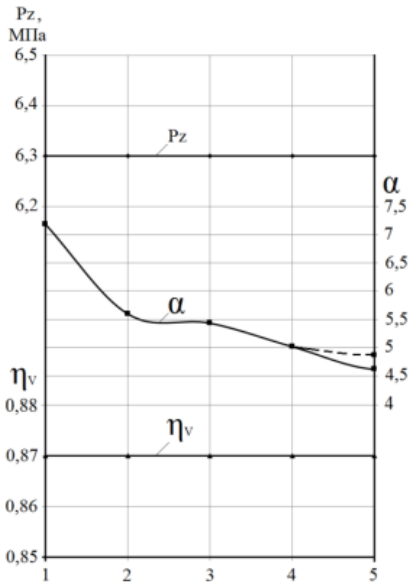


Рисунок 1 – Изменение показателей рабочего процесса дизеля в режиме самостоятельного холостого хода в зависимости от соотношения компонентов ДСТ: 1) 100% ДТ; 2) 25% РыжМ + 75% ДТ; 3) 50% РыжМ + 50% ДТ; 4) 75% РыжМ + 25% ДТ, 5) 90% РыжМ + 10% ДТ

Коэффициент избытка воздуха при увеличении в смесевом топливе доли рыжикового масла до 90% снижается с 7,187 до 4,619 (на 35,7%).

Необходимо отметить, что при изменении содержания в ДСТ рыжикового масла в диапазоне от 25 до 50% коэффициент избытка воздуха снижается незначительно – с 5,596 до 5,436 (на 2,9%).

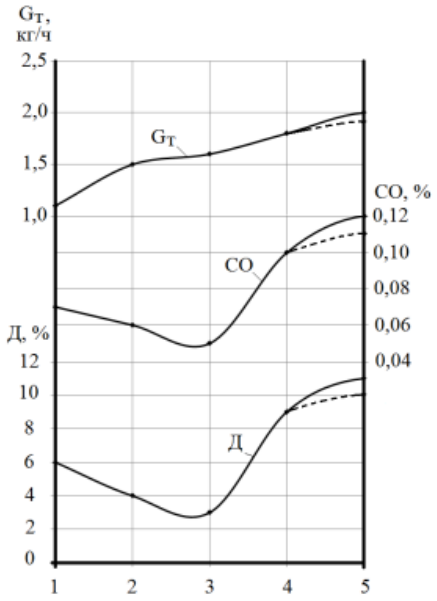


Рисунок 2 – Изменение топливных и экологических показателей дизеля в режиме самостоятельного холостого хода в зависимости от соотношения компонентов ДСТ: 1) 100% ДТ; 2) 25% РыжМ + 75% ДТ; 3) 50% РыжМ + 50% ДТ; 4) 75% РыжМ + 25% ДТ; 5) 90% РыжМ + 10% ДТ;

Топливная экономичность дизеля при увеличении в смесевом топливе доли рыжикового масла до 90% ухудшается. Так, например, часовой расход рыжико-минерального топлива увеличивается с 1,1 кг/ч до 2 кг/ч (на 81,8%) по сравнению с работой на минеральном ДТ. Наименьшее ухудшение топливной экономичности наблюдается при изменении содержания в ДСТ рыжикового масла в диапазоне от 25 до 50%.

Так, часовой расход топлива в этом диапазоне увеличивается всего с 1,5 до 1,6 кг/ч (на 6,7%). Снижение коэффициента избытка воздуха на холостом ходу по мере увеличения доли рыжикового масла объясняется повышением часового расхода топлива и, соответственно, количества воздуха, теоретически необходимого для сгорания при практически неизменном коэффициенте наполнения цилиндра свежим зарядом.

После обработки смесевого топлива 90% РыжМ + 10% ДТ ультразвуком показатели дизеля несколько улучшились. Так, например, коэффициент избытка воздуха уменьшился с 7,187 до 4,863 (на 32,3%), а часовой расход топлива возрос с 1,1 кг/ч до 1,9 кг/ч (на 72,7%), по сравнению с работой на минеральном ДТ. Таким образом, обработка смесевого топлива 90% РыжМ + 10% ДТ(УЗ) ультразвуком позволила повысить коэффициент избытка воздуха с 4,619 до 4,863 и снизить часовой расход топлива с 2,0 до 1,9 кг/ч по сравнению с работой дизеля на не обработанном ультразвуком смесевом топливе 90% РыжМ + 10% ДТ. При увеличении содержания рыжикового масла в ДСТ до 50% происходит снижение дымности отработавших газов (ОГ) и содержания оксида углерода. Снижение дымности ОГ при работе на рыжикоминеральном топливе по сравнению с минеральным ДТ объясняется меньшим содержанием углерода и водорода в рыжиковом масле по сравнению с минеральным ДТ. Так, при работе дизеля на смесевом топливе 50% РыжМ+50% ДТ дымность отработавших газов снижается на 50% (с 6 до 3%), а содержание оксида углерода – на 28,6% (с 0,07 до 0,05%) по сравнению с работой на минеральном ДТ.

При дальнейшем увеличении содержания рыжикового масла (от 50 до 90%) в ДСТ дымность ОГ увеличивается на 83,3% (с 6 до 11%), содержание оксида углерода – на 71,4% (с 0,07 до 0,12%). Увеличение дымности ОГ при возрастании доли рыжикового масла в ДСТ

свыше 50 % объясняется повышением часового расхода топлива и, соответственно, снижением коэффициента избытка воздуха, в результате чего действительного количества воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, становится недостаточным для обеспечения необходимой полноты сгорания рыжико-минерального топлива. После обработки смесевого топлива 90% РыжМ + 10% ДТ(УЗ) ультразвуком дымность ОГ увеличивается на 66,7% (с 6 до 10%), содержание оксида углерода – на 57,1% (с 0,07 до 0,11%) по сравнению с работой дизеля на минеральном ДТ.

Таким образом, обработка смесевого топлива 90% РыжМ + 10% ДТ(УЗ) ультразвуком позволила снизить дымность на 9,1% (с 11 до 10%), а содержание оксида углерода на 8,3% (с 0,12 до 0,11%), по сравнению с работой дизеля на не обработанное ультразвуком смесевом топливе 90% РыжМ + 10% ДТ. Улучшение показателей дизеля при работе на смесевом рыжико-минеральном топливе, обработанном ультразвуком, по сравнению с работой дизеля на смесевом топливе аналогичного состава, необработанном ультразвуком, объясняется более качественным смешиванием компонентов смесевого топлива, с образованием мелкодисперсной среды, а также увеличением энергетического эквивалента смесевого топлива. При работе тракторного дизеля на всех исследованных составах рыжико-минерального топлива происходит некоторое ухудшение показателей рабочего процесса и топливной экономичности по сравнению с работой дизеля на минеральном ДТ. Наилучшие экологические показатели наблюдаются при работе дизеля на смесевом топливе 50% РыжМ + 50% ДТ. Обработка рыжико-минерального топлива ультразвуком способствует качественному перемешиванию минерального и растительного компонентов ДСТ и, как следствие, улучшению топливно-экономических и экологических показателей дизеля.

Литература

1. Уханов, А. П. Дизельное смесевое топливо : монография / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, Д. С. Шеменев. – Пенза : РИО ПГСХА, 2012. – 147 с.
2. Нетрадиционные биокомпоненты дизельного смесевого топлива : монография / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, Е. А. Сидоров, Е. Д. Година. – Пенза : РИО ПГСХА, 2013. – 113 с.
3. Уханов, А. П. Опыт использования сурепно-минерального топлива в дизеле сельскохозяйственного трактора : монография / А. П. Уханов, Д. А. Уханов. – Пенза : РИО ПГСХА, 2016. – 179 с.
4. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азотав ОГ дизеля с турбонаддувом путем применения КПГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 415-419. – EDN WDXALZ.
5. Лопатин, О. П. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы III Международной научно-практической конференци. – 2010. – С. 126-133. – EDN VILKZJ.
6. Уханов, А. П. Теоретическая и экспериментальная оценка эксплуатационных показателей пахотного агрегата при работе на дизельном смесевом топливе / А. П. Уханов, Е. А. Сидоров, Л. И. Сидорова // Научное обозрение. – 2014. – № 1. – С. 21-27.
7. Лопатин, О. П. Рециркуляция отработавших газов как средство снижения токсичности газодизеля 4Ч 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, А. А. Анфилатов // XII Туполевские чтения : материалы Международной молодежной научной конференции. – Казань : КГТУ, 2004. – Том 1. – С. 164-165. – EDN XIREIT.
8. Лопатин, О. П. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность ОГ // О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической

конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 419-423. – EDN WDXAMT.
9. Рапсовое биотопливо – альтернатива нефтяному моторному топливу / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Рачкин, Н. С. Киреева // Нива Поволжья. – 2007. – № 2. – С. 37-40.
10. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на режиме максимального крутящего момента / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 144-150. – EDN XRQMMJ.
11. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 201-205. – EDN XMAFKJ.
12. Сидоров, Е. А. Оценка жирнокислотного состава растительных масел и дизельных смесевых топлив на основе рыжика, сурепицы и льна масличного / Е. А. Сидоров, А. П. Уханов, О. Н. Зеленина // Известия Самарской ГСХА. – 2013. – № 3. – С. 49-54.
13. Lopatin O.P. Chemistry of the process of formation of nitrogen oxides in the combustion chamber of gas-diesel // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. - 052004. Doi: 10.1088/1742-6596/1515/4/052004. – EDN LOROGU.
14. Lopatin O.P. Phenomenology of nitrogen oxides formation in a gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. - 042009. – EDN DGTUCH.
15. Хохлова, Е. А. Элементарный состав, низшая теплота сгорания и физические свойства дизельного смесевого топлива из рыжикового масла / Е. А. Хохлова, Е. А. Сидоров // Известия Самарской ГСХА. – 2012. – № 3. – С. 55-59.
16. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на номинальном режиме / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2008. – С. 137-144. – EDN XRQMND.
17. Lopatin O.P. Model for calculating the reaction rates of nitrogen oxide formation in a diesel cylinder // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862. – 2020. - 062025. – EDN DEIWFY.
18. Лопатин, О. П. Исследование образования оксидов азота и показателей процесса сгорания в цилиндре дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 205-209. – EDN YFLQZN.
19. Уханов, А. П. Рапсовое биотопливо : монография / А. П. Уханов, В. А. Рачкин, Д. А. Уханов. – Пенза : РИО ПГСХА, 2008. – 229 с.

УДК 621.436

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ Д-243 НА РАПСОВОМ МАСЛЕ И ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

Возженников Е. В. – аспирант
Давлятбеков Ю. Б. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассмотрен мировой опыт по применению растительных масел в качестве топлива для дизеля. Приводится сравнительный анализ изменения эффективной мощности, часового и удельного расхода топлива, крутящего момента и эффективного коэффициента полезного действия в зависимости от среднего эффективного давления и частоты вращения коленчатого вала двигателя при замене традиционного дизельного топлива на альтернативное рапсовое масло.

Ключевые слова: дизель, рапсовое масло, смесевое топливо

В настоящее время более 70 % потребностей в энергии удовлетворяются ископаемыми источниками, причем рост потребления в последние 30 лет опережает рост численности населения. В среднем в мире человек потребляет 56 ГДж/(чел/год) энергии.

В период с 1970 по 2000 год мировой автомобильный парк вырос с 220 до 730 млн. единиц, и в настоящее время на транспорт приходится до 40 % мирового потребления нефти.

Топливо, получаемое из нефти, обеспечивает 96 % энергии, затрачиваемой в мире для перемещения людей и грузов.

Постоянное повышение цен в мире на традиционные источники энергии, политическая и экономическая нестабильность в странах, являющихся основными поставщиками нефти и газа на мировые рынки, заставляет ведущие страны мира искать другие виды источников энергии.

Беларусь также стремится повысить свою энергетическую безопасность путем замещения традиционных топлив возобновляемыми.

Это закреплено в ряде нормативных актов Республики Беларусь. Одним из потребителей нефтяных топлив является дизель – основной источник энергии грузовых автомобилей, тракторов и мобильных сельскохозяйственных машин.

Кроме того, дизельные двигатели по сравнению с бензиновыми являются более экономичными, и их отработавшие газы содержат меньшее количество токсичных компонентов. На базе дизельного двигателя проще расширять перечень применяемых топлив, так как бензиновый двигатель, или двигатель с принудительным воспламенением, не может работать на тяжелых топливах, которые плохо испаряются и не пригодны для карбюрации.

В мировой практике в качестве альтернативного топлива широко стали исследоваться различные растительные масла (табл. 1). Их перечень довольно широк.

Однако для европейских условий, в которых находится Республика Беларусь, наиболее пригодным считается рапсовое масло.

Таблица 1 – Физико-химические свойства растительных масел

Масла	Плотность при 15 °С, кг/м^3	Кинематическая вязкость при 20 °С, сСт	Низшая теплота сгорания, МДж/кг	Цетановое число	Температура воспламенения, °С	Температура застывания, °С
Рапсовое	915	84	37,3	36	317	–20
Подсолнечное	920...927	65,2	36,9	33,4	316	–18
Льняное	930...935	–	–	–	–	–27
Соевое	922...934	57,2	39	21	330	–18
Оливковое	914...925	74	–	–	–	–9
Арахисовое	917...925	81,5	37	36,6	233…290	–3
Хлопковое	917...936	84	34	–	318…322	–4
Кокосовое	910...921	51,9	–	–	320…324	–
Пальмовое	904...915	88,6	38	–	322…330	–8
Дизельное топливо	834	3…6	42,5	не менее 45	55	–12

Рассмотрим информационный материал, предназначенный для дифференциального обслуживания руководства, подготовленный «Научно-исследовательским институтом информации и техникоэкономических исследований по инженерно-техническому обеспечению» в 1991 году.

В Австрии проводились длительные стендовые испытания двигателей Steyer WD 411.87 мощностью 55 кВт на рапсовом масле.

Использование биотоплива привело к снижению мощности на 8 %. Исследователями было отмечено, что для различных двигателей этот показатель колеблется от 0,2 до 9,1 %.

Также в Австрии испытывали 32 трактора различных марок. Было зафиксировано разжижение моторного масла, плохой запуск и забивка фильтров в зимний период.

В США проведены краткосрочные испытаний тракторов «Эллис-Чалмерс 7010» и «Форд 7000» при использовании в двигателях смесей с различными концентрациями подсолнечного масла и дизельного топлива.

На тракторе «Форд 7000» был установлен четырехцилиндровый двигатель с турбонаддувом мощностью 62,3 кВт, на «Эллис-Чалмерс» – шестицилиндровый мощностью 79,4 кВт.

Отмечено, что при использовании рафинированного подсолнечного масла мощность двигателей снизилась незначительно, а удельный расход топлива увеличился.

Были сделаны выводы, что на разные типы двигателей подсолнечное масло оказывает неодинаковое воздействие.

Испытания фирмы «Caterpillar Tractor Company» (Бразилия) среднескоростных двигателей показали, что использование в качестве топлива как смеси соевого масла с дизельным топливом, так и чистого соевого масла в течение 1000 ч не оказывает значительного влияния на износ их деталей.

Фирма одобрила использование 30 % смеси соевого, подсолнечного, арахисового и рапсового масел с дизельным топливом в двигателях на строительной технике.

Исследования на двигателях фирмы «Elsbet» показали хорошие результаты при работе на чистом рапсовом масле.

Эти двигатели являются полуадиабатическими и имеют конструктивные особенности.

У них отсутствует жидкостное или воздушное охлаждение. Днище поршня и блок цилиндров изготавливается из серого чугуна.

Для предотвращения отложения нагара на поверхности колец зазор между верхним краем поршня над верхним кольцом и стенкой цилиндра составляет порядка 0,02 мм.

Рабочий процесс происходит следующим образом: масло впрыскивается в центр полуоткрыто-конусообразной камеры сгорания через штифтовую форсунку, обладающую свойствами самоочищения от нагара в конце такта сжатия, где благодаря особому подводу всасываемого воздуха вращается горячий воздушный конус с интенсивным тангенциальным движением.

В процессе сгорания под воздействием центробежных сил у стенок камеры образуется теплоизолирующий слой и происходит отделение избыточного воздуха от воздуха, участвующего в процессе сгорания. По исследованиям, на двигателе УК-2, представляющем собой одноцилиндровый отсек двигателя серии Д-440 и Д-460, при переходе на чистое рапсовое масло без принятия мер по оптимизации рабочего процесса наблюдается ухудшение экономичности (удельный индикаторный расход топлива увеличивается на 20…30 %, индикаторный КПД уменьшается на 15…20 %).

Анализируя информационный материал и научные публикации можно сделать вывод, что на изменение эффективных показателей при замене дизельного топлива на рапсовое масло оказывает влияние и тип применяемого двигателя.

Кроме того, для сравнения экспериментальных данных должна применяться единая методика исследования. Нами был проведен сравнительный анализ работы дизеля на рапсовом масле и дизельном топливе.

При сравнении работы дизеля на двух топливах мы руководствовались условием сохранения мощностных показателей работы двигателя на уровне, установленном заводом-изготовителем.

В связи с тем, что рапсовое масло имеет низшую теплоту сгорания на 12 % ниже, чем дизельное топливо (42,5 МДж/кг против 37,3 МДж/кг), часовой расход топлива был увеличен.

Исследования проводились на двигателе Д-243 без изменения конструкции топливоподающей аппаратуры на дизельном топливе и чистом рапсовом масле. В процессе исследований регистрировались и определялись следующие основные показатели работы двигателя:

- эффективная мощность (N_e);
- часовой расход топлива (G_t);
- удельный расход топлива (g_e);
- крутящий момент M_k.

Результаты испытаний обработаны и представлены в виде графических зависимостей эффективной мощности, часового расхода топлива, удельного расхода топлива, крутящего момента и эффективного КПД (η_e) от среднего эффективного давления (P_e) и частоты вращения коленчатого вала двигателя (рисунок 1, 2).

На рисунке 1 представлены нагрузочные характеристики дизеля Д-243 при работе на дизельном топливе и рапсовом масле при частоте вращения n = 2200 мин^{-1}.

Во всем диапазоне изменения нагрузки часовой расход топлива выше при работе на масле. При среднем эффективном давлении P_e = 0,68 МПа и работе на дизельном топливе расход $G_{\text{дт}}$ = 13,65 кг/ч, а при работе на рапсовом масле $G_{\text{рм}}$ = 15,9 кг/ч, т.е. повышение составляет 2,25 кг/ч, или 15 %.

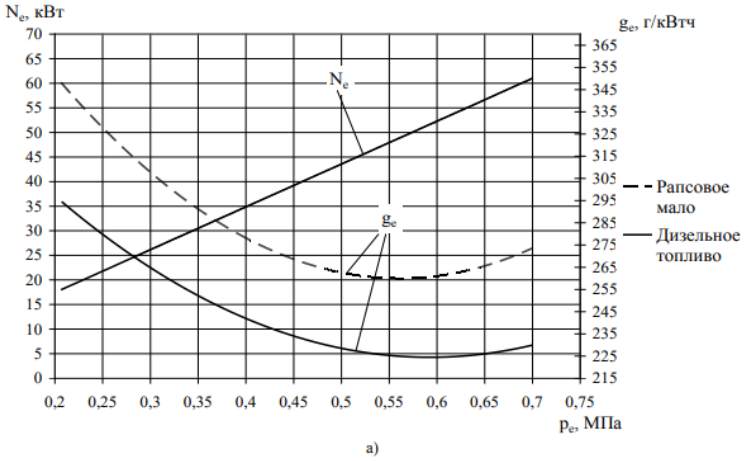


Рисунок 1 – Нагрузочная характеристика дизеля Д-243 при работе на дизельном топливе и рапсовом масле при n = 2200 мин^{-1} : а – зависимость N_e; и g_e; от P_e ; б – зависимость G_t; и η_e от P_e

Как видно из графика (см. рисунок 1), при понижении нагрузки разница между часовым расходом дизельного топлива и рапсового масла уменьшается.

При среднем эффективном давлении P_e = 0,25 МПа это повышение составляет уже 1 кг/ч, что также составляет 15 %.

Значение эффективного КПД, учитывающего использование теплотворной способности топлива при работе дизеля на рапсовом масле, уменьшается, и при среднем эффективном давлении P_e = 0,68 МПа это уменьшение составляет 2,5 %, по сравнению с работой на дизельном топливе.

Однако максимум его при переходе на масло сдвигается в сторону меньших нагрузок. Также сдвигается в сторону меньших нагрузок и минимум удельного эффективного расхода топлива при работе дизеля на рапсовом масле.

Если при использовании дизельного топлива gemin достигается при P_e = 0,58 МПа, то при работе на рапсовом масле он соответствует P_e = 0,56 МПа.

Очевидно, что подача рапсового масла нарушает оптимальное протекание процесса смесеобразования, имеющего место при работе дизеля на чистом дизельном топливе, вследствие повышения вязкости топлива.

Влияние рапсового масла на изменение эффективных показателей дизеля можно рассмотреть и по скоростным характеристикам (рисунок 2).

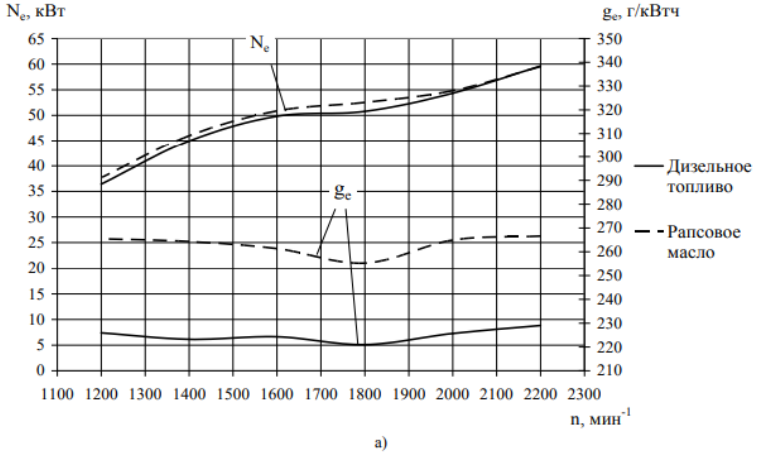


Рисунок 2 – Скоростная характеристика дизеля Д-243 при работе на дизельном топливе и рапсовом масле: а – зависимость N_e и g_e от n;
б – зависимость M_k и G_t от n

Из графиков (см. рисунок 2) видно, что работа дизеля на масле изменяет его эффективные показатели – кривые значения эффективной мощности и крутящего момента для работы дизеля на альтернативном топливе находятся выше аналогичных кривых для дизельного топлива на корректорной ветви внешней скоростной характеристики.

Если при работе на дизельном топливе номинальный коэффициент запаса крутящего момента составляет 19 %, то при переходе дизеля на рапсовое масло этот показатель увеличивается и составляет уже 22 %.

При замене традиционного дизельного топлива на альтернативное рапсовое масло на изменение часового расхода топлива влияет более высокая плотность и вязкость масла. Повышенная плотность увеличивает массу порции топлива, подаваемого одной форсункой за цикл. Повышенная вязкость способствует недостаточно полному заполнению надплунжерного пространства, что должно привести к снижению цикловой подачи. В то же время вязкость снижает утечки через неплотности плунжерных пар.

При более низких частотах вращения время на заполнение надплунжерного пространства вязким рапсовым маслом увеличивается, соответственно, будет увеличиваться и цикловая подача по сравнению с работой на дизельном топливе.

Поэтому с понижением частоты вращения коленчатого вала двигателя превышение часового расхода топлива при работе на рапсовом масле над часовым расходом топлива при работе на дизельном топливе увеличивается. Так, при n = 2200 $мин^{-1}$ это превышение составляет 15 %, а при n = 1200 $мин^{-1}$ – 20 %. На скоростной характеристике так же, как и на нагрузочной, мы наблюдаем увеличение удельного расхода топлива. На номинальном режиме увеличение составляет 15 %. В связи с тем, что рапсовое масло имеет низшую теплоту сгорания на 12 % ниже, чем дизельное топливо (42,5 МДж/кг для ДТ против 37,3

МДж/кг для РМ), для сохранения мощностных показателей работы двигателя на уровне, установленном заводом-изготовителем, часовой расход топлива был увеличен на 15 %.

Поэтому переход работы дизеля на рапсовое масло сопровождается повышением эффективной мощности на корректорной ветви внешней скоростной характеристики, номинального коэффициента запаса крутящего момента на 3 % и удельного расхода топлива на 15 % при рассмотрении внешней скоростной характеристики.

При анализе нагрузочной характеристики наблюдается увеличение удельного расхода топлива, смещение gemin и значения эффективного КПД в сторону меньших нагрузок.

Литература

1. Камфер, Г. М. Научные основы эффективного применения топлив различного состава в автотракторных дизелях : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Камфер Георгий Матвеевич. – Москва, 2004. – 369 с.
2. Карташевич, А. Н. Возобновляемые источники энергии : научно-практическое пособие / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки : БГСХ, 2007. – 264 с.
3. Lopatin O.P. Mathematical problem in the construction of kinetic equations of alternative fuel oxidation in an internal combustion engine // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 919. – 2020. – 052033. – EDN UBKPGA.
4. Лопатин, О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции / О. П. Лопатин // Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых : сборник научных трудов по материалам 18-ой международной научно-практической конференции. – Ярославль : ФГБОУ ВПО Ярославская ГСХА, 2015. – С. 30-34. – EDN TYSTZT.
5. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 18 с. – EDN NHQHNX.
6. Лопатин, О. П. Химическое строение оксидов азота и особенности образования их в цилиндре тракторного газодизеля // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы 12-ой научно-практической конференции вузов Поволжья и Предуралья. – Киров, 2001. – С. 28-34. – EDN WLRLHV.
7. Марков, В. А. Топливо и топливоподача многотопливных и газодизельных двигателей / В. А. Марков, С. И. Козлов. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 296 с.
8. Лопатин, О. П. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность ОГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания. : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 419-423. – EDN WDXAMT.
9. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азотав ОГ дизеля с турбонаддувом путем применения КПГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 415-419. – EDN WDXALZ.
10. Льотко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В. Льотко, В. Н. Луканин, А. С. Хачиян. – Москва : МАДИ (ТУ), 2000. – 311 с.
11. Лопатин, О. П. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего

сгорания : материалы III Международной научно-практической конференции. – 2010. – С. 126-133. – EDN VILKZJ.
12. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 200 с. – EDN NMTQAT.
13. Гусаков, С. Особенности применения чистого рапсового масла в качестве топлива в малоразмерных высокооборотных дизелях / С. Гусаков, П. Вальехо // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2006. – № 4. – С. 58 – 62.
14. Матиевский, Д. Д. Решение вопросов оптимизации рабочего процесса дизеля с объѐмно-плѐночным смесеобразованием на чистом рапсовом масле / Д. Д. Матиевский, С. П. Кулманаков, А. В. Шашев // Двигатель-2007 : сборник научных трудов по материалам международной конференции, посвященной 100-летию школы двигателестроения МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 572 с.
15. Lopatin O.P. Model for calculating the reaction rates of nitrogen oxide formation in a diesel cylinder // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862. – 2020. - 062025. – EDN DEIWFY.
16. Лопатин, О. П. Исследование образования оксидов азота и показателей процесса сгорания в цилиндре дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания: : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 205-209. – EDN YFLQZN.
17. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на режиме максимального крутящего момента / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания: материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 144-150. – EDN XRQMMJ.
18. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров : Российская Академия транспорта ; Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 5. – С. 201-205. – EDN XMAFKJ.
19. Лопатин, О. П. Рециркуляция отработавших газов как средство снижения токсичности газодизеля 4Ч 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, А. А. Анфилатов // XII Туполевские чтения : материалы Международной молодежной научной конференции – Казань : КГТУ, 2004. – Том 1. – С. 164-165. – EDN XIREIT.
20. Использование растительных масел в качестве альтернативного топлива за рубежом : система ДОР. – Москва, 1991. – 10 с.
21. Белов, В. М. Применение в дизелях топлива растительного происхождения / В. М. Белов, С. Н. Девянин, О. Н. Слепцов // Вести Московского государственного агроинженерного университета. – 2003. – Вып. 4. – С. 15-21.

УДК 621.436

РАБОТА ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ НА БИОНЕФТЯНОМ ТОПЛИВЕ В РЕЖИМЕ ХОЛОСТОГО ХОДА

Возженников Е. В. – аспирант
Долгушин Е. В. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассмотрена работа тракторного дизеля на бионефтяном топливе в режиме холостого хода. выполнить экспериментальную оценку технико-экономических и экологических показателей атмосферного тракторного дизеля Д-243 при его работе в безнагрузочном режиме самостоятельного холостого хода на дизельном смесевом бионефтяном топливе, растительным компонентом которого является редечное масло.

Для решения такой оптимизационной задачи были проведены исследования дизеля Д-243.

Ключевые слова: дизель, режим самостоятельного холостого хода, редечное масло, нефтяное дизельное топливо, дизельное смесевое бионефтяное топливо, показатели

В процессе эксплуатации двигатель автотракторной техники до 35% сменного времени работает в безнагрузочном режиме самостоятельного холостого хода.

Из-за малых цикловых подач топлива у дизеля наблюдется ухудшенное протекание рабочего процесса, что негативно сказывается на его технико-экономических и экологических показателях.

В условиях перехода работы тракторной техники с традиционных видов моторного топлива на возобновляемые источники энергии возникает необходимость проведения экспериментальных исследований дизелей при их работе на альтернативных видах топлива.

Одним из видов альтернативного моторного топлива является дизельное смесевое бионефтяное топливо, в котором редечное масло выполняет одновременно функции растительного компонента и биологической добавки.

Технико-экономические и экологические показатели двигателя оценивались на примере тракторного атмосферного дизеля Д-243 в условиях стендовых испытаний на тормозной установке.

По сравнению с работой двигателя на товарном нефтяном дизельном топливе установлено улучшение экологических показателей при некотором ухудшении топливно-экономических показателей дизеля.

В частности, наилучшие экологические показатели получены при работе дизеля на дизельном смесевом бионефтяном топливе с соотношением растительного и нефтяного компонентов – 50%редечное масло: 50% дизельное топливо.

Обработка дизельного смесевого бионефтяного топлива ультразвуком позволяет улучшить технико-экономические и экологические показатели дизеля по сравнению с необработанным ультразвуком дизельным смесевым бионефтяным топливом.

В последние десятилетия наблюдается существенный рост внимания к развитию возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Наибольшие достижения в развитии ВИЭ отмечаются в электроэнергетике, что обусловлено использованием уже зарекомендовавшей себя гидроэнергетики, развитием ветроэнергетики, а также большим прогрессом в использовании солнечной энергии.

Однако, по данным международного энергетического агентства (МЭА) электроэнергия составляет около 20% от потребляемой энергии в мире.

Достаточно существенная доля потребляемой энергии приходится на транспортные средства, что повышает значение исследований в области перехода транспорта с традиционных видов нефтяного (дизтопливо, бензин, керосин) и газового (сжиженный и сжатый газ) топлива на ВИЭ. По данным МЭА в общем объёме ВИЭ, применяемых в настоящее время на транспорте, большую долю (до 93%) обеспечивает биотопливо.

МЭА прогнозирует, что до 2024 года произойдёт увеличение на 24% (на 0,9 ЭДж) производства биотоплива, используемого на транспорте.

Большая доля производимого сейчас биотоплива основана на использовании гидроочищенного растительного масла (HVO), производство которого по оценкам экспертов МЭА к 2024 году увеличится вдвое, по сравнению с существующими объёмами производства, и составит 13 млрд литров.

В качестве сырья для HVO, как правило, служат отработанные жиры, масла и смазки (FOG).

Однако, необходимо отметить, что запасы данного сырья ограничены, что обуславливает растущий интерес к развитию новых технологий производства биотоплива на основе более дешевого и доступного сырья.

Альтернативой традиционному моторному топливу, применяемому в современных дизельных двигателях внутреннего сгорания, в настоящее время является дизельное смесевое бионефтяное топливо (ДСБНТ), получаемое путём смешивания в различных пропорциях растительного масла (РМ) и товарного нефтяного дизельного топлива (ДТ).

В исследовательских и образовательных центрах России и ведущих странах мира ведутся исследования ресурсной базы, обладающей потенциальными возможностями для использования в ДСБНТ таких растительных масел, которые бы обладали не только функциями биокомпонента, но и функциями биодобавки.

К такому растительному компоненту ДСБНТ относится редечное масло.

В условиях перехода работы тракторной техники с традиционных видов моторного топлива на ВИЭ возникает необходимость проведения экспериментальных исследований дизелей при их работе на альтернативных видах топлива. Одним из видов альтернативного моторного топлива является дизельное смесевое бионефтяное топливо (ДСБНТ), в котором редечное масло выполняет одновременно функции растительного компонента и биологической добавки.

Экспериментальными исследованиями установлено, что в процессе эксплуатации автотракторной техники продолжительность работы дизеля в безнагрузочном режиме самостоятельного холостого хода (БРСХХ) может достигать 1/3 от общего времени работы, а из-за малых цикловых подач топлива у дизеля наблюдется ухудшение протекания рабочего процесса, что негативно сказывается на его технико-экономических и экологических показателях.

Для оценки технико-экономических и экологических показателей были выполнены сравнительные экспериментальные исследования дизеля Д-243 при его работе в БРСХХ на ДСБНТ и нефтяном ДТ.

Исследования дизеля проводились на обкаточно-тормозном стенде при работе двигателя на ДСБНТ с содержанием в нём редечного масла 25, 50, 75 и 90%.

Для работы дизеля на ДСБНТ он был оснащён двухтопливной системой питания. В процессе исследований проводилась также оценка влияния на показатели дизеля ультразвуковой (УЗ) обработки ДСБНТ.

При этом оценка влияния УЗ обработки осуществлялась на ДСБНТ с содержанием 90% редечного масла, так как при работе дизеля на биотопливе данного состава происходят наиболее существенные изменения показателей дизеля по сравнению с его работой на нефтяном ДТ.

Для этого ДСБНТ с содержанием 90% редечного масла было подвергнуто обработке на диспергаторе УЗДН-2Т длительностью 50 минут ультразвуком частотой 44 кГц. При проведении исследований оценивались следующие технико-экономические и экологические показатели дизеля: n_v – коэффициент наполнения, α – коэффициент избытка воздуха, P_z – максимальное давление цикла, G_t – часовой расход топлива, Д – дымность отработавших газов (ОГ) и СО – содержание оксида угерода в ОГ. Перечисленные показатели оценивались при работе дизеля на минимально-устойчивой частоте вращения коленчатого вала (к.в.) n =

800 $мин^{-1}$ (рычаг управления подачей топлива был установлен в положение минимальной подачи).

Результаты выполненных исследований (рисунок 1) показали, что максимальное давление цикла при работе на всех видах топлива неизменно и равно 6,3 МПа.

Изменение содержания редечного масла в ДСБНТ также не повлияло и на коэффициент наполнения, который для всех исследованных видов топлива, включая традиционное нефтяное ДТ, составил 0,87.

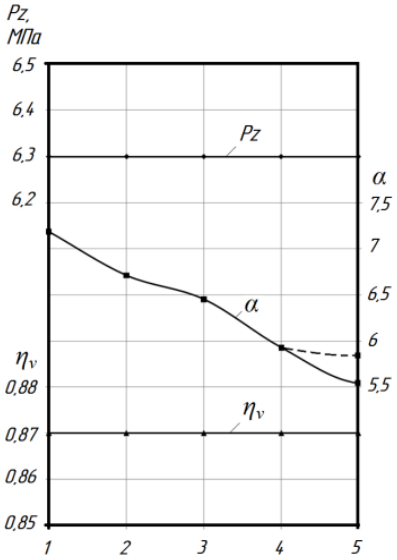


Рисунок 1 – Изменение показателей рабочего процесса дизеля в БРСХХ в зависимости от состава ДСБНТТ:

1 – нефтяное ДТ; 2 – ДСБНТ с содержанием редечного масла 25%; 3 – ДСБНТ с содержанием редечного масла 50%; 4 – ДСБНТ с содержанием редечного масла 75%; 5 – ДСБНТ с содержанием редечного масла 90%; —— неозвученное ДСБНТ; - - озвученное ДСБНТ

Оценивая динамику коэффициента избытка воздуха при изменении содержания редечного масла в ДСБНТ можно отметить, что увеличение доли масла редьки влияет на параметры топливоподачи (цикловую и часовую подачи топлива) и приводит к снижению данного коэффициента.

Так, при работе на ДСБНТ с содержанием редечного масла 25% коэффициент α = 6,006, а при работе на ДСБНТ с содержанием редечного масла 50% коэффициент α = 5,78. Наименьшее значение коэффициента α = 4,818 наблюдается при работе на ДСБНТ с содержанием редечного масла 90%, что на 32,9% ниже, чем при работе на нефтяном ДТ (α = 7,187).

При оценке часового расхода топлива (рисунок 2) в зависимости от вида исследованного топлива определено, что с ростом содержания редечного масла в ДСБНТ происходит увеличение часового расхода топлива.

Так, при работе двигателя на ДСБНТ с содержанием редечного масла 25% расход G_t = 1,4 кг/ч, а при работе на ДСБНТ с содержанием редечного масла 90% расход G_t = 1,9 кг/ч, что на 72,3% больше, чем при работе на нефтяном ДТ (G_t = 1,1 кг/ч).

Исследования дизеля в БРСХХ показали разнонаправленную динамику дымности ОГ при увеличении содержания масла редьки в ДСБНТ.

При увеличении доли редечного масла в ДСБНТ до 50% наблюдалось уменьшение дымности, а при дальнейшем увеличении доли редечного масла происходило увеличение дымности ОГ.

Так, например, при работе двигателя на ДСБНТ с содержанием редечного масла 25% Д = 3%, а при работе на ДСБНТ с содержанием редечного масла 50% Д = 2%, что на 66,7% лучше показателя дымности при работе на нефтяном ДТ (Д = 6%).

Однако, при работе двигателя на ДСБНТ с постепенным увеличением доли масла редьки более 50% показатель дымности ухудшался, так при работе двигателя на ДСБНТ с содержанием редечного масла 90% Д = 10%.

Аналогичную динамику демонстрировал и показатель, характеризующий содержание оксида углерода в ОГ.

Так, при работе двигателя на ДСБНТ с содержанием редечного масла 25% СО = 0,05%, а при работе на ДСБНТ с содержанием редечного масла 50% СО = 0,04%.

При дальнейшем увеличении доли редечного масла происходило постепенное ухудшение данного показателя и при работе двигателя на ДСБНТ с содержанием редечного масла 90% СО = 0,11%.

Таким образом, наилучшее значение СО, полученное при работе двигателя на ДСБНТ с содержанием редечного масла 50%, на 42,9% лучше значений, полученных при работе на нефтяном ДТ (СО=0,07%).

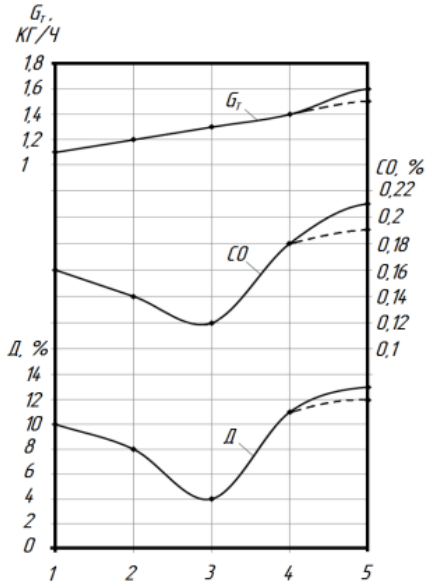


Рисунок 2 – Изменение топливных и экологических показателей дизеля в БРСХХ в зависимости от состава ДСБНТ:

1 – нефтяное ДТ; 2 – ДСБНТ с содержанием редечного масла 25%; 3 – ДСБНТ с содержанием редечного масла 50%; 4 – ДСБНТ с содержанием редечного масла 75%; 5 – ДСБНТ с содержанием редечного масла 90%; —— неозвученное ДСБНТ; - - озвученное ДСБНТ

Проводимая в процессе исследований оценка влияния ультразвуковой обработки ДСБНТ с содержанием редечного масла 90% на исследуемые показатели показала, что при работе дизеля на обработанном УЗ топливе коэффициент α = 5,085, что на 5,2% больше, чем при работе двигателя на необработанном ультразвуком ДСБНТ с содержанием редечного масла 90% (α = 4,818).

Положительное влияние ультразвуковой обработки ДСБНТ с содержанием редечного масла 90% отмечается также и на часовой расход топлива.

Так, при работе дизеля на обработанном ультразвуком ДСБНТ с содержанием редечного масла 90% расход $G_т$ = 1,8 кг/ч, что на 5,3% меньше, чем на необработанном.

Экологические показатели, определяемые при проведении исследований, также показали положительную динамику влияния ультразвуковой обработки ДСБНТ с

содержанием редечного масла 90%. Так, дымность ОГ обработанного УЗ ДСБНТ с содержанием редечного масла 90% уменьшилась на 10% (Д = 9%), а содержание оксида углерода уменьшилось на 9% (СО=0,1%), по сравнению с работой на необработанном ДСБНТ. При работе атмосферного тракторного дизеля Д-243 на всех исследованных составах ДСБНТ происходит некоторое ухудшение показателей рабочего процесса и топливной экономичности по сравнению с работой на товарном нефтяном ДТ. Наилучшие экологические показатели наблюдаются при работе дизеля на ДСБНТ с содержанием в нём 50% редечного масла. Ультразвуковая обработка ДСБНТ, содержащего редечное масло, способствует качественному смешиванию нефтяного и растительного компонентов и разрыву межмолекулярных связей, что способствует улучшению технико-экономических и экологических показателей дизеля.

Литература

1. IEA (2019), Renewables 2019, IEA, Paris. – URL: https://www.iea.org/reports/renewables2019 (дата обращения: 28.03.2023).
2. Lopatin, O. P. The effect of operational modes of diesel engines to emissions of nitrogen oxides // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862. – 2020. - 062087. – EDN HAGOJO.
3. Lopatin, O. P. Study of the influence of the degree of exhaust gas recirculation on the working process of a diesel // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. - 042021. – EDN YMEIOW.
4. Нетрадиционные биокомпоненты дизельного смесевого топлива / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, Е. А. Сидоров, Е. Д. Година : монография. – Пенза : РИО Пензенской ГСХА, 2013. – 113 с.
5. Lopatin, O. P. Development of a methodology for assessing the impact of vehicles on the acoustic environment // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548. – 2020. – 062049. – EDN URAHKQ.
6. Lopatin, O. P. Development of tractor gas-diesel modifications // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548. – 2020. – 062034. – EDN XQLTBZ.
7. Биотопливо для дизелей на основе сафлорового масла / Б. П. Загородских, М. К. Тохиян, А. А. Кожевников, В. А. Чугунов // Нива Поволжья. – 2009. – № 4 (13). – С. 71–74.
8. Уханов, А. П. Теоретическая и экспериментальная оценка эксплуатационных показателей пахотного агрегата при работе на дизельном смесевом топливе / А. П. Уханов, Е. А. Сидоров, Л. И. Сидорова // Научное обозрение. – 2014. – № 1. – С. 21–27.
9. Lopatin O.P. Mathematical problem in the construction of kinetic equations of alternative fuel oxidation in an internal combustion engine // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 919. – 2020. – 052033. – EDN UBKPGA.
10. Лопатин, О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции / О. П. Лопатин // Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых : сборник научных трудов по материалам 18-ой международной научно-практической конференции. – Ярославль : ФГБОУ ВПО Ярославская ГСХА, 2015. – С. 30-34. – EDN TYSTZT.
11. Чернышева А. В., Черепанова А. Д., Колобков Б. И. Физико-химические и эксплуатационные свойства биодизельных и смесевых топлив / А. В. Чернышева, А. Д. Черепанова, Б. И. Колобков // Наука в центральной России. – 2022. – № 5 (59). – С. 120–133.
12. Влияние олеиновой кислоты на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей / А. П. Быченин, О. С. Володько, М. П. Ерзамаев, Д. С. Сазонов // Известия Самарской государственной академии. – 2017. – № 4. – С. 44–50.
13. Марков, В. А. Использование смесей нефтяного дизельного топлива и рыжикового масла в качестве моторного топлива / В. А. Марков, С. С. Лобода, М. Инь // Транспорт на альтернативном топливе. – 2017. – № 5 (59). – С. 29–40.

14. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 18 с. – EDN NHQHNX.
15. Лопатин, О. П. Химическое строение оксидов азота и особенности образования их в цилиндре тракторного газодизеля / О. П. Лопатин // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы 12-ой научно-практической конференции вузов Поволжья и Предуралья. – Киров, 2001. – С. 28-34. – EDN WLRLHV.
16. Адаптация автотракторного дизеля к работе на соево-минеральном топливе / Ю. В. Уханова, О. С. Володько, А. П. Быченин, М. П. Ерзамаев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4. – С. 36–43.
17. Патент № 2484290 C1 Российская Федерация, МПК F02M 43/00. Двухтопливная система питания тракторного дизеля : № 2012115021/06 : заявл. 16.04.2012 : опубл. 10.06.2013 / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, Е. А. Сидоров, Л. И. Сидорова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN ZGRYYP.
18. Лопатин, О. П. Рециркуляция отработавших газов как средство снижения токсичности газодизеля 4Ч 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, А. А. Анфилатов // XII Туполевские чтения : материалы Международной молодежной научной конференции. – Казань : КГТУ, 2004. – Том 1. – С. 164-165. – EDN XIREIT.
19. Лопатин, О. П. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность ОГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 419-423. – EDN WDXAMT.
20. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в ОГ дизеля с турбонаддувом путем применения КПГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 415-419. – EDN WDXALZ.
21. Лопатин, О. П. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы III Международной научно-практической конференции. – 2010. – С. 126-133. – EDN VILKZJ.
22. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 200 с. – EDN NMTQAT.
23. Нагорнов, С. А. Улучшение эксплуатационных свойств дизельных топлив для сельскохозяйственных машин / С. А. Нагорнов, С. Е. Романцева, В. А. Марков // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 12. – С. 90–92.
24. Уханов, Д. А. Новая концепция работы двигателей автотракторной техники на безнагрузочных режимах / Д. А. Уханов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина». – 2008. – № 2 (27). – С. 100–102.

УДК 621.436

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМОВ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА МЕТАНОЛЕ И МЕТИЛОВОМ ЭФИРЕ РАПСОВОГО МАСЛА

Возженников Е. В. – аспирант
Киракосян А. И. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье проведено исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла. Для оценки возможности использования рапсового масла в качестве биологического компонента дизельного смесевого топлива проведены экспериментальные исследования тракторного дизеля 2Ч 10,5/12,0.

Ключевые слова: дизельный двигатель, токсичность, метиловый эфир рапсового масла, метанол, отработавшие газы

Для сохранения природных ресурсов применяются различные законодательные ограничения в отношении использования ископаемых и добываемых видов топлива.

В последнее время большое внимание уделяется применению в качестве альтернативных устойчивых источников энергии смесевого спиртового топлива, растительного масла и его эфиров, применяемых при работе тракторов и сельскохозяйственных машин.

В данной работе обоснована эффективность применения биотоплива для тракторных дизелей, а также исследованы способы наиболее «экологичного» применения энергии сгорания метанола и метилового эфира рапсового масла.

Применение метанола и метилового эфира рапсового масла может привести к заметным сдвигам в решении экологических проблем, так как существует достаточно большое количество ресурсов для их производства.

Эти источники энергии характеризуются относительно низкими выбросами вредных веществ при сгорании.

В работе представлены результаты экспериментальных исследований нагрузочных режимов токсичности тракторного дизельного двигателя, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла, а также отражены показатели степени сгорания указанных видов топлива в камерах сгорания в сравнении с традиционными видами топлива.

Биотопливо имеет следующий состав: метанол – 88 %, метиловый эфир рапсового масла – 12 %.

Оно позволяет существенно снизить содержания NO_x , приводит к значительному снижению оксида углерода CO и суммарных углеводородов CH при максимальных нагрузках.

При работе дизельного двигателя на метаноле и метиловом эфире рапсового масла происходит снижение содержания в отработавших газах оксидов азота на 47,4 %, сажи – на 90,4 %, оксида углерода – на 44,8 %.

Существенный прирост автотракторного парка, а также расширение сферы деятельности сельскохозяйственных машин приводят к значительному увеличению выбросов токсичных компонентов различных видов топлива и дыма от отработавших газов (ОГ).

Учёными было установлено, что высокая концентрация таких вредных веществ, как оксиды азота (NO_x), несгоревшие углеводороды (CH), оксид и диоксид углерода (CO и CO2), сажа (C) вызывают у человека воспаление слизистых оболочек дыхательных путей, хронические бронхиты, нервные расстройства, необратимые изменения в сердечно-сосудистой системе и другие многочисленные заболевания.

Одним из способов решения данной проблемы является применение в сельском хозяйстве и промышленном производстве альтернативных возобновляемых видов топлив, обладающих наилучшими экологическими характеристиками.

В качестве таких возобновляемых экологических источников энергии можно использовать топливо, получаемое из растительных семян, а также спирта.

Все эти виды топлива можно отнести к жидкому биотопливу, имеющему биологическое происхождение.

По прогнозу ФГБУН «Института энергетических исследований Российской академии наук» и АНО «Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации» в соответствии с возможным сценарием развития событий к 2040 г. использование жидкого биотоплива увеличится в 2,3 раза. Доля всех возобновляемых источников энергии в мировом энергобалансе вырастет с 15 % в 2015 г. до 18 % к 2040 г.

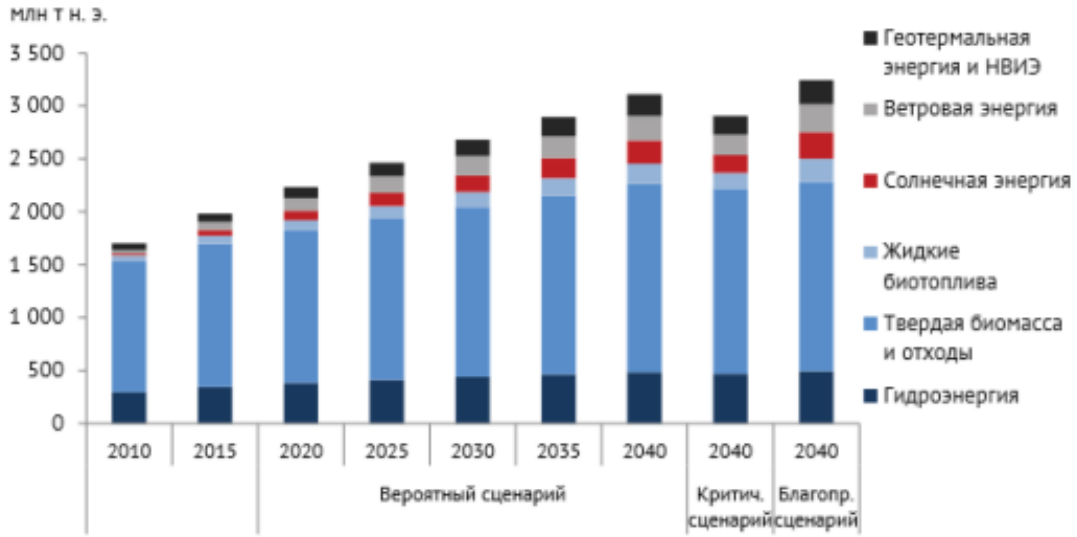


Рисунок 1 – Прогноз потребления возобновляемых источников энергии по видам и возможным сценариям

Целью данной работы является исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизельного двигателя при работе на метиловом эфире рапсового масла (МЭРМ) и метаноле.

В процессе исследований с помощью двойной системы топливоподачи применяли биотопливо, состоящее на 88 % из метилового спирта и на 12 % из МЭРМ.

Был произведен ряд стендовых испытаний дизельного двигателя, позволяющих исследовать влияние различных режимов его работы, а также регулировочных параметров топливоподающей аппаратуры на содержание в ОГ токсичных компонентов.

При проведении стендовых испытаний были определены оптимальные значения углов начала подачи каждого из двух видов топлива, получены регулировочные характеристики дизеля при работе на данных видах топлива.

Путем анализа экономических показателей работы дизельного двигателя были определены оптимальные параметры установочных углов опережения впрыскивания топлива (УОВТ), что составило 34° поворота коленчатого вала (ПКВ) для метилового спирта и 34° ПКВ для МЭРМ. При снятии характеристик дизельного двигателя было определено влияние нагрузочных режимов на содержание токсичных компонентов в ОГ дизельного двигателя, работающего как на дизельном топливе, так и на метаноле с МЭРМ. На рисунке 2 представлены нагрузочные характеристики токсических показателей дизеля, работающего на метаноле и МЭРМ.

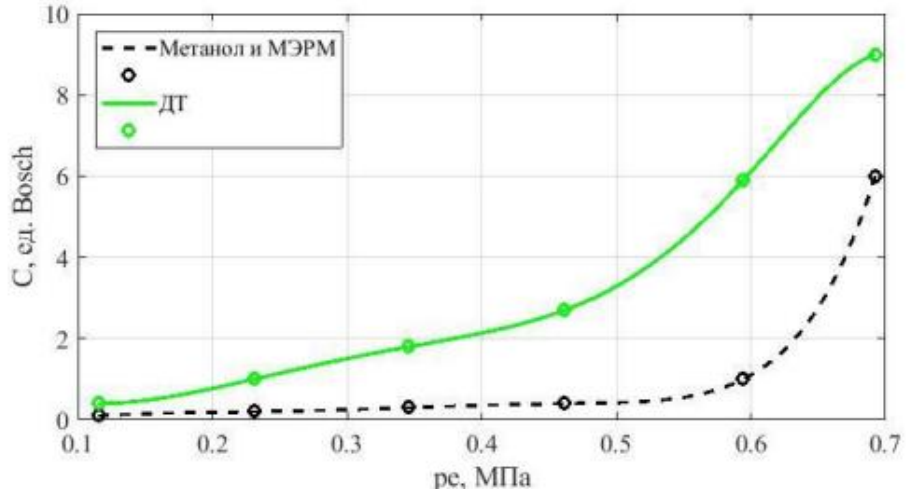


Рисунок 2 – Изменение экологических показателей работы дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от изменения нагрузки (pe) при n =1800 $мин^{-1}$: а – NO_x; б – CH; в – CO; г – CO2

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ графиков токсичности ОГ дизельного двигателя при номинальном скоростном режиме (n = 1800 $мин^{-1}$, рисунок 2) в случае использования метанола с МЭРМ показывает, что практически на всём диапазоне исследования нагрузки (кроме pe>0,66 МПа) происходит снижение содержания NOx.

Применение метанола и МЭРМ приводит к снижению оксида углерода CO при нагрузке, превышающей 0,47 МПа, и суммарных углеводородов CH при максимальных нагрузках (p_e>0,56 МПа), при этом отмечен незначительный рост диоксида углерода CO2 на всем диапазоне исследования p_e. На рисунке 3 представлены нагрузочные характеристики дымности ОГ дизеля, работающего на метаноле и МЭРМ.

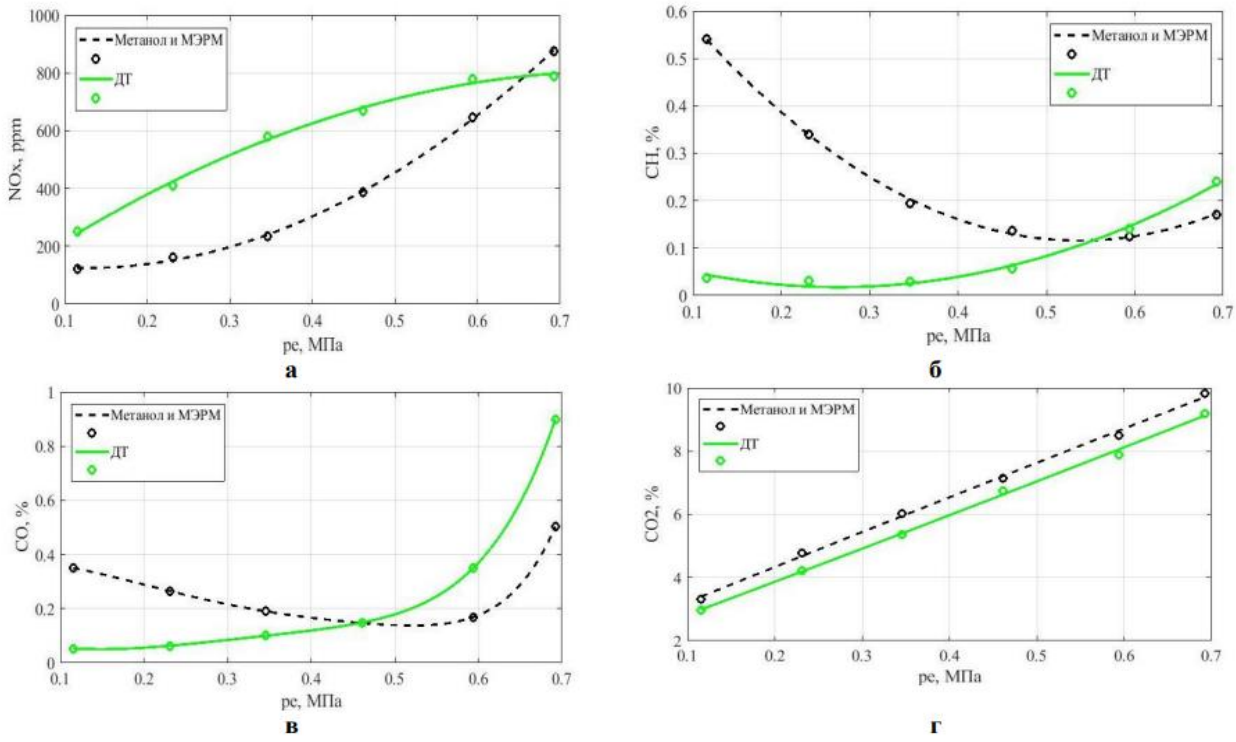


Рисунок 3 – Изменение дымности ОГ дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от изменения нагрузки (p_e) при n=1800 $мин^{-1}$

Анализ графиков изменения дымности ОГ дизельного двигателя при номинальном скоростном режиме (n = 1800 $мин^{-1}$, рисунок 3) в случае использования метанола с МЭРМ показал, что за весь период исследования нагрузки происходит снижение содержания сажи. Результаты исследований экологических показателей дизельного двигателя 2Ч 10,5/12,0 представлены в таблице 1.

Топливо	Показатели		
	NO_x, ppm	C, Bosch	CO, %
Дизельное	760	5,0	0,29
Метанол 88 %, МЭРМ 12 %	400 (снижение на 47,4 %)	0,48 (снижение на 90,4 %)	0,16 (снижение на 44,8 %)

Таблица 1– Результаты исследований экологических показателей дизельного двигателя 2Ч 10,5/12,0 при номинальном режиме работы (n = 1800 $мин^{-1}$, p_e = 0,59 МПа)

Для улучшения экологических показателей работы дизельного двигателя 2Ч 10,5/12,0 было предложено использовать биотопливо, имеющее следующий состав: метанол – 88 %, МЭРМ – 12 %. Применение указанного соотношения компонентов состава биотоплива позволяет снизить содержания NOx. Применение метанола и МЭРМ приводит к снижению оксида углерода CO при нагрузке, превышающей 0,47 МПа, и суммарных углеводородов CH при максимальных нагрузках (pe>0,56 МПа). При работе дизеля на метаноле и МЭРМ (в номинальном режиме) в отработавших газах происходит снижение содержания оксидов азота на 47,4 %, сажи – на 90,4 %, оксида углерода – на 44,8 %.

Литература

1. Arent, D. J. The status and prospects of renewable energy for combating global warming / D. J. Arent, A. Wise, R. Gelman // Energy Economics. – 2011. – V.33. – Issue 4, July. – P. 584-593.
2. Лопатин, О. П. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность ОГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 419-423. – EDN WDXAMT.
3. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в ОГ дизеля с турбонаддувом путем применения КПГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 415-419. – EDN WDXALZ.
4. Лопатин, О. П. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы III Международной научно-практической конференции. – 2010. – С. 126-133. – EDN VILKZJ.
5. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 200 с. – EDN NMTQAT.
6. Frances, C. Moore Climate change and air pollution: exploring the synergies and potential for mitigation in industrializing countries / C. Frances // Sustainability. – 2009. – № 1. – P. 43-54.

7. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 18 с. – EDN NHQHNX.
8. Лопатин, О. П. Химическое строение оксидов азота и особенности образования их в цилиндре тракторного газодизеля / О. П. Лопатин // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы 12-ой научно-практической конференции вузов Поволжья и Предуралья. – Киров, 2001. – С. 28-34. – EDN WLRLHV.
9. Lopatin, O. P. Mathematical problem in the construction of kinetic equations of alternative fuel oxidation in an internal combustion engine // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 919. – 2020. - 052033. – EDN UBKPGA.
10. Лопатин, О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции / О. П. Лопатин // Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых : сборник научных трудов по материалам 18-ой международной научно-практической конференции. – Ярославль : ФГБОУ ВПО Ярославская ГСХА, 2015. – С. 30-34. – EDN TYSTZT.
11. Lopatin, O. P. Development of a methodology for assessing the impact of vehicles on the acoustic environment // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548. – 2020. – 062049. – EDN URAHKQ.
12. Lopatin, O. P. Development of tractor gas-diesel modifications // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548. – 2020. – 062034. – EDN XQLTBZ.
13. Lopatin, O. P. The effect of operational modes of diesel engines to emissions of nitrogen oxides // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862. – 2020. – 062087. – EDN HAGOJO.
14. Lopatin, O. P. Study of the influence of the degree of exhaust gas recirculation on the working process of a diesel // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 042021. – EDN YMEIOW.
15. Лопатин, О. П. Индикаторные диаграммы тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, М. А. Олейник // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров. – 2004. – С. 104-107. – EDN XCTTTH.
16. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
17. Effectsof Waste Frying Oil Based Methyl and Ethyl Ester Biodiesel Fuels on the Performance, Combustion and Emission Characteristics of a di Diesel Engine / H. Sanli [et al.] // Fuel. – 2015. – V.159. – P.179-187.

УДК 621.436

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ НА РАСТИТЕЛЬНО-МИНЕРАЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

Возженников Е. В. – аспирант
Ржаницын П.Н. – специалист
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассмотрены экологические показатели работы дизеля на растительно-минеральном топливе. Проведенные моторные исследования при работе тракторного дизеля на горчично-минеральном топливе показали на улучшение экологических показателей по сравнению с работой на минеральном дизельном топливе. Для решения такой оптимизационной задачи были проведены исследования дизеля Д-243.

Ключевые слова: отработавшие газы, альтернативные топлива, биотопливо, дизельное смесевое топливо, горчично-минеральное топливо, экологические показатели

Экологические проблемы, связанные с использованием традиционного моторного топлива в автотракторных двигателях, актуальны не только для России, но и для всех стран мира. Наиболее опасной примесью в отработавших газах (ОГ) двигателей являются оксиды азота (NO_x), вклад в формирование опасности составляет от 80 до 100%. Следующей по значимости является оксид углерода (CO), вклад которого в формирование общей опасности выбросов колеблется от 4 до 15% [1-3]. Наименее значимой является опасность углеводородных соединений, которая составляет от 2 до 5% по коэффициенту опасности веществ [4-9].

В развитых странах введены ограничения, устанавливающие максимально допустимые удельные массовые выбросы токсичных веществ в ОГ дизелей (таблица 1), которые определены Правилами ЕЭК ООН №83 (ГОСТ Р41.83-99). Это создает предпосылки для поиска топлива, соответствующего высоким экологическим стандартам. В настоящее время многие зарубежные машиностроительные фирмы взяли курс на достижение низкой токсичности отработавших газов. Их многолетний опыт показывает, что добиться этого можно путем использования альтернативных (не нефтяных) видов моторного топлива [10-12].

Исследовательские работы в области достижения наиболее высокой эффективности, низких издержек производства и создания значительных запасов новых видов моторных топлив проводятся практически в каждой промышленно развитой стране производителями и научными организациями.

Таблица 1 – Предельно-допустимые выбросы отработавших газов дизелей

Нормирующий документ	Год введения требований		Предельно-допустимые выбросы, г/км			
	Европа	Россия	CO	NO_x	CH+ NO_x	Твердые частицы
Евро – I	1992	1999	2,72	-	0,97	0,14
Евро – II	1996	2002	1,00	-	0,70	0,08
Евро – III	2000	2004	0,64	0,50	0,56	0,05
Евро – IV	2005	2010	0,50	0,25	0,30	0,025
Евро – V	2009	-	0,50	0,18	0,23	0,005
Евро - VI	2014	-	0,50	0,08	0,17	0,005

Причем в отличие от топлив из полезных ископаемых, при сгорании которых в атмосферу выбрасывается углекислый газ, способствующий возникновению парникового эффекта, более предпочтительны топлива, вырабатываемые из возобновляемого источника энергии - сырья растительного происхождения. Использование топлив из этого сырья не нарушает баланс между кислородом и углекислым газом в атмосфере, поскольку при сгорании топлив растительного происхождения выделяется такое количество CO_2, которое

было потреблено из атмосферы растениями за период их жизни. Однако, применение биотоплива для работы дизелей в чистом виде затруднено в связи с существенными отличиями их физико-химических и эксплуатационных свойств от свойств нефтяного моторного топлива. Наиболее простым способом улучшения свойств топлив растительного происхождения, является смешивание их с минеральным дизельным топливом (ДТ). Получаемое в результате смешивания дизельное смесевое топливо (ДСТ), может иметь различные свойства в зависимости от соотношения компонентов смеси. Для оценки влияния растительно-минеральных топливных смесей на экологические показатели тракторного дизеля были проведены сравнительные исследования при его работе на ДТ и ДСТ, представляющем смесь ДТ и горчичного масла (ГорМ) [13-15].

Для чего была скомплектована моторная установка, включающая дизель Д-243 (4Ч11/12,5), динамометрическую машину KS-56/4 и комплекс измерительных приборов. Дымность (Д, %) отработавших газов на каждом виде топлива при работе дизеля на различных нагрузочно-скоростных режимах измерялась дымомером КИД-2.

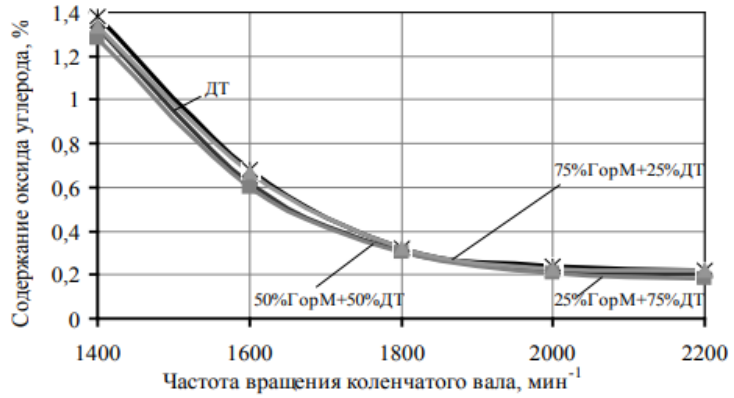
Таблица 2 – Экологические показатели дизеля Д-243 при работе на различных видах моторного топлива в режиме полных нагрузок

Виды топлива	Частота вращения коленчатого вала, мин$^{-1}$				
	1400	1600	1800	2000	2200
Содержание оксида углерода (СО), %					
ДТ	1,24	0,72	0,35	0,26	0,25
25% ГорМ + 75% ДТ	1,21	0,7	0,33	0,24	0,23
50% ГорМ + 50% ДТ	1,15	0,68	0,32	0,21	0,20
75% ГорМ + 25% ДТ	1,12	0,67	0,28	0,19	0,18
Содержание углеводородов (СН), %					
ДТ	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002
25% ГорМ + 75% ДТ	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
50% ГорМ + 50% ДТ	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
75% ГорМ + 25% ДТ	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002
Дымность, %					
ДТ	52	42	35	32	32
25% ГорМ + 75% ДТ	45	36	31	29	28
50% ГорМ + 50% ДТ	43	34	29	27	26
75% ГорМ + 25% ДТ	38	30	27	25	24

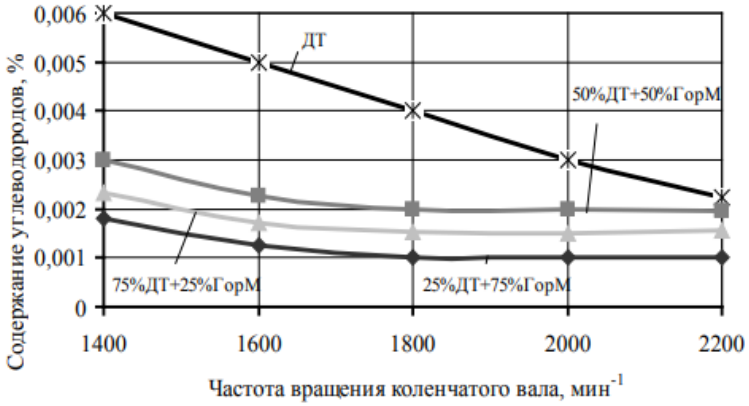
Для определения концентрации в ОГ оксида углерода (СО, %) и углеводородов (СН, %) применялся газоанализатор АВТОТЕСТ СО-СН-Д-Т. Экспериментальные исследования проводились на товарном минеральном ДТ Л-0,2-62 и 3 смесевых горчично-минеральных топливах:

1) 25% ГорМ + 75% ДТ;
2) 50% ГорМ + 50% ДТ;
3) 75% ГорМ + 25% ДТ.

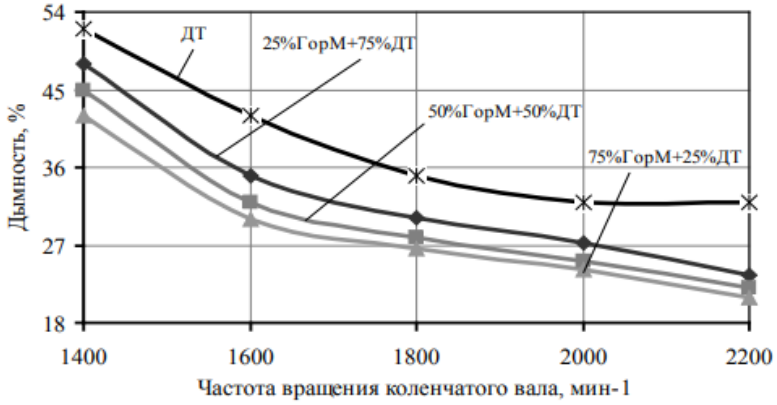
Анализ экологических показателей в режиме полных нагрузок (нагрузка на тормозе стенда 100%) показывает (таблица 2), что по мере увеличения содержания ГорМ в смесевом топливе дымность отработавших газов снижается на номинальной частоте вращения коленчатого вала (к.в.) до наименьшего значения 24% при работе на топливе 75% ГорМ + 25% ДТ (снижение на 25%). На этом же топливе в отработавших газах наблюдается минимальное содержание оксида углерода, которое снижается, по сравнению с работой на ДТ на 28 % (с 0,25 % до 0,18 %). Изменение содержания углеводородов носит неопределенный характер. Характер изменения показателей на номинальном режиме сохраняется на всех частотах вращения к.в. двигателя в режиме регуляторной характеристики, о чем свидетельствуют графические зависимости представленные на рисунке 1.



а) Содержание оксида углерода



б) Содержание углеводородов



в) Дымность

Рисунок 1 – Изменение экологических показателей дизеля Д-243 в режиме полных нагрузок

Результаты сравнительных моторных исследований при работе дизеля на горчично-минеральном топливе, показывают, что с повышением доли горчичного масла улучшаются экологические показатели двигателя.

Литература

1. Коротков, М. В. Оценка экологической эффективности применения различных видов моторного топлива в ДВС автотранспортных средств / М.В. Коротков, А.А. Филиппов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 2 (2). – С. 72-75.
2. Евро идет вверх // За рулем. – 2009. – № 12. – С. 140-142.
3. Lopatin, O. P. Study of the influence of the degree of exhaust gas recirculation on the working process of a diesel // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 042021. – EDN YMEIOW.

4. Лопатин, О. П. Индикаторные диаграммы тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, М. А. Олейник // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров. – 2004. – С. 104-107. – EDN XCTTTH.
5. Lopatin, O. P. Development of tractor gas-diesel modifications // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548. – 2020. – 062034. – EDN XQLTBZ.
6. Lopatin, O. P. The effect of operational modes of diesel engines to emissions of nitrogen oxides // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862. – 2020. – 062087. – EDN HAGOJO.
7. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в ОГ дизеля с турбонаддувом путем применения КПГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 415-419. – EDN WDXALZ.
8. Лопатин, О. П. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы III Международной научно-практической конференции. – 2010. – С. 126-133. – EDN VILKZJ.
9. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 200 с. – EDN NMTQAT.
10. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 18 с. – EDN NHQHNX.
11. Лопатин, О. П. Химическое строение оксидов азота и особенности образования их в цилиндре тракторного газодизеля / О. П. Лопатин // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы 12-ой научно-практической конференции вузов Поволжья и Предуралья. – Киров, 2001. – С. 28-34. – EDN WLRLHV.
12. Lopatin, O. P. Mathematical problem in the construction of kinetic equations of alternative fuel oxidation in an internal combustion engine // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 919. – 2020. – 052033. – EDN UBKPGA.
13. Лопатин, О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции / О. П. Лопатин // Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых : сборник научных трудов по материалам 18-ой международной научно-практической конференции. – Ярославль : ФГБОУ ВПО Ярославская ГСХА, 2015. – С. 30-34. – EDN TYSTZT.
14. Lopatin, O. P. Development of a methodology for assessing the impact of vehicles on the acoustic environment // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548. – 2020. – 062049. – EDN URAHKQ.
15. Девянин, С. Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С. Н. Девянин, В. А. Марков, В. Г. Семенов. – Москва : Изд-во МГАУ им. В.П. Горячкина, 2007. – 340 с.

УДК 623.459

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИНДИКАЦИИ ТОКСИЧЕСКИХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Воробьев Р. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье изучена система индикации и мониторинга атмосферного воздуха во время чрезвычайной ситуации, а также рассмотрены особенности устройства и работы технических средств, применяемых для обнаружения токсических химических веществ.

Ключевые слова: химическая разведка, индикация, химические вещества, дозиметр, концентрация

Технической основой химической разведки и санитарно-химической экспертизы является индикация токсических химических веществ. Индикацией токсических химических веществ называется обнаружение, распознавание и определение количества химических веществ на различных объектах и в различных средах [1-5].

Разновидностью химического метода индикации является биохимический метод, используемый для индикации токсических химических веществ нейротоксического действия (фосфорорганические соединения, или ФОС).

Сущность методики: под действием ацетилхолинэстеразы происходит гидролиз ацетилхолина с образованием уксусной кислоты. При этом pH среды сдвигается в кислую сторону и индикатор через 5 минут меняет окраску. Если исследуемый материал (вода, рвотные массы и т.д.) заражен ФОС, происходит угнетение фермента, замедляется гидролиз ацетилхолина (до полного угнетения) и изменение окраски индикатора запаздывает по сравнению с контрольной пробой. По времени запаздывания судят о степени заражения исследуемого материала фосфорно-органическим соединением.

Войсковой прибор химической разведки предназначен для определения в воздухе, на местности, на боевой технике зарина, иприта, фосгена, дифосгена, синильной кислоты, хлорциана, а также паров Vx в воздухе. Прибор состоит из корпуса с крышкой, размещенных в них насоса, бумажных кассет с индикаторными трубками, противодымных фильтров, насадки к насосу, защитных колпачков, электрического фонаря, лопатки, химической грелки и патронов к ней. Принцип использования ВПХР состоит в покачивании исследуемого воздуха с помощью ручного насоса через индикаторные трубки, наполнитель которых при взаимодействии с токсическими химическими веществами изменяет первоначальную окраску. В ручке насоса размещены ампуловскрыватели, которые предназначены для разбивания ампул, имеющихся в индикаторных трубках. В головке насоса размещены: нож для надреза концов индикаторных трубок, гнездо для установки индикаторной трубки и два углубления для обламывания концов трубок.

Индикаторные трубки размещены в бумажных кассетах и представляют собой запаянные стеклянные трубки, внутри которых помещены наполнитель и одна или две стеклянные ампулы с реактивами (индикаторные трубки с одним желтым кольцом ампул не содержат). Каждая индикаторная трубка имеет условную маркировку, показывающую, для обнаружения какого токсического химического вещества она предназначена.

На лицевой стороне кассеты, в которой расположено 10 индикаторных трубок, наклеена этикетка с изображением окраски, возникающей на наполнителе индикаторной трубки при наличии в воздухе токсических химических веществ, и с кратким указанием порядка работы с индикаторной трубкой. Для определения паров токсических химических веществ используют те же индикаторные трубки, что и в ВПХР.

Полуавтоматическим прибором химической разведки оснащаются транспортные средства радиационной и химической разведки (рисунок 1). С помощью прибора проводится определение в воздухе паров следующих токсических химических веществ: зарина, Vx, фосгена, дифосгена, синильной кислоты, хлорциана, иприта. Кроме этого, с помощью ППХР

может быть ориентировочно установлено наличие токсических химических веществ на местности, боевой технике и других предметах, расположенных в непосредственной близости от машины при заражении их зарином и ипритом.



Рисунок 1 – Полуавтоматический прибор химической разведки (ППХР)

Прибор представляет собой насос, покачивание воздуха в котором происходит при помощи электродвигателя, работающего от бортовой сети автомобиля с напряжением 12-24 В.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

4. Солонщиков, П. Н. Защитные сооружения : учебное пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин, А. В. Якимов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – 34 с.

5. Солонщиков, П. Н. Защита продовольствия, кормов и водоисточников от радиоактивного, химического и бактериологического заражения : учебное пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин, А. В. Якимов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – 27 с.

УДК 677.027

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Воронцов Д. Р. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье определены погрешности процессов полимеризации с помощью нейросетевого моделирования и радиальной базисной функции нейронного классификатора, исследована экспериментальная установка для процессов дистилляции. Предложены три способа применения нейросетей для анализа погрешности.

Ключевые слова: нейромоделирование, техногенная безопасность, мониторинг, химическая промышленность

Актуальность внедрения нейросетевых систем управления пожарной безопасностью обусловлена необходимостью повышения скорости и точности реагирования на чрезвычайные ситуации в условиях усложнения современной инфраструктуры.

Традиционные системы противопожарной защиты часто сталкиваются с проблемой ложных срабатываний и задержек в обнаружении очагов возгорания. Нейросетевые алгоритмы позволяют осуществлять интеллектуальный анализ видеопотока и данных с датчиков в режиме реального времени. Они способны распознавать признаки задымления или открытого огня на ранних стадиях, отличая их от визуальных помех, таких как пыль, пар или световые блики.

Важным аспектом является прогностическая способность нейросетей. Системы управления на базе искусственного интеллекта могут моделировать динамику распространения пожара с учетом архитектурных особенностей здания, состояния вентиляции и наличия горючих материалов. Это позволяет оптимизировать пути эвакуации и координировать работу автоматических систем пожаротушения более эффективно, чем жестко запрограммированные логические контроллеры.

Интеграция нейросетей в системы безопасности минимизирует влияние человеческого фактора. В условиях паники или высокой информационной нагрузки оператор может пропустить важный сигнал, тогда как нейросетевая система способна мгновенно обрабатывать колоссальные объемы данных и предлагать наиболее рациональные сценарии ликвидации происшествия.

Применение таких технологий существенно снижает риски гибели людей и сокращает материальный ущерб за счет локализации пожара в кратчайшие сроки, что делает разработку и внедрение подобных систем приоритетным направлением в области обеспечения техносферной безопасности.

В серийных производствах параметры процесса непрерывно изменяются, что приводит к трудностям в переобучении при нейросетевом моделировании. Это снижает возможности технологии нейросетевого управления в серийном производстве. Методом разделения параметров входных сигналов для нейронной модели значительно уменьшается время обучения, при незначительном упрощении параметров моделирования [1].

В первом методе моделирования непрерывного реактора исследуются и анализируется температурная ошибка датчика и реакторное загрязнение кожуха путем нейромоделирования и использования нейроклассификатора.

Во втором методе для экспериментальной установки дистилляции увеличена точность управления выпускным клапаном и значительно сокращено время обучения нейронной сети (работы были выполнены при поддержке гранта IREX).

Предложены новые методы для мониторинга и управления техногенной безопасностью, которые подразделяются на три категории:

- метод, основанный на аналитической модели;
- метод, основанный на базе данных;
- метод управления на основе архива событий .

Трудность первого метода заключается в получении точной аналитической модели процесса, и модельная нелинейность серьезно ограничивает их применимость для перерабатывающих отраслей промышленности [2].



Рисунок 1 – Дерево событий аварий на установке первичной переработки нефти

Дерево событий и метод графов являются простыми, но имеют ряд недостатков:

- реализация метода требует значительных затрат средств и времени, так как увеличение детальности рассматриваемой инфраструктуры приводит к геометрическому увеличению числа влияющих событий;
- трудно учесть состояние частичного отказа элементов, поскольку при использовании метода, как правило, считают, что система находится либо в исправном состоянии, либо в состоянии отказа;
- трудности в общем случае аналитического решения для деревьев, содержащие резервные узлы и восстанавливаемые узлы с приоритетами, не говоря уже о тех значительных усилиях, которые требуются для охвата всех видов множественных отказов;
- дерево отказов описывает систему в определенный момент времени (обычно в установившемся режиме), и последовательности событий могут быть показаны с большим трудом, иногда это оказывается невозможным.

Метод управления на основе архива событий, которые основаны на мультивариантом статистическом анализе, и нейросетевые технологии состоят из двух этапов – выделения основных параметров и распознавания образов, наиболее широко применимы в перерабатывающих отраслях химической промышленности.

Нейронные сети все чаще применяются в моделировании технологических процессов и распознавании образов. Однако, в серийных производствах с часто изменяющимися параметрами это может требовать значительного числа переобучения нейронной модели, поэтому увеличенное расчетное время часто затрудняет применение для современных сложных систем. Все это снижает возможности применения нейронных сетей в серийных производствах.

Впервые был предложен полиномиальный регрессионный метод, основанный на предварительной обработке выделения признаков, что значительно сократило количество входных сигналов в нейронной модели, таким образом снижая размеры сети и требуемое время на переобучение. Метод заключается в небольшом увеличении погрешности моделирования за счет увеличения нелинейности при определении начальных параметров.

Два примера демонстрируют эффективность нового подхода. В обоих случаях новый подход значительно уменьшает нейронную модель, время обучения и во втором случае также улучшен классификационный анализ.

Впервые разработанная схема мониторинга и управления использует анализ дискриминанты Фишера (АДФ). С помощью АДФ выбираются наиболее важные компоненты в оригинале, обрабатываются данные и достигается оптимум дискриминации среди различных ошибок, что также сокращает количество первоначальных данных и проектирует старые данные в новое "множество", которое является перпендикулярным первому. Деревья событий используют АДФ – множество, чтобы подразделить наблюдения в различные классы ошибок.

На рисунке 2 представлена блок схема алгоритма работы автоматизированной системы предотвращения опасности техногенной ситуации (пожара), вызванной токами утечки и контрольными устройствами защитного отключения.

Практические рекомендации при использования предложенных методов:

1. Необходимо использовать гибридные подход – сочетание методов управляемых исторических данных с методами, основанными на системном статистическом анализе с деревом событий, где статистический анализ позволяет выявлять погрешности и моделировать кластеры. Дерево событий должно быть динамическим, часто модифицируемым новыми событиями.

2. Мониторинг и управление процессами должны быть объединенными системами с многочисленными датчиками (ввода информации) и обширной библиотекой базы данных об архиве событий. Особенно это важно для химической промышленности с потенциально взрывоопасными производствами, где крайне необходимо четко отличать случайные сигналы от истинных процессов [3].

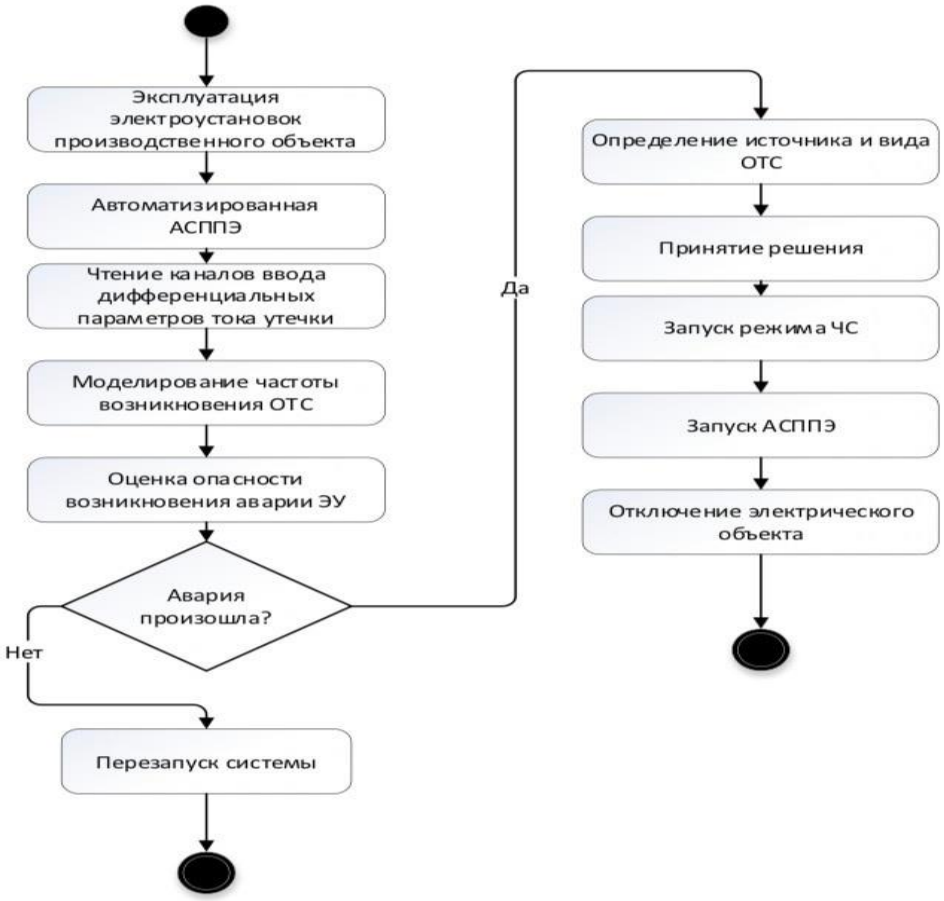


Рисунок 2 – Алгоритм работы автоматизированной системы предотвращения опасности техногенной ситуации

Разработанные методы позволили значительно улучшить статистическую обработку данных и управление техногенной и пожарной безопасностью в химических производствах.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Психологическая подготовка водителей ОВБ / П. Н. Солонщиков, А. В. Владимиров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 177-181. – EDN OTJESG.
2. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
3. Солонщиков, П. Н. Обеспечение безопасности при эксплуатации установки для приготовления жидких смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков. – Киров : Радуга-ПРЕСС, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-605-11953-1.
4. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
5. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85.
6. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 частях. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
7. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
8. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 частях. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.
9. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.

УДК 631.363:621.3

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОТОЧНО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Воронцов Д. Р. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются технологии приготовления полнорационных кормосмесей с применением энергосберегающих подходов. Представлен анализ технологических схем, выполнен расчёт параметров оборудования и дана оценка энергоэффективности линий.

Ключевые слова: кормосмесь, приготовление, измельчение, энергосбережение, расчёт, линия, дозирование, смешивание, поточно–технологическая линия

Эффективность животноводства напрямую зависит от качества приготовления и раздачи кормов. Одним из основных направлений повышения эффективности является применение полнорационных кормосмесей, сбалансированных по питательным веществам. Однако затраты на приготовление таких смесей, особенно энергетические, могут быть значительными.

Для снижения энергоёмкости процесса необходимо оптимизировать параметры технологических линий: выбирать рациональные режимы работы машин, исключать дублирование операций, применять современное энергоэффективное оборудование [1,4,10].

На практике используются два основных способа приготовления кормов: раздельное скармливание компонентов и приготовление кормосмесей. Второй способ имеет преимущество, так как обеспечивает равномерность поступления питательных веществ в организм животного, улучшает пищеварение и повышает продуктивность [2,3,8].

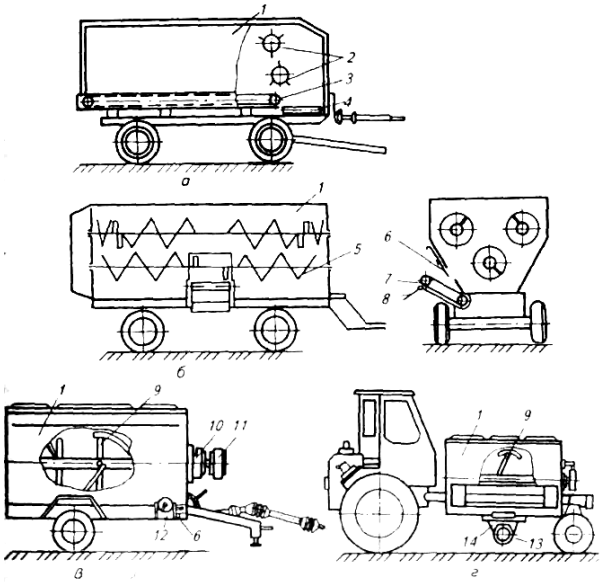


Рисунок 1 – Чертёж технологического процесса работы мобильного кормораздатчика: 1 – бункера; 2 – блок битеров; 3, 4 и 7 – соответственно продольный (падающий конвейер), поперечный и выгрузной транспортеры; 5 – шнек – смеситель; 6 – заслонки; 8 – направляющий лоток; 9 – мешалки; 10 – гидропривод; 11 – гидровращатели; 12 и 14 раздающее и выгрузные устройства; 13 – гидромотор.

Технологическую линию приготовления и раздачи кормов образуют машины и оборудование, установленные в определённой последовательности, которая обеспечивает выполнение заданного технологического процесса [6,7,9].

Для каждого вида корма выбирают свою технологическую схему:

• Корнеклубнеплоды: погрузка → транспортировка → загрузка в накопительную ёмкость → мойка → измельчение → дозирование → смешивание → раздача.

• Сенаж или силос: погрузка → транспортировка → дозирование → смешивание → раздача.

• Солома: измельчение → погрузка в транспортное средство → транспортировка → загрузка в питатель → дозирование и смешивание → раздача.

• Комбинированные корма: транспортировка → загрузка в бункер–накопитель → дозирование → смешивание → раздача.

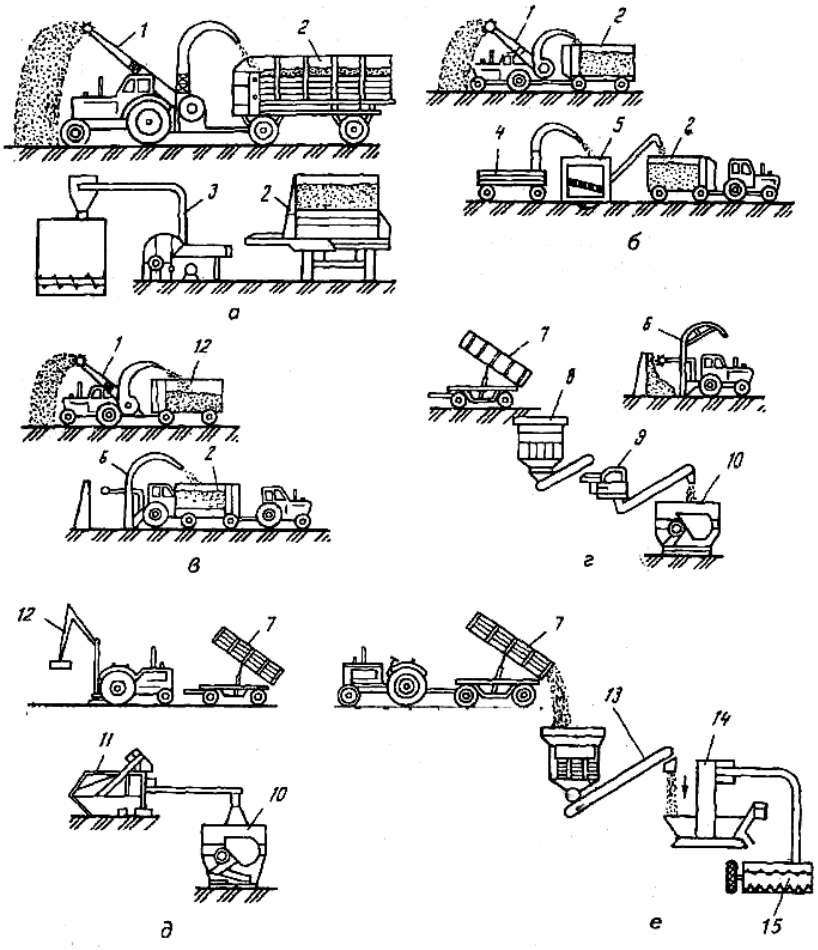


Рисунок 2 – Технологическая схема приготовления и раздачи кормов со стационарным оборудованием:
а – линия переработки соломы; б – линия кальцинирования и сдабривания соломы; в – линия послойной заготовки соломы и силоса; г – линия заготовки и переработки силоса; д – линия переработки и запаривания корнеклубнеплодов; е – линия накопления, мойки и измельчения корнеклубнеплодов и подачи их в бункер–дозатор; 1 – фуражир ФН–1,4; 2 – кормораздатчик КТУ–10; 3 – измельчитель ИГК–30Б; 4 – соломосилорезка РСС–6Б; 5 – смеситель–запарник; 6 – силосопогрузчик ПСК–5; 7 – тракторный прицеп 2ПТС–4; 8 – бункер–питатель; 9 – измельчитель «Волгарь 5А»; 10 – смеситель; 11 – измельчитель ИКМ–5; 12 – погрузчик ПЭ–0,8; 13 – транспортер–питатель ТК–5Б; 14 – измельчитель ИКМ–5; 15 – бункер–дозатор корнеплодов.

Анализ технологий по приготовлению и раздаче кормов позволил выделить две наиболее применяемые схемы: с использованием мобильных кормораздатчиков–смесителей и стационарных кормоцехов.

Схемы (рисунок 1 и 2) имеют одинаковый технологический процесс, за исключением того, что по схеме со стационарным оборудованием корма, поступающие в смеситель,

должны быть предварительно измельчены, что требует дополнительных затрат энергии, но позволяет повысить точность дозирования и качество смешивания.

При использовании мобильного кормораздатчика–смесителя (рисунок 1) производительность технологической линии достаточно высокая, что сокращает время приготовления и раздачи кормов.

По составленной схеме технологического процесса приготовления кормов перейдём к технологическому расчёту, который сводится к определению потребности в оборудовании, производительности технологических линий, количества машин и вспомогательных устройств и оборудования, с учётом зоотехнических требований [4,5,6,7].

Суточный расход каждого вида корма определяется в расчёте на одну голову для половозрастной группы животных по формуле:

$$Q_{\text{сут}} = \sum_{j=1}^{n} q_i \cdot m_j, \quad (1)$$

где q_i – суточная норма i–го корма, кг;

m_j – количество голов на ферме j–ой группы, гол.

Годовую потребность фермы в кормах каждого вида определяют по формуле:

$$Q_{\text{год}} = \left(Q_{\text{сут.з}} \cdot T_{\text{з}} + Q_{\text{сут.л}} \cdot T_{\text{л}}\right) \cdot k, \quad (2)$$

где $Q_{\text{сут.з}}$ и $Q_{\text{сут.л}}$ – суточный расход кормов в зимний и летний периоды года, кг;

k – коэффициент, учитывающий потери кормов во время хранения и транспортирования: $k = 1{,}01$ – для концентрированных кормов, $k = 1{,}03$ – для корнеплодов, $k = 1{,}1$ – для силоса, $k = 1{,}05$ – для зелёной массы;

$T_{\text{з}}$ и $T_{\text{л}}$ – продолжительность зимнего и летнего использования данного вида корма, дней.

Общая вместимость хранилища для хранения годовых запасов каждого вида корма:

$$V = \frac{Q_{\text{год}}}{\rho}, \quad (3)$$

где ρ – объёмная масса i–го вида корма, кг/м³.

Потребность в хранилищах:

$$n = \frac{V}{V_{\text{хр}} \cdot \varepsilon}, \quad (4)$$

где $V_{\text{хр}}$ – вместимость одного хранилища, м³;

ε – коэффициент использования вместимости хранилища.

Выбрав вместимость хранилища, ширину и высоту, определяют его длину, м:

$$L = \frac{V_{\text{хр}}}{b \cdot h}, \quad (5)$$

где b и h – ширина и высота хранилища, м.

Примерное распределение суточного рациона представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Примерное распределение суточного рациона, %

Корм	утро с 6 до 7 ч	день с 13 до 14 ч	вечер с 21 до 22 ч
Грубый	50	–	50
Сочный	30	40	30
Концентрированный	35	35	30

Зная распределение суточного рациона по отдельным раздачам (кг) и кратность кормления, определяют виды и массу кормов, необходимых для каждого кормления.

Количество корма данного вида по раздачам, кг:

$$Q_{\text{разд}} = Q_{\text{сут}} \cdot \frac{k_{\text{разд}}}{100}, \quad (6)$$

где $k_{\text{разд}}$ – распределение кормов по раздачам, %.

Для оценки энергоэффективности технологических линий определяют удельную энергоёмкость процесса приготовления кормосмеси:

$$E_{\text{уд}} = \frac{\sum(P_i \cdot t_i)}{Q_{\text{см}}}, \quad (7)$$

где P_i – мощность i–го оборудования, кВт;

t_i – время работы i–го оборудования, ч;

$Q_{\text{см}}$ – масса приготовленной кормосмеси, т.

Расчёт энергоёмкости для сравниваемых схем представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Энергоёмкость технологических схем

Показатель	Мобильная схема	Стационарная схема
Суммарная мощность, кВт	85	95
Время цикла, ч	1,5	1,0
Масса смеси за цикл, т	8,0	9,0
Удельная энергоёмкость, кВт·ч/т	15,9	10,6
Экономия энергии, %	–	33

Анализ полученных данных показывает, что стационарная схема приготовления кормов позволяет снизить удельную энергоёмкость на 33% за счёт более рационального использования оборудования, отсутствия холостых пробегов и возможности применения частотно–регулируемых приводов.

Дополнительная экономия достигается за счёт:

- автоматизации процессов дозирования и смешивания;
- применения высокоэффективных электродвигателей класса IE3;
- оптимизации времени работы оборудования.

Таким образом, выбор технологической схемы должен основываться не только на технологических требованиях, но и на энергетической эффективности. Для ферм с поголовьем более 600 голов экономически целесообразно применение стационарных линий с элементами автоматизации, обеспечивающих снижение энергопотребления и повышение качества кормосмесей.

Литература

1. Исследование устройства измельчения сыпучих материалов скалывающего типа / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 2 (30). – С. 57-63. – EDN WAVXBH.

2. Наймушин, Д. А. Мобильные кормораздатчики на фермах КРС / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 частях. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 394-398.

3. Никитин, Е. А. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 37-46.

4. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.

5. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода»: № 2024617315: заявл. 05.04.2024: опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет».
7. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
8. Солонщиков, П. Н. Инженерное обеспечение процесса приготовления жидких кормовых смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию создания кафедры "Ремонт машин и технология конструкционных материалов", Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 128-131.
9. Технология получения комбикормов в хозяйствах / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. С. Ткачев [и др.] // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мичуринск, 13 февраля 2020 года. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – С. 144-149.
10. Толстоухова, И. А. Методы оценки качества дозирования при раздаче кормов мобильным кормораздатчиком / И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 222-223.

УДК 632.363

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОРМОРАЗДАТЧИКОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЛНОРАЦИОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Воронцов Д. Р. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор кормораздатчиков, используемых на фермах крупного рогатого скота, с подробной технической характеристикой.

Ключевые слова: корма, приготовление, измельчение, проектирование, расчёт, кормораздатчик, группа животных, поточно-технологическая линия

Корма следует скармливать в виде смесей, представляющих собой однородную массу. Влажность кормов при длительном хранении не должна превышать 15 – 17%, а влажность кормовых смесей при скармливании должна быть не более 60% для КРС, свиней – 65-75 и птицы – 45-55%.

Отклонения при дозировании компонентов от количества корма по массе допускаются в следующих пределах: комбикормов и концентрированных кормов ± 1,5%; сочных кормов ± 3,5%; жидких кормов и воды ± 2,5%; минеральных добавок ± 1,0% [1,2,3,4,5,6].

В соответствии с зоотехническими требованиями при подготовке кормов к скармливанию их подвергают:

- очистке от земли, камней и семян сорных растений на зерноочистительных машинах (сепараторах и др.), а от металлических примесей - на магнитных сепараторах;
- измельчению до размера частиц заданной крупности на дробилках, мельницах или плющилках;
- дозированию и смешиванию кормовых компонентов в однородную смесь по заданным рецептам на дозаторах и смесителях или универсальных комбикормовых агрегатах;
- прессованию кормовых смесей – гранулированию или брикетированию на прессах - грануляторах или брикетных прессах (при длительном хранении).

Обычно на откормочных фермах КРС применяется кормление в виде кормосмесей. Кормосмесь приготавливается в кормоцехе и с помощью кормораздатчика транспортируется на ферму и там выгружается в кормушки.

Стандартная технология приготовления кормосмесей предусматривает приготовление полнорационных влажных смесей из имеющегося в хозяйстве набора кормов: силоса, сенажа, корнеклубнеплодов, комбикорма и грубых (соломы) кормов.

В соответствии с зоотехническими требованиями каждый вид корма приводят в состояние, обеспечивающее наилучший эффект при его скармливании сельскохозяйственным животным.

Грубые корма – солому и грубостебельное сено готовят по следующим схемам: 1) измельчение – дозирование – смешивание; 2) измельчение – запаривание – дозирование – смешивание; 3) измельчение – биологическая (биохимическая) или химическая обработка – дозирование – смешивание. При переработке сена в муку используют схему : измельчение (длина резки 8... 12 мм) – сушка – размол. Сенную муку добавляют в различные кормовые смеси. При достаточной сухости сена корм может приготовляться по схеме: размол – дозирование – смешивание.

Сочные корма (корнеклубнеплоды) готовят по схемам: 1) мойка – измельчение – дозирование – смешивание; 2) мойка – запаривание – разминание – дозирование – смешивание; 3) мойка – измельчение – дозирование – дрожжевание – смешивание.

Концентрированные корма готовят, пользуясь следующими схемами: 1) очистка – измельчение – осолаживание (дрожжевание) – дозирование – смешивание; 2) очистка –

измельчение – дозирование – смешивание; 3) очистка – измельчение – дозирование – смешивание– брикетирование; 4) очистка – про проращивание. Бобовые корма после очистки замачивают. По второй и третьей схемам приготовляют комбикорма.

Для каждого вида корма выбираем свою технологическую схему.

Для корнеклубнеплодов принимаем схему: погрузка-транспортировка - загрузка в накопительную емкость – мойка – измельчение – дозирование - смешивание. Линия подачи сенажа или силоса - погрузка, транспортировка, дозирование, смешивание. Линия измельчения соломы - измельчение, погрузка в транспортное средство, транспортировка загрузка и измельчение, загрузка в питатель, дозирование и смешивание. Линия измельчения зерна - погрузка в транспортное средство, транспортировка загрузка и измельчение, загрузка в питатель, дозирование и смешивание. По составленной схеме технологического процесса приготовления кормов перейдем к технологическому расчету, который сводится к технологическому расчету оборудования, к определению производительности технологических линий, количества машин и вспомогательных устройств и оборудования.

Раздатчик – смеситель кормов СРК – 11В предназначен для измельчения прессованных кормов, корнеклубнеплодов, смешивания их и с последующей раздачей кормовой смеси в кормушку или на кормовой стол [7-9].

Раздатчик – смеситель кормов используется в линии приготовления и раздачи кормов на фермах и комплексах. Загрузка корма осуществляется посредством погрузчика. Устройство и работа раздатчика – смесителя кормов. Раздатчик – смеситель кормов состоит из: шасси, рамы, на которой установлен бункер. Внутри бункера (рисунок 1) вращается конусообразный шнек, который перемещает массу корма вверх. Дойдя до крайнего верхнего положения, масса под собственным весом оседает вниз, где встречается с новым потоком перемещающейся массы, которая двигается посредством шнека. Для измельчения кормовых компонентов на витках шнека установлены ножи, которые защемляют корм между собой и противорезом, тем самым перерезая его. Перемешанная масса подается шнеком к выгрузному окну, величина которого регулируется шиберной заслонкой. Раздается масса корма поперечным цепочно-планчатым транспортером.



Рисунок 1 – Рабочий орган раздатчика – смесителя кормов СРК – 11В

Для более простого осуществления добавления концентрированных кормов на задней стенке бункера выполнена технологическая воронка.Для взвешивания разных кормовых компонентов на раздатчике – смесителе кормов установлены электронные весы. Привод шнека осуществляется от вала отбора мощности трактора через редуктор. Раздающий транспортер приводится в движение гидроматором. Основным недостатком конструкции смешивающего шнека является то, что при перемещении кормовые компоненты подпрессовываются и в последующем не качественно смешиваются, а также приводит к подклиниванию шнека, следовательно, увеличиваются затраты горюче-смазочных материалов на процесс перемешивания массы корма. С целью устранения данного недостатка предлагается витки шнека раздатчика – смесителя кормов выполнить на разных уровнях в горизонтальной плоскости.

Выполнив таким образом витки шнека, кормовые компоненты перемещаясь при смешивании вверх будут сходить с данного витка и под действием силы тяжести перемещаться вниз на смещенный относительно перемещавшего его витка другой виток, а далее

перемещается по винтовой поверхности к следующему сходу с витка и процесс повторяется. Одновременно с этим масса, захватываемая первым витком двигается вверх, где встречается с массой корма перемещающейся вниз под действием силы тяжести, что улучшает качество кормовой смеси. Следовательно, масса не подпрессовывается, становится более рыхлой, что способствует снижению вероятности подклинивания шнека, а это приводит к уменьшению удельного расхода топлива на технологический процесс перемешивания и раздачи кормовой смеси.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Оптимизация параметров и режимов работы смесителя жидких кормов при периодическом внесении компонентов / П. Н. Солонщиков // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Киров, 20 декабря 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 239-244.
2. Солонщиков, П. Н. Кавитация в центробежном насосе как фактор, влияющий на смешивание жидкости в потоке / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков // Науке нового века - знания молодых : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей, Киров, 07 апреля 2011 года : сборник научных трудов : в 3 ч. – Киров : Вятская ГСХА, 2011. – Ч. 2. – С. 153-157.
3. Расширение функциональных возможностей центробежного молочного насоса / П. Н. Солонщиков, А. Н. Обласов, В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков // Науке нового века - знания молодых : материалы Международной научно-практической конференции, Киров, 01 января – 31 января 2012 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2012. – Ч. 2. – С. 41-43.
4. Обоснование выбора спектральных диапазонов фотолюминесцентного контроля состава и питательной ценности кормов / М. В. Беляков, Д. Ю. Павкин, Е. А. Никитин, И. Ю. Ефременков. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-2-31-36 // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 2 (308). – С. 31-36.
5. Применение систем технического зрения для диагностики качества кормов КРС / В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин, Е. А. Никитин, И. А. Кирюшин. – DOI 10.30766/2072-9081.2021.22.5.770-776 // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22, № 5. – С. 770-776.
6. Никитин, Е. А. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 37-46.
7. Патент № 2228612 C2 Российская Федерация, МПК A01K 5/00. Мобильный кормораздатчик-увлажнитель : № 2002109250/12 : заявл. 09.04.2002 : опубл. 20.05.2004 / С. В. Гусев, В. В. Коновалов, С. И. Щербаков ; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN EGZPFD.
8. Патент № 2297780 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Устройство для перемешивания сухих кормов и внесения жировых добавок : № 2005123580/13 : заявл. 25.07.2005 : опубл. 27.04.2007 / И. А. Боровиков, В. В. Коновалов, С. В. Гусев; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия".
9. Патент № 2422054 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Устройство для перемешивания сухих кормов и внесения добавок : № 2009149281/13 : заявл. 28.12.2009 : опубл. 27.06.2011 / Л. В. Иноземцева, Н. Г. Алимова, В. В. Коновалов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова".

УДК 631.363.2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ И СТАЦИОНАРНЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ

Воронцов Д. Р. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются современные технологии приготовления и раздачи кормов в животноводстве. Приведён сравнительный обзор мобильных и стационарных средств механизации. Выполнен технологический расчёт основных параметров линии приготовления кормов.

Ключевые слова: кормосмесь, мобильный кормораздатчик, стационарная линия, измельчение, дозирование, технологический расчёт, производительность, животноводство

Эффективность животноводства напрямую зависит от качества кормления. Одним из ключевых факторов является равномерность смешивания и точность дозирования компонентов рациона. В современных условиях хозяйства всё чаще переходят на использование полнорационных кормосмесей, что позволяет повысить продуктивность животных и снизить затраты кормов [1,3,5].

В зависимости от типа фермы и способа содержания животных применяются различные технологические схемы приготовления и раздачи кормов [7,10]. Наибольшее распространение получили мобильные кормосмесители-раздатчики и стационарные кормоцеха с транспортёрами.

Мобильные кормораздатчики-смесители (рисунок 1) позволяют механизировать процессы погрузки, измельчения, смешивания и раздачи кормов. Они обладают высокой манёвренностью и могут обслуживать несколько помещений. Однако их использование требует наличия проездов и качественных подъездных путей [2,4,6].

Техническая характеристика мобильного кормораздатчика представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика мобильного кормораздатчика

Наименование	Значения
Грузоподъемность, кг	4000
Вместимость кузова, $м^3$	10
Скорость, км/ч: - транспортная - рабочая	 до 20 1,5-5
Минимальная ширина проезда, мм	2200
Подача линейная, кг/м пог.: - на одну сторону	 20-50
Степень измельчения, мм	50-80
Производительность, кг/с: - измельчающего устройства	 43
Масса, кг	3820

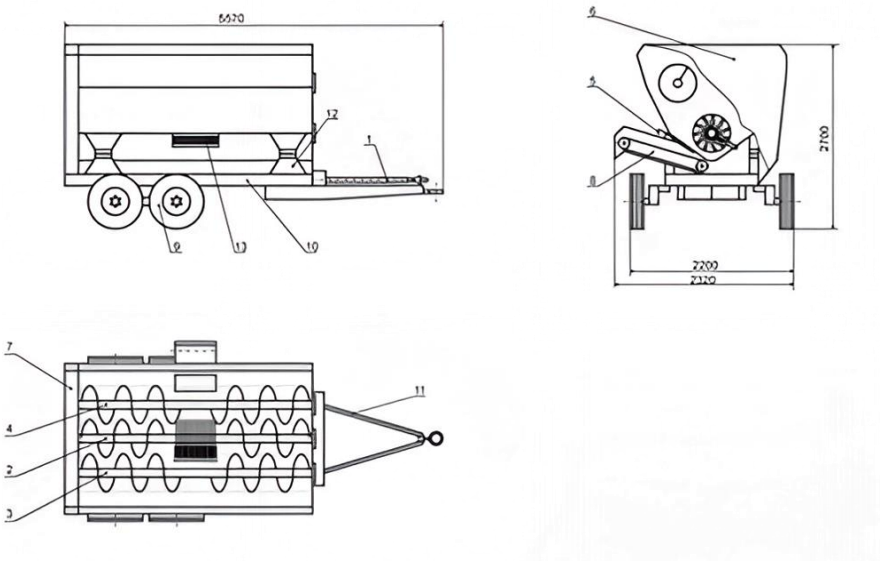


Рисунок 1 – Устройство мобильного кормораздатчика:
1 – карданный телескопический вал; 2 – нижний шнек; 3 – верхний правый шнек;
4 – верхний левый шнек; 5 – заслонка; 6 – кузов; 7 – шкаф цепных передач с масляной ванной; 8 – выгрузной цепочно-планчатый транспортер; 9 – ходовые пневматические колеса;
10 – рама тележки; 11 – дышло; 12 – опорная стойка;
13 – блок противорежущих пластин; 14 – измельчающее устройство.

Стационарные линии (рисунок 2) включают в себя систему транспортеров, дозаторов и смесителей, установленных в кормоцехе. Они обеспечивают высокую точность дозирования и автоматизацию процесса, но требуют значительных капитальных вложений и обслуживания [11,12].

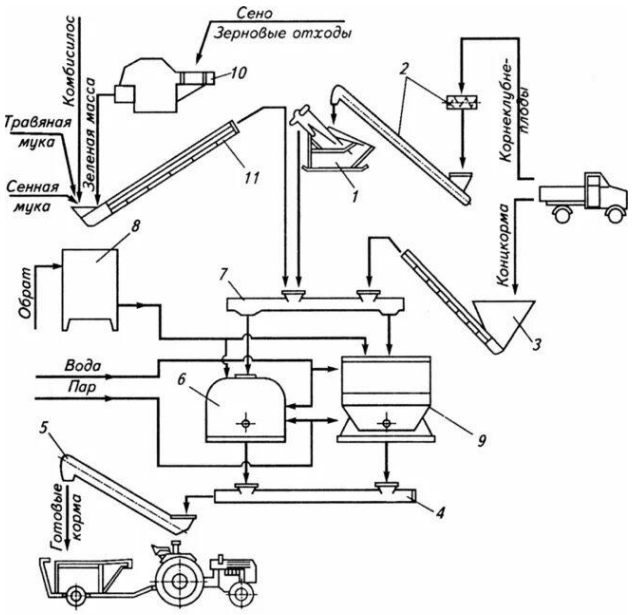


Рисунок 2 – Схема системы приготовления и раздачи кормов со стационарным оборудованием
1 – измельчитель корнеклубнеплодов ИКС-5М; 2 – транспортёр корнеклубнеплодов ТК-5,0; 3 – питатель концкормов ПК-6; 4 – шнек выгрузной сборный ШВС-40М;
5 – транспортер скребковый ТС-40М; 6 – варочный котел ВК-1; 7 – шнек загрузочный сборный ШЗС-40М; 8 – резервуар молокохранильный РМВЦ-2,0; 9 – смеситель кормов АПС-6; 10 – измельчитель кормов Волгарь-5; 11 – транспортёр скребковый ТС-40С

Для обоснованного выбора оборудования необходимо выполнить технологический расчёт. Исходными данными являются поголовье животных, рацион кормления и кратность кормления.

Суточный расход каждого вида корма определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут}} = \sum_{j=1}^{n} q_i \cdot m_j, \quad (1)$$

где q_i – норма корма на голову, кг;

m_j – поголовье j-й группы, гол.

Годовая потребность в кормах рассчитывается с учётом сезонности и потерь:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{сут.з}} \cdot T_{\text{з}} \cdot k_{\text{з}} + Q_{\text{сут.л}} \cdot T_{\text{л}} \cdot k_{\text{л}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{з}}, T_{\text{л}}$ – продолжительность зимнего и летнего периодов, дни;

k – коэффициент потерь.

Объём хранилищ:

$$V = \frac{Q_{\text{год}}}{\rho}, \quad (3)$$

где ρ – насыпная плотность корма, кг/м³.

Количество хранилищ:

$$n = \frac{V}{V_{\text{хр}} \cdot \varepsilon}, \quad (4)$$

где $V_{\text{хр}}$ – вместимость одного хранилища, м³; ε – коэффициент использования.

Длина хранилища:

$$L = \frac{V_{\text{хр}}}{b \cdot h}, \quad (5)$$

где b, h – ширина и высота хранилища, м.

Распределение кормов по раздачам производится согласно рациону (табл. 2).

Таблица 2 – Примерное распределение суточного рациона по раздачам, %

Корм	Утро (6–7 ч)	День (13–14 ч)	Вечер (21–22 ч)
Грубые корма	50	–	50
Сочные корма	30	40	30
Концентраты	35	35	30

Масса корма на одну раздачу:

$$Q_{\text{разд}} = Q_{\text{сут}} \cdot \frac{k_{\text{разд}}}{100}, \quad (6)$$

где $k_{\text{разд}}$ – процент корма, приходящийся на данную раздачу.

Таким образом, проведённый анализ позволяет сделать вывод, что выбор технологической схемы зависит от конкретных условий хозяйства. Мобильные кормораздатчики предпочтительны для средних и малых ферм, стационарные линии – для крупных комплексов с высоким уровнем автоматизации.

Технологический расчёт является обязательным этапом проектирования, обеспечивающим эффективность и надёжность системы.

Литература

11. Исследование устройства измельчения сыпучих материалов скалывающего типа / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 2 (30). – С. 57-63. – EDN WAVXBH.

12. Наймушин, Д. А. Мобильные кормороздатчики на фермах КРС / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 частях. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 394-398.

13. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.
14. Никитин, Е. А. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 37-46.
15. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
16. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
17. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода»: № 2024617315: заявл. 05.04.2024: опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский ГАТУ».
18. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
19. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.
20. Солонщиков, П. Н. Инженерное обеспечение процесса приготовления жидких кормовых смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию создания кафедры "Ремонт машин и технология конструкционных материалов", Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 128-131.
21. Технология получения комбикормов в хозяйствах / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. С. Ткачев [и др.] // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мичуринск, 13 февраля 2020 года. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – С. 144-149.
22. Толстоухова, И. А. Методы оценки качества дозирования при раздаче кормов мобильным кормораздатчиком / И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 222-223.

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ КУЛЬТУРНОЙ ВСПАШКИ ПОЧВЫ

Воскресенский В. В. – обучающийся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Вспашка – важнейший элемент системы земледелия, обеспечивающей устойчивое плодородие и высокую урожайность сельскохозяйственных культур. В работе представлены технологические параметры культурной обработки почвы. Рассмотрены конструктивные особенности и сферы применения различных типов плугов, а также принципы подбора техники.

Ключевые слова: культурная вспашка, плуг, механизация, урожайность

Культурная обработка почвы основополагающий процесс в возделывании сельскохозяйственных земель. Она улучшает почвенные условия поддерживает, процессы гумусообразования, что благоприятно воздействует на урожайность сельскохозяйственных культур. Выделяют следующие задачи культурной обработки почвы: рыхление верхнего горизонта почвы, внесение органических остатков и удобрений, борьба с сорняками, патогенами и вредителями, улучшение водно-воздушного режима почвы, поддержание структуры почвы. Эффективность данной обработки значительно зависит от правильно подобранных агротехнологий и машин, учитывая тип почвы и климатические особенности региона, а также предпочтения выращиваемых культур [1-8].

Технологический процесс культурной обработкипочвы в условия Кировской области предполагает вспашку на глубину 16-22 см с полным оборотом и измельчением захваченного слоя. При этом необходимо соблюдать точечные параметры обработки для обеспечения высококачественной обработки. Глубина обработки для разных культур выбирается с учетом особенностей культуры. Для зерновых она составляет 16-20 см, а для пропашных 18-22 см. Оптимальный размер почвенных комков должен варьироваться от 2 до 5 см. Верхний горизонт пахотного слоя должен быть ровный, перепад высот не должен составлять более 5 см на 10 метровом участке.

Данный метод обработки почвы подразумевает несколько этапов: Сначала отвал подрезает верхний слой отделяя его от основного массива. Затем основной корпус плуга осуществляет переворот пласта переворачивая его на заданный угол. В ходе данной операции происходит перемешивание и измельчение почвы, что улучшает ее структуру и аэрацию.

Основным инструментом для культурной обработки почвы служит плуг, имеющий различные модификации:

1. Лемешной плуг – наиболее распространённое и универсальное орудие. Он имеет прочную раму, рабочие корпуса, а также предплужники и дисковый нож. Данное орудие переворачивает пласты почвы, разбивая их.
2. Ротационный плуг оснащен вращающимися рабочими органами что приводит к детальному измельчению почвенного горизонта, требует больших энергозатрат.
3. Применяют комбинированные агрегаты, сочетающие обработку с дополнительным измельчение и прикатыванием почвы, что сокращает количество проходов техники и уменьшая этим уплотнение почвы колесами трактора.

Выбор сельхоз машин для агрегатирования с плугом зависит от ширины захвата орудия и способа обработки. Для плугов с шириной захвата 1.4 – 2.1 метра подходят такие тракторы как ДТ – 75, Т – 150, обеспечивающие достаточную тяговую мощь для легких и средних почв. Для широкозахватных плугов (3 – 4 м) требуются более мощные трактора, такие как, К – 701, К – 744, способных работать на тяжёлых почвах и на больших площадях.

Современные технологии обработки почвы стремительно развиваются в направлении повышения эффективности и снижению негативного влияния на почву. Дифференцированная обработка позволяет варьировать глубину и интенсивность обработки

в зависимости от индивидуальных особенностей поля, на возвышенностях глубину обработки уменьшают в низинах увеличивают. Реализация данного метода возможна только с системами точечного земледелия (GPS навигация, датчики влажности и плотности почвы). Энергосберегающая обработка предполагает использование чизельных плугов или комбинированных агрегатов, снижающих тяговое сопротивление на 20 – 30%, что существенно сокращает нагрузку на трактор и расход топлива. Вспашка с минимальной обработкой сочетает традиционную вспашку с мульчированием или рыхление, сохраняя влагу и предотвращая эрозию почвы – очень актуальна в засушливых регионах.

Агротехнические требования к возделыванию почвы строго регламентированы: отклонение средней глубины от заданной не должно превышать ±2 см, гребнистость поверхности – не более 5 см, заделка растительных остатков не более – 95%.

Перспективные направления совершенствования технологий обработки почвы связаны с внедрением инновационных решений, таких как беспилотные системы управления сельхоз техники, а также адаптивные плуги, использование легких и прочных материалов для органов обработки (композитные и износостойкие материалы)

Экономическая эффективность культурной обработки почвы оценивается не только по прямым затратам на топливо и обслуживание техники, но и в долгосрочных результатах. Качественная обработка повышает урожайность на 10 – 15%, а также помогает в борьбе с сорной растительности, продлевает плодородность земли. При грамотной обработке почва меньше подвергается эрозии, происходит накопление гуминовыми кислотами, тогда как несоблюдение влечет за собой переуплотнение почвы, потерю плодородного слоя, а также засорению водоёмов. Таким образом, культурная вспашка остаётся важнейшим элементом системы обработки почвы, обеспечивающим её плодородие и высокую урожайность сельскохозяйственных культур. Современные технологии и средства механизации позволяют повысить эффективность этого агротехнического приёма, снизить энергозатраты и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Обзор технических средств для культурной вспашки почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [9-22].

Литература

1. ГОСТ 26244-84. Обработка почвы основная. Требования к качеству и нормы выполнения. – Москва, 1984. – 12 с.
2. Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию / Б. А. Доспехов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 2017. – 384 с.
3. Иванов, А. А. Земледелие с основами почвоведения и агрохимии / А. А. Иванов. – Москва : КолосС, 2018. – 416 с.
4. Кирюшин, В. И. Агротехнологии / В. И. Кирюшин. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 432 с.
5. Современные тенденции в механизации земледелия : материалы Международной агротехнической конференции, 2023 г. – Москва : Изд-во МСХА, 2023. – 286 с.
6. Научные труды ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии / Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии. – Курск : ВНИИЗиЗПЭ, 2022. – Вып. 45 – 184 с.
7. Смирнов, П. М. Агрохимия / П. М. Смирнов, Э. А. Муравин ; под редакцией П. М. Смирнова. – 5-е изд. – Москва : КолосС, 2019. – 384 с.
8. Справочник механизатора сельского хозяйства / Н. В. Краснощёков, В. С. Сергеев, А. П. Петров [и др.] ; под редакцией Н. В. Краснощёкова. – Москва : Агропромиздат, 2020. – 608 с.
9. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией: Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.

10. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
11. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
13. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
14. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С.18-21.
15. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
16. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
17. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
18. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев,Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
19. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров , А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
20. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
21. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
22. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.

УДК 656.1

ОСОБЕННОСТИ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Гавришин М. В. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Транспорт играет важную роль в обеспечении этой мобильности, и для эффективного управления им существует технологическое решение, которое стало неотъемлемой частью нашей реальности - спутниковый мониторинг транспорта. В работе представлены основные принципы работы спутникового мониторинга , а также перспективы его дальнейшего развития на примере общественного транспорта.

Ключевые слова: информационные технологии, спутниковый мониторинг, Единая диспетчерская служба

Современный мир движется с невероятной скоростью, и мобильность стала одной из главных составляющих нашей повседневной жизни. Транспорт играет важную роль в обеспечении этой мобильности, и для эффективного управления им существует технологическое решение, которое стало неотъемлемой частью нашей реальности - спутниковый мониторинг транспорта.

Мониторинг транспортных средств - только часть общей задачи в автоматизации процесса функционирования работы пассажирского автотранспорта. Для реализации качественного управления транспортными средствами необходимо также решение вопросов, связанных с выбором подхода к организации мониторинга, осуществляемого при прямой зависимости с такими важными факторами, как стоимость обслуживания, стоимость оборудования, обеспечение безопасности и др.

Сегодня уже накоплен достаточный опыт применения современных информационных технологий не только за рубежом, но и в городах России. Рассмотрим пример ГУП «Мосгортранс». На этом предприятии уже достаточно давно внедрены компьютерные технологии для сбора, хранения и последующей обработки информации. В автобусных парках действуют центры управления производственным процессом, используются специализированные компьютерные программы, которые обеспечивают управление ремонтными работами. Автоматизированная радионавигационная система диспетчерского управления пассажирским транспортом АСУ-Навигация от НПП «Транснавигация» с использованием данных спутникового мониторинга существенно упрощает координацию работы автобусов на городских маршрутах [1,2,3].

Спутниковый мониторинг транспорта - это система мониторинга подвижных объектов с использованием GNSS-трекеров (глобальной навигационной спутниковой системы) и технологий сотовой и/или радиосвязи. Эта система позволяет в реальном времени отслеживать и анализировать пространственные и временные координаты транспортных средств.

Большого внимания заслуживает опыт создания в Москве Единой диспетчерской службы. Реализация этого проекта позволила осуществить интеграцию информационно-коммуникационных технологий и средств автоматизации в транспортную инфраструктуру и используемые в ней транспортные средства.

Целью подобных проектов является:

- повышение уровня безопасности;
- снижение себестоимости перевозок;
- снижение ущерба при возникновении нештатных чрезвычайных ситуаций;
- снижение временных затрат на поездки;
- обеспечение возможности оптимизации способа и маршрута поездки (комбинированные маршруты, использование возможностей личного и общественного транспорта);

- повышение качества обслуживания населения;
- снижение негативного влияния транспорта на экологию.

Основные задачи при реализации подобных проектов:

- обеспечение безопасности дорожного движения;
- контроль потребления ГСМ;
- сбор статистической информации о работе автопарка;
- контроль расписания движения и соблюдения маршрута;
- определение и учет характеристик пассажиропотока;
- упрощение учета и анализа данных;
- повышение эффективности использования транспорта.

Единая диспетчерская служба позволяет осуществлять контроль работы не только каждого отдельного автобуса, но и отслеживать ситуацию на городских дорогах в целом. В первую очередь при этом должны учитываться интересы пассажиров. Такая система дает возможность выстроить перспективы использования спутникового мониторинга, представленные в рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Перспективы использования возможностей спутникового мониторинга

Данная система предназначается для оптимизации пассажирских перевозок при среднесрочном и долгосрочном планирования. Основу этой автоматизированной системы составляет сбор информации о пассажиропотоках на маршрутах в зоне город/пригород в автоматическом режиме и оперативное получение данных о пассажиропотоке в необходимом формате.

Принцип работы спутникового мониторинга транспорта довольно прост: на транспортном средстве устанавливается мобильный модуль, состоящий из приемника спутниковых сигналов, модулей хранения и передачи координатных данных. Этот модуль собирает информацию о местоположении транспортного средства и передает ее на диспетчерский пункт через сотовую или радиосвязь. Информация может передаваться в режиме онлайн, что означает дистанционную передачу координатной информации, или в режиме оффлайн, когда информация считывается по прибытии на диспетчерский пункт.

Системы спутникового мониторинга выполняют ряд важных задач. Одной из основных является определение координат местоположения, что позволяет точно знать, где находится каждое транспортное средство в данный момент. Это не только удобно, но и способствует более эффективному управлению транспортными потоками и сокращению времени в пути для конечных пользователей.

Кроме того, системы мониторинга позволяют контролировать соблюдение графика движения. Это особенно важно для логистических компаний, которые стремятся оптимизировать свои маршруты и обеспечить своим клиентам своевременную доставку. Соблюдение графика также способствует более эффективному использованию ресурсов.

Сбор статистики и оптимизация маршрутов - еще одна важная функция систем мониторинга. Собирая данные о движении, компании могут анализировать, какие маршруты наиболее эффективны, и оптимизировать их. Это позволяет сэкономить время и ресурсы, что важно как для предприятий, так и для окружающей среды.

Но спутниковый мониторинг транспорта не только о сокращении расходов и оптимизации процессов. Он также играет важную роль в обеспечении безопасности. Системы мониторинга могут предупреждать о нарушениях, аварийных ситуациях и даже угоне транспортных средств, что помогает быстро реагировать и предотвращать негативные последствия.

Спутниковый мониторинг транспорта постоянно развивается, и современные системы пятого поколения предоставляют глобальное управление транспортными потоками в реальном времени. Это позволяет компаниям и организациям экономить время, ресурсы и оптимально планировать маршруты, что в конечном итоге способствует улучшению качества обслуживания клиентов и увеличению прибыли.

Важно отметить, что в России спутниковый мониторинг транспорта основывается на функционировании российских ГЛОНАСС-спутников, что делает эту систему еще более актуальной и эффективной на территории страны.

Спутниковый мониторинг транспорта - это не просто технологическое решение, это инструмент, который меняет наше представление о управлении движением и логистике. Он помогает сделать нашу мобильность более эффективной, безопасной и удобной, и, безусловно, продолжит развиваться, отвечая на вызовы современного мира.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Междуднойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 614.88

МЕТОДИКА ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ТРАВМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Гагаринов В. Д. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается случаи, когда нужно оказывать первую медицинскую помощь и основные методы её оказания.

Ключевые слова: первая медицинская помощь, оказание, сотрудник, предприятие, состояние, случай, метод

Несчастным случаем на производстве называют случай травматического повреждения здоровья пострадавшего, который произошел при выполнении сотрудником трудовых обязанностей или работ в интересах работодателя.

К сожалению, несмотря на соблюдение техники безопасности, никакая организация труда не в состоянии полностью исключить вероятность несчастного случая на производстве. В ситуации, когда на производстве есть пострадавший (или группа пострадавших), действовать нужно незамедлительно: от реакции окружающих пострадавшего людей зависит его жизнь и здоровье. В медицине существует понятие «золотого часа», то есть промежутка времени после получения пострадавшим травмы, когда оказанная пострадавшему помощь может предотвратить его смерть. Это означает то, что чем позже человек с кровотечением (остановкой сердца, с травмой, ожогом и т.д.) получит соответствующую помощь, тем меньше вероятность его спасения и сохранения его здоровья. Однако, к сожалению, ни в одной из стран мира, в том числе и в России, невозможно моментальное прибытие медицинских работников к месту происшествия. В прямом смысле слова драгоценные для пострадавшего минуты, определяющие, продолжит ли он жить, и каким будет качество его жизни после травмы, проходят в ожидании бригады скорой медицинской помощи.

Очевидцы несчастного случая зачастую не способны выполнить несколько элементарных действий, крайне важных для человека, балансирующего между жизнью и смертью. Эти действия являются своеобразным мостом между возникновением травмы (или других состояний, угрожающих жизни) и получением медицинской помощи. В связи с высокой степенью потенциального риска получения травмы на производстве статья 228 Трудового кодекса Российской Федерации предусматривает обязанность работодателя при несчастном случае на производстве «немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию». Перечень состояний, при которых оказывается первая помощь, и Перечень мероприятий по оказанию первой помощи утверждены приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 4 мая 2012 года № 477н.[1]

К основным видам происшествий, приведших к несчастному случаю на производстве, следует относить:

- дорожно-транспортное происшествие (ДТП);
- падение с высоты;
- падение, обрушения, обвалы предметов, материалов, земли и т.п.;
- воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей;
- поражение электрическим током;
- воздействие экстремальных температур;
- воздействие вредных веществ;
- воздействие ионизирующих излучений;
- физические перегрузки;
- повреждения в результате контакта с животными, насекомыми и пресмыкающимися;

- утопление;
- убийство;
- повреждение при стихийных бедствиях и пр.

Состояния, при которых оказывается первая помощь:

- отсутствие сознания;
- остановка дыхания и кровообращения;
- наружные кровотечения;
- инородные тела в верхних дыхательных путях;
- травмы различных областей тела;
- ожоги, эффекты воздействия высоких температур, теплового излучения;
- отморожение и другие эффекты воздействия низких температур;
- отравления.

Что учесть при оказании первой помощи

Вам точно будет страшно — это нормально. Бояться будете и за себя, и за пострадавшего, и из-за того, что можете где-то допустить ошибку. Перед тем как что-то сделать, быстро спросите себя, что будет хуже: неумелое действие или бездействие. Главный принцип оказания любой помощи – не навреди. Соблюдайте его всегда. Вызвать скорую медицинскую помощь, а по возможности доставить пострадавшего в медицинскую организацию нужно незамедлительно. Оказывающий первую помощь должен знать:

- основы оказания первой помощи пострадавшим;
- перечень состояний, при которых оказывается первая помощь;
- признаки (симптомы) нарушений жизненно важных систем организма;
- правила, методы, приемы оказания первой помощи пострадавшим применительно к особенностям конкретной ситуации;
- способы транспортировки пострадавших.

Оказывающий первую помощь должен уметь:

- оценивать состояние пострадавшего, диагностировать вид, особенности поражения (травмы), определять вид необходимой первой помощи, последовательность проведения соответствующих мероприятий;
- проводить непрямой массаж сердца и искусственное дыхание;
- останавливать кровотечение путем наложения жгута, давящих повязок и т.д.;
- накладывать повязки, косынки, транспортные шины при переломах костей скелета, вывихах, тяжелых ушибах;
- оказывать помощь при поражениях электрическим током, при тепловом, солнечном ударе, при острых отравлениях;
- использовать подручные средства при оказании первой помощи пострадавшим, при переносе, погрузке, транспортировке пострадавшего;
- определять необходимость эвакуировать пострадавшего попутным (неприспособленным) транспортом;
- пользоваться аптечкой первой помощи [2].

Перечень мероприятий по оказанию ПМП:

1. Мероприятия по оценке обстановки и обеспечению безопасных условий для оказания первой помощи:

Определение угрожающих факторов для собственной жизни и здоровья; определение угрожающих факторов для жизни и здоровья пострадавшего; устранение угрожающих факторов для жизни и здоровья; прекращение действия повреждающих факторов на пострадавшего; оценка количества пострадавших; извлечение пострадавшего из транспортного средства или других труднодоступных мест; перемещение пострадавшего.

2. Вызов скорой медицинской помощи, других специальных служб

Вызов скорой медицинской помощи, других специальных служб, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом.

3. Определение сознания

Определение наличия сознания у пострадавшего.

4. Мероприятия по восстановлению проходимости дыхательных путей и определению признаков жизни у пострадавшего:

Запрокидывание головы с подъемом подбородка; выдвижение нижней челюсти; определение наличия дыхания с помощью слуха, зрения и осязания; определение наличия кровообращения, проверка пульса на магистральных артериях.

5. Мероприятия по проведению сердечно-легочной реанимации до появления признаков жизни:

Давление руками на грудину пострадавшего; искусственное дыхание «Рот ко рту»; искусственное дыхание «Рот к носу»;

6. Мероприятия по поддержанию проходимости дыхательных путей:

Придание устойчивого бокового положения; запрокидывание головы с подъемом подбородка; выдвижение нижней челюсти.

7. Мероприятия по обзорному осмотру пострадавшего и временной остановке наружного кровотечения:

Обзорный осмотр пострадавшего на наличие кровотечений; пальцевое прижатие артерии; наложение жгута; максимальное сгибание конечности в суставе; прямое давление на рану; наложение давящей повязки.

8. Мероприятия по подробному осмотру пострадавшего в целях выявления признаков травм, отравлений и других состояний, угрожающих его жизни и здоровью, и по оказанию первой помощи в случае выявления указанных состояний:

Проведение осмотра головы; проведение осмотра шеи; проведение осмотра груди; проведение осмотра спины; проведение осмотра живота и таза; проведение осмотра конечностей; наложение повязок при травмах различных областей тела, в том числе окклюзионной (герметизирующей) при ранении грудной клетки; проведение иммобилизации (с помощью подручных средств, аутоиммобилизация, с использованием медицинских изделий (в соответствии с утвержденными требованиями к комплектации медицинскими изделиями аптечек (укладок, наборов, комплектов) для оказания первой помощи); фиксация шейного отдела позвоночника (вручную, подручными средствами, с использованием медицинских изделий (в соответствии с утвержденными требованиями к комплектации медицинскими изделиями аптечек (укладок, наборов, комплектов) для оказания первой помощи); прекращение воздействия опасных химических веществ на пострадавшего (промывание желудка путем приема воды и вызывания рвоты, удаление с поврежденной поверхности и промывание поврежденной поверхности проточной водой); местное охлаждение при травмах, термических ожогах и иных воздействиях высоких температур или теплового излучения; термоизоляция при отморожениях и других эффектах воздействия низких температур.

9. Придание оптимального положения тела

10. Контроль состояния пострадавшего и оказание психологической поддержки

Контроль состояния пострадавшего (сознание, дыхание, кровообращение) и оказание психологической поддержки.

11. Передача пострадавшего бригаде скорой медицинской помощи, другим специальным службам

Передача пострадавшего бригаде скорой медицинской помощи, другим специальным службам, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом.[3]

Методические рекомендации. «Оказание первой помощи»

Сердечно-легочная реанимация у взрослых.

1. Отступите 3-4 см. выше мечевидного отростка грудины.

2. Повернув голову на бок, освободите дыхательные пути.

3. Выполните 2 вдоха ч/з специальное устройство.

4. Внимание:

-вызовите экстренные службы по № 112 до оказания помощи;

-освободите грудную клетку от одежды;

-чередуйте 30 компрессий и 2 вдоха;

-перед проведением вдохов зажмите нос пострадавшего и разогните голову.

-сжимайте грудную клетку на 4-5 см.;

-контролируйте пульс и дыхание;

-продолжайте реанимацию до прибытия медиков.

Способ остановки артериального кровотечения.

1.Артериальное кровотечение сопровождается пульсирующим излитием крови.

2.Прижмите через салфетку пальцами место кровотечения.

3.Затяните жгут выше места кровотечения на конечностях до прекращения кровотечения.

4.Наложите стерильную повязку на рану.

Внимание:

-накладывайте жгут только при артериальном кровотечении;

-накладывайте жгут выше раны на 8-10см.;

-подложите под жгут марлевую салфетку или ткань;

Способ остановки венозного кровотечения.

1.При венозном кровотечение кровь стекает с краёв раны.

2.Закройте рану стерильными салфетками и туго забинтуйте.

Внимание:

-не накладывайте жгут при венозном кровотечении;

-не промывайте рану водой или другими растворами;

-придайте конечности возвышенное положение и приложите холод к ране.

Иммобилизация переломов. Для проведения иммобилизации примените подручные средства (картон,журнал, ветки деревьев, спортивный инвентарь,пластиковая бутылка, валик из одежды), возможна фиксация повреждённой конечности к туловищу или к здоровой конечности.

Внимание:

-при иммобилизации переломов конечностей фиксируйте смежные суставы;

-не производите грубых и резких движений повреждённой конечностью;

-при иммобилизации шеи добейтесь неподвижности головы пострадавшего.

Первая помощь при ожогах.

1. При ожогах без нарушения целостности ожоговых пузырей – охладить прохладной Водой и наложить стерильную повязку.

2. При ожогах с нарушением целостности пузырей – наложить стерильную повязку.

Внимание:

-не обрабатывайте ожоги маслом, кремом, жиром.

-не растирайте ожоговые поверхности снегом, не прикладывайте лёд;

-не пытайтесь удалить пригоревшую одежду.

Правила обесточивания пострадавшего.

1. Надеть диэлектрические перчатки, резиновые боты.

2. Взять изолирующую штангу и сбросить провод с пострадавшего, оттащить его за одежду на расстояние не менее 8 метров от провода.

Внимание:

-нельзя приступать к оказанию помощи, не освободив пострадавшего от действия электрического тока;

-нельзя отрывать подошвы от поверхности земли, делать широкие шаги, бежать(передвигайтесь гусиным шагом).

Первая помощь при отравлениях.

1. Препараты мышьяка. Пути проникновения: кожа, желудок, дыхательные пути. Симптомы: боли в животе, рвота, повышенная температура, падение артериального давления. Первая помощь: промыть желудок, вызвать скорую помощь.

2. Хлорорганические и фосфорорганические препараты: пути проникновения: желудочно-кишечный тракт, кожа, дыхательные пути. Симптомы: тошнота, рвота, боли в животе, головные боли, гиперсаливация, нервные расстройства, обморок, потеря сознания. Первая помощь: вызов скорой помощи, промывание желудка, активированный уголь, слабительное.

3. Ртутно-органические соединения. Пути проникновения: дыхательные пути, желудок, кожа. Симптомы: рвота, раздражение кожи, поражение печени и почек. Первая помощь: искусственная рвота, промывание желудка, скорая помощь [4].

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Технические средства по обеспечению электробезопасности в сетях до 1000 В / П. Н. Солонщиков, О. В. Солонщикова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 195-198.
2. Шевченко, А. В. Экспериментальное изучение смесительной установки в режиме перемешивания / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 229-231.
3. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. Установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке: заявл. 26.05.2025: опубл. 24.11.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, В. Е. Саитов, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
4. Патент № 2836811 C1 Российская Федерация, МПК B01F 23/50, A01J 11/00. Установка для приготовления жидких кормовых смесей : заявл. 19.04.2024 : опубл. 24.03.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
5. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
6. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.
7. Толстоухова, И. А. Обзор модуля пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 155-158.

УДК 631.861

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА С РАЗЛИЧНЫМИ РАБОЧИМИ КОЛЁСАМИ

Галкин О. С. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор результатов испытания центробежного насоса с различными рабочими колёсами.
Ключевые слова: насос, рабочее колесо, напор, производительность, потребляемая мощность, измерение

Качество изделия определяется в основном его потребительскими свойствами, а технические параметры, например подача, удельная работа нагнетания, полезная мощность и КПД рабочей машины - насоса, характеризуют эксплуатационные свойства. Параметры эти часто определяют по-разному. Для обоснования единых требований измерения, испытания и приемки были разработаны технические условия поставки и правила измерения. Эти правила записаны в стандарте ГОСТ 6134-2007 «Насосы динамические. Методы испытаний». Исходя из научных критериев и методов в стандарте определен объект и порядок проведения испытаний и оценки результатов [1-4].

Во время испытаний следует соблюдать погрешности измерения определяемых величин в допустимых пределах. Точки измерения выбирают таким образом, чтобы показания соответствовали фактическим в процессе эксплуатации.

В процессе испытаний проверяют режимы работы насоса. При этом выделяют такие параметры, по которым можно судить об экономичности и эксплуатационной надежности насосов. Иначе говоря, речь идет о следующих параметрах: подача, как объемный или массовый поток жидкости; удельная работа нагнетания, напор или давление в напорном патрубке; частота вращения вала насоса; мощность насоса и кавитационный запас.

Все измеряемые величины считывают при установившемся режиме работы.

В качестве объекта для научно-исследовательской работы был выбран лопастной центробежный насос марки НЛЦ-6 производства ЗАО ОКБ «Молочные машины Русских» город Киров. С целью установления рабочих характеристик его процесса 6-24 июля 2011 г. были проведены экспериментальные исследования, целью которых являлось определение основных рабочих характеристик насоса (напор, расход, мощность и КПД), с использованием рабочих колёс разной конструкции. При этом проведены испытания насосов марок: НЦУ-6, НМУ-6 (смеситель) и Г2-ОПБ для сравнения характеристик с опытным образцом насоса марки НЛЦ.

Для проведения данных испытаний был разработан и собран стенд для снятия рабочих характеристик насосов центробежного типа (рис 3.1).

Характеристики каждого из колес представлена на рисунках 1, 2, 3 и 4.

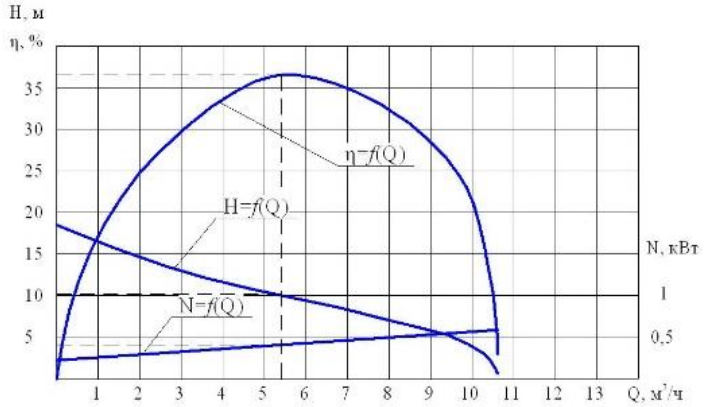


Рисунок 1 – Рабочее колесо с 4-мя криволинейными лопастями с прямым входом

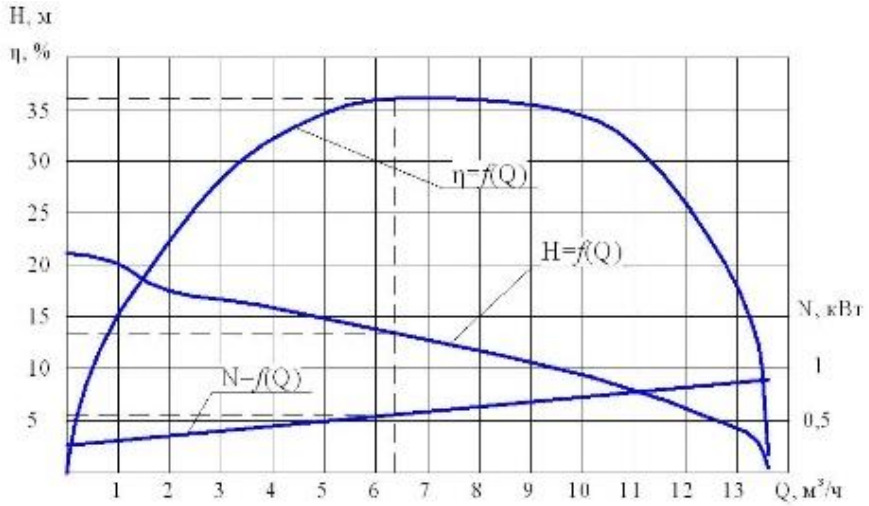


Рисунок 2 – Рабочее колесо с 4-мя прямыми лопастями

Предварительный анализ напорно-расходной характеристики данных колёс показывает, что рабочее колесо с прямыми лопатками (рисунок 2) и колесо с 4-мя криволинейными лопатками и прямым входом (рисунок 3), обладают наилучшими показателями. Помимо полученных показателей ещё необходимо определить кавитационный запас.

Для дальнейшего рассмотрения необходимо проанализировать конструктивные схемы рабочих колёс, обладающих наилучшими показателями.

Для колеса (рисунок 4) характерной особенностью является вход в колесо прямыми лопастями, а на выходе криволинейными, есть предположение, что выполненная конструкция позволяет жидкости входить без удара, то есть стабилизируется работа от входа к выходу. Таким образом есть возможность проверить вариант конструкции: прямые лопасти на входе (изменение длины лопастей, диаметр входа), либо прямые лопасти на выходе, а криволинейные на входе.

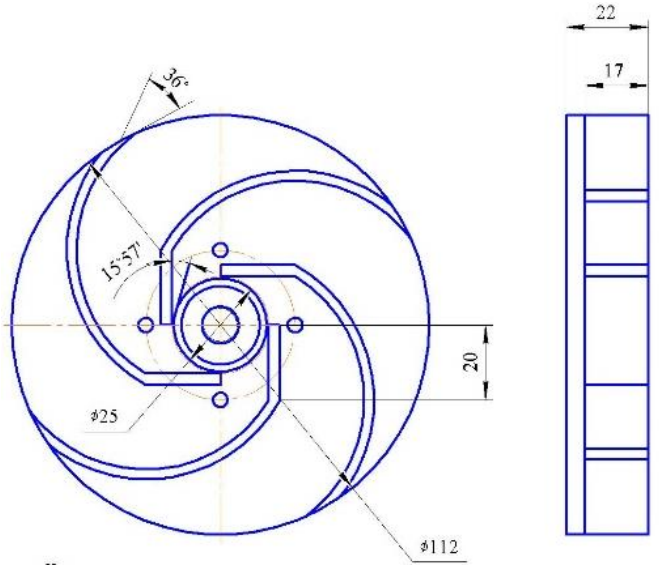


Рисунок 3 – Схема рабочего колеса с 4-мя криволинейными лопастями с прямым входом

Для колеса (рис .4) помимо высоты лопаток, есть наклон на некоторый угол к плоскости диска, есть предположение, что за счёт этого угла можно проверить работу насоса, то есть улучшить его напорно-расходные характеристики. Поэтому таким образом можно обосновать угол наклона лопатки к лопастному диску.

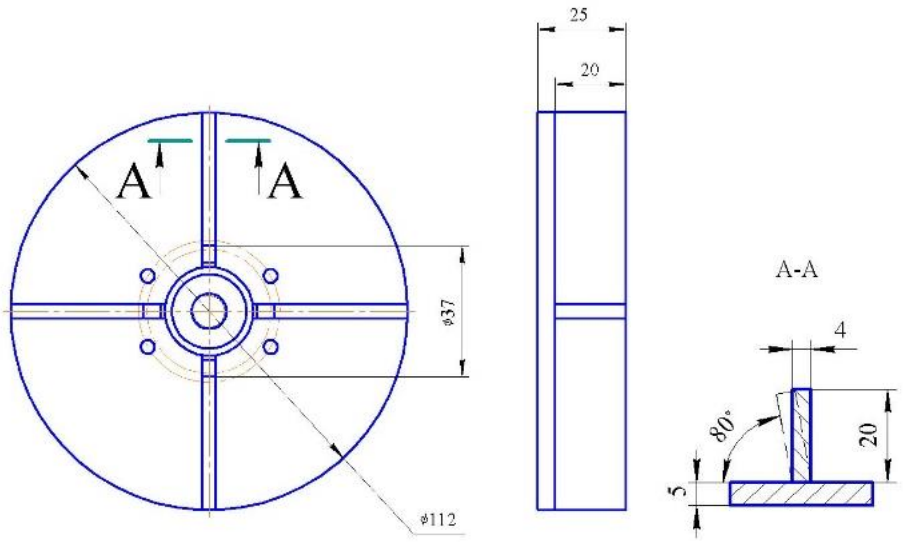


Рисунок 4 – Схема рабочего колеса с 4-мя прямыми лопастями

В обоих случаях есть необходимость обоснования высоты рабочего колеса, от которого зависит конструкция корпуса (объём рабочей камеры), так как в нашем случае колёса имеют очень большую высоту и зазор между корпусом у них невелик. Данный недостаток приводит к тому, что давление в корпусе начинает увеличиваться, тем самым идёт большая нагрузка на уплотнения, что в свою очередь приводит к утечкам и потерям. Так же с конструктивной точки зрения не рационально использовать большой запас металла, который в свою очередь усложняет конструкцию. Выход в данном случае заключается в усовершенствовании корпуса насоса, поэтому есть необходимость совершенствования отвода корпуса, для возможного совершенствования рабочего процесса.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Оптимизация параметров и режимов работы смесителя жидких кормов при периодическом внесении компонентов / П. Н. Солонщиков // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Киров, 20 декабря 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 239-244.
2. Шевченко, А. В. Методика исследования гидравлических характеристик смесительной установки в режиме насоса / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 220-224. – EDN VOCDAK.
3. Шевченко, А. В. Экспериментальное изучение смесительной установки в режиме перемешивания / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 229-231. – EDN QGKTKH.
4. Шевченко, А. В. Обзор насосного оборудования для обеспечения водоснабжения ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. –С. 171-174.

УДК 006.91

Д.И. МЕНДЕЛЕЕВ - ОСНОВОПОЛОЖНИК СОВРЕМЕННОЙ МЕТРОЛОГИИ

Гатин М.А. – студент 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия.

Аннотация. В статье исследуется многогранная деятельность выдающегося русского учёного Д. И. Менделеева в области метрологии. Рассматривается переход от описательного этапа развития мер и весов к фундаментальному научно-исследовательскому подходу. Особое внимание уделено созданию Главной палаты мер и весов, разработке платиноиридиевых эталонов и законодательным инициативам учёного. Анализируется влияние метрологических реформ Менделеева на индустриальное развитие России и интеграцию национальной экономики в мировую систему.

Ключевые слова: Д. И. Менделеев, эталоны, метрология, Главная палата мер и весов, единство измерений, рационализм, государственная система мер.

Введение. Творческое наследие Дмитрия Ивановича Менделеева традиционно ассоциируется с открытием Периодического закона химических элементов. Однако, масштаб личности учёного-энциклопедиста позволял ему успешно реализовывать фундаментальные преобразования в самых разных областях человеческого знания. Одной из наиболее значимых, стратегически важных сфер его деятельности стала метрология.

В последней четверти XIX века Российская империя вступила в фазу бурного промышленного роста. Строительство железных дорог, развитие машиностроения и международной торговли требовали предельной точности и единообразия измерений. Существовавшая на тот момент система национальных мер (аршины, фунты, ведра) была архаичной, а точность имевшихся образцов не выдерживала критики. Именно в этот критический момент, в 1892 году, Д. И. Менделеев принял предложение возглавить Депо образцовых мер и весов, поставив перед собой задачу — превратить «искусство измерения» в строгую государственную науку. От административного учёта к фундаментальной науке. До прихода Д.И. Менделеева Депо образцовых мер и весов было скорее архивом или складом, где хранились эталоны прошлых лет. Учёный сразу же осознал, что метрология не может ограничиваться простым хранением и копированием образцов. В 1893 году по его инициативе Депо было преобразовано в Главную палату мер и весов. Это стало точкой отсчёта для всей современной метрологической службы России.

Менделеев сформулировал принципиально новую концепцию деятельности Палаты. Она должна была стать не только контролирующим органом, но и мощным научно-исследовательским институтом. Под его руководством были созданы специализированные лаборатории: весовая, манометрическая, термометрическая, электрическая и фотометрическая. Учёный понимал, что без развития физико-математической базы невозможно обеспечить требуемую точность. Его знаменитый тезис — «Наука начинается с тех пор, как начинают измерять» — лёг в основу философии нового учреждения.

Создание государственных эталонов нового поколения. Одной из самых трудоёмких и наукоемких задач, решённых Менделеевым, стало воссоздание системы национальных эталонов. В отличие от своих предшественников, Дмитрий Иванович подошёл к вопросу с точки зрения фундаментальной физики. Он понимал, что эталон должен быть инвариантным, то есть сохранять свои свойства десятилетиями.

Для изготовления новых эталонов фунта и аршина был выбран сплав платины (90%) и иридия (10%). Этот материал обладал исключительной твёрдостью, коррозионной стойкостью и минимальным коэффициентом теплового расширения. Работа велась в тесном сотрудничестве с Международным бюро мер и весов в г. Севре (Франция). Менделеев лично курировал процесс отливки и последующих сличений.

Результатом этой многолетней работы стало появление в 1898 году новых российских эталонов, которые по точности исполнения и стабильности характеристик считались лучшими в мире на тот период. Создание этих «образцов» позволило России не просто

навести порядок в измерениях, но и встать в один ряд с ведущими технологическими державами того времени. Законодательная реформа 1899 года и государственная служба. Параллельно с научной работой Менделеев вёл активную государственную деятельность. Он понимал, что научные достижения останутся в лабораториях, если не будут закреплены законодательно. В 1899 году было принято разработанное им «Положение о мерах и весах». Этот закон стал вехой в истории отечественного права и экономики. Основные нововведения включали:

1. Признание новых эталонов: Платиноиридиевые фунт и аршин стали официальной точкой отсчёта для всей страны.

2. Допущение метрической системы: Менделеев, будучи сторонником международного сотрудничества, добился разрешения на факультативное (добровольное) использование килограмма и метра в торговле и промышленности. Это был гениальный тактический ход, который позволил экономике плавно адаптироваться к мировым стандартам без социальных потрясений.

3. Создание системы поверочных палаток: По всей России начали открываться пункты государственной поверки весов и мер. Это была первая в мире столь масштабная и централизованная система метрологического надзора, защищавшая права потребителей и честную конкуренцию.

Метрология как связующее звено между физикой и химией. Для Менделеева-химика метрология была ключом к разгадке тайн материи. Работа над Периодическим законом требовала идеальной точности в определении атомных весов. Позже, работая в Главной палате, он использовал свой опыт для создания уникальных приборов.

Так, им были сконструированы сверхточные весы для взвешивания газов, разработана методика определения плотности воды и спирта, что имело колоссальное значение для акцизного ведомства, созданы новые типы манометров. Его исследования «О сопротивлении жидкостей и о воздухоплавании» базировались на филигранных измерениях давления и температуры. Метрология в руках Менделеева превратилась из узкой дисциплины в универсальный метод познания природы.

Метрологическое наследие и современность. Вклад Д. И. Менделеева невозможно переоценить. Он создал «метрологическую инфраструктуру» великой державы. Даже после Октябрьской революции 1917 года декрет о введении метрической системы базировался на тех данных и тех эталонах, которые подготовил Д.И. Менделеев. Сегодня преемником его идей является Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева (ВНИИМ). Институт не только хранит уникальный кабинет-музей учёного, но и продолжает развивать его подходы в эпоху нанотехнологий, цифровизации и искусственного интеллекта. Современные эталоны теперь основываются на фундаментальных физических константах (квантовая метрология), но сама концепция единства и точности измерений как залога прогресса была заложена именно Менделеевым.

Заключение. Подводя итог, следует отметить, что Дмитрий Иванович Менделеев совершил в метрологии подлинную революцию. Он вывел её из области прикладного ремесла в ранг высокой науки. Благодаря его воле и интеллекту Россия обрела современную измерительную систему, ставшую фундаментом для индустриализации и научного лидерства. Физические величины системы СИ применяется уже во всем мире, за исключением Соединенных Штатов Америки, но реформа по увеличению точности как эталонов, так и средств измерений продолжается до сих пор.

Менделеев-метролог показал пример того, как фундаментальная наука может и должна служить интересам государства. Его деятельность — это симбиоз глубокого теоретического поиска и практической пользы, что делает его фигуру непреходящим ориентиром для будущих поколений исследователей.

Литература

1. Менделеев, Д. И. Избранные труды по метрологии / Ред. кол. под пред. акад. М. А. Тюрина. — Л.: Госстандарт, 1961.
2. Гирич, А. Л., Коротин, Е. К. Менделеев и государственная служба мер и весов. — СПб.: Изд-во ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 1999.
3. Кузнецов, И. В. Люди русской науки. Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники. — М.: Физматлит, 1961.
4. ВНИИМ им. Д. И. Менделеева. Официальный портал: История и современность [Электронный ресурс]. — URL: http://www.vniim.ru/history.html (дата обращения: 30.03.2024).
5. Гущин, С. Н. Повышение качества продукции на машиностроительных предприятиях / С. Н. Гущин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение". Сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2014 года / Редколлегия: Лиханов В.А., Бурдин А.М., Лопатин О.П. Том Выпуск 15. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 91-96.
6. Гущин, С. Н. Повышение качества измерительного процесса на машиностроительных предприятиях / С. Н. Гущин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение". Сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2014 года / Редколлегия: Лиханов В.А., Бурдин А.М., Лопатин О.П. Том Выпуск 15. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 86-90.
7. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность отработавших газов / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, С. Н. Гущин, А. В. Зонов // Актуальные проблемы инженерного обеспечения АПК: международная научно-практическая конференция: сборник научных трудов / ред.-изд. совет: Дугин П. И. (гл. ред.) и др. – Ярославль: ЯГСХА, 2006. – С. 95-100. – EDN YOEMC.
8. Создание новых видов спиртосодержащих топлив / В. А. Лиханов, С. А. Плотников, С. Н. Гущин, В. В. Лунева // Новые топлива с присадками: II Международная научно-практическая конференция, Санкт-Петербург, 18–21 июня 2002 года / Академия Прикладных Исследований. – Санкт-Петербург: Академия Прикладных Исследований, 2002. – С. 367g-367l.
9. Гущин С.Н. Влияние состава спиртосодержащего топлива на показатели процесса топливоподачи / С. А. Плотников, С. Н. Гущин, С. Р. Лебедев // Двигателестроение. – 2004. – № 3(217). – С. 43-45.
10. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность отработавших газов / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, С. Н. Гущин, А. В. Зонов // Актуальные проблемы инженерного обеспечения АПК: международная научно-практическая конференция: сборник научных трудов / ред.-изд. совет: Дугин П. И. (гл. ред.) и др. – Ярославль: ЯГСХА, 2006. – С. 95-100.
11. Гущин С.Н. Разработка эффективных спиртовых топлив / С. А. Плотников, С. Н. Гущин // Здоровье - питание - биологические ресурсы: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения академика Н.В. Рудницкого, Киров, 02–04 июля 2002 года / Российская академия сельскохозяйственных наук, Северо-Восточный научно-методической центр, Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого; Редакционная коллегия: В.А. Сысуев, В.А. Фигурин, П.А. Савиных, В.М. Кузнецов, М.И. Пономарева. Том 2. – Киров: ГНУ Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства северо-востока имени Н.В. Рудницкого, 2002. – С. 252-258.
12. Гущин, С. Н. Особенности хрупкого разрушения сталей в условиях низких температур / С. Н. Гущин, М. С. Поярков // Информационно-технологический вестник. – 2021. – № 1(27). – С. 143-148.

УДК 006.91

ИССЛЕДОВАНИЯ И НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Горбунов М.Д. – студент 2 курса института инженерии и агробиотехнологии.
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия.

Аннотация: В статье рассматривается многогранная научная и практическая деятельность Д.И. Менделеева. Основное внимание уделено не только открытию Периодического закона, но и его вкладу в развитие метрологии, физической химии, инженерного дела и освоения Арктики. Анализируется значение трудов ученого для формирования фундамента современной российской науки и техники.

Ключевые слова: Д. И. Менделеев, Периодический закон, метрология, гидратная теория, воздухоплавание, ледокол «Ермак», научное наследие.

Введение Дмитрий Иванович Менделеев вошел в историю как ученый-энциклопедист, чей масштаб личности позволил реализовать фундаментальные преобразования в самых разных областях знания. Его деятельность охватывала химию, физику, метрологию, экономику и даже военное дело. Для современной науки наследие Менделеева является не просто историческим фактом, а фундаментом, на котором строятся современные технологические процессы и системы стандартизации. Целью данной работы является анализ ключевых достижений ученого и их влияния на прогресс человечества.

От административного учёта к фундаментальной науке. Главным достижением Менделеева, принесшим ему мировую славу, стало открытие в 1869 году Периодического закона химических элементов. В отличие от предшественников, Менделеев не просто систематизировал известные элементы по атомному весу, но и выявил глубокую зависимость их свойств от структуры. Важнейшим аспектом этой работы стала предсказательная сила системы: ученый оставил «пустые клетки» для еще не открытых элементов (галлия, скандия, германия), детально описав их свойства. Триумфальное открытие этих элементов при жизни автора подтвердило истинность закона. Итогом педагогической и научной деятельности стал учебник «Основы химии», ставший на десятилетия классическим пособием для ученых всего мира. Создание государственных эталонов нового поколения. Деятельность Менделеева в Главной палате мер и весов ознаменовала переход от описательного этапа к научному подходу в измерениях. Ученый понимал, что без единства измерений невозможен индустриальный рост. Под его руководством были изготовлены новые платиново-иридиевые эталоны фунта и аршина, признанные одними из самых точных в мире. Важнейшей вехой стало принятие закона «О мерах и весах» (1899 г.), который ввел обязательную поверку приборов. Это позволило интегрировать российскую экономику в мировую систему и обеспечило точность в промышленном производстве. Законодательная реформа 1899 года и государственная служба. Менделеев внес существенный вклад в изучение природы растворов, разработав гидратную теорию. Согласно его взглядам, растворение — это не механическое смешивание, а сложный химический процесс взаимодействия между растворителем и растворенным веществом. Стоит отметить, что в массовом сознании часто встречается миф об «изобретении водки» Менделеевым. Однако научные исследования ученого в этой области были направлены исключительно на изучение удельных весов растворов спирта и воды для нужд химии и акцизной службы, что лишний раз подчеркивает его рациональный и государственный подход. Метрология как связующее звено между физикой и химией. Инженерный гений Менделеева проявлялся в решении сложнейших технических задач:

Воздухоплавание: В 1887 году ученый совершил полет на аэростате для наблюдения солнечного затмения. Особенностью стало то, что Менделеев летел один, без пилота, самостоятельно управляя аппаратом на высоте более 3 км.

Освоение Севера: Менделеев был горячим сторонником освоения Северного морского пути. Он принимал активное участие в проектировании «Ермака» — первого в мире ледокола арктического класса, считая, что будущее России связано с изучением северных

морей. Военная инженерия: В кратчайшие сроки ученый разработал состав бездымного пороха (пироколлодия), который по своим характеристикам превосходил зарубежные аналоги, обеспечивая стабильность и безопасность стрельбы.

Заключение. Дмитрий Иванович Менделеев был не только гениальным теоретиком, но и практиком, чьи идеи опережали свое время. Его вклад в метрологию, химию и инженерию заложил основу для индустриализации страны. Сегодня, продолжая дело великого ученого, мы опираемся на заложенные им принципы точности, системности и научного поиска. Наследие Менделеева остается живым источником вдохновения для новых поколений исследователей.

Литература

1. Гирич А. Л. Менделеев и государственная служба мер и весов. — СПб.: Изд-во ВНИИМ, 1999.
2. Бабаев Е. П. Дмитрий Иванович Менделеев: биография. — М.: МГУ, 2004.
3. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность отработавших газов / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, С. Н. Гущин, А. В. Зонов // Актуальные проблемы инженерного обеспечения АПК: международная научно-практическая конференция: сборник научных трудов / ред.-изд. совет: Дугин П. И. (гл. ред.) и др. – Ярославль: ЯГСХА, 2006. – С. 95-100. – EDN YOEMC.
4. Создание новых видов спиртосодержащих топлив / В. А. Лиханов, С. А. Плотников, С. Н. Гущин, В. В. Лунева // Новые топлива с присадками: II Международная научно-практическая конференция, Санкт-Петербург, 18–21 июня 2002 года / Академия Прикладных Исследований. – Санкт-Петербург: Академия Прикладных Исследований, 2002. – С. 367g-367l.
5. Гущин С.Н. Влияние состава спиртосодержащего топлива на показатели процесса топливоподачи / С. А. Плотников, С. Н. Гущин, С. Р. Лебедев // Двигателестроение. – 2004. – № 3(217). – С. 43-45.
6. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность отработавших газов / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, С. Н. Гущин, А. В. Зонов // Актуальные проблемы инженерного обеспечения АПК: международная научно-практическая конференция: сборник научных трудов / ред.-изд. совет: Дугин П. И. (гл. ред.) и др. – Ярославль: ЯГСХА, 2006. – С. 95-100.
7. Гущин С.Н. Разработка эффективных спиртовых топлив / С. А. Плотников, С. Н. Гущин // Здоровье - питание - биологические ресурсы: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения академика Н.В. Рудницкого, Киров, 02–04 июля 2002 года / Российская академия сельскохозяйственных наук, Северо-Восточный научно-методической центр, Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого; Редакционная коллегия: В.А. Сысуев, В.А. Фигурин, П.А. Савиных, В.М. Кузнецов, М.И. Пономарева. Том 2. – Киров: ГНУ Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства северо-востока имени Н.В. Рудницкого, 2002. – С. 252-258.
8. Гущин, С. Н. Особенности хрупкого разрушения сталей в условиях низких температур / С. Н. Гущин, М. С. Поярков // Информационно-технологический вестник. – 2021. – № 1(27). – С. 143-148.
9. Гущин, С. Н. Повышение качества измерительного процесса на машиностроительных предприятиях / С. Н. Гущин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение". Сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2014 года / Редколлегия: Лиханов В.А., Бурдин А.М., Лопатин О.П. Том Выпуск 15. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 86-90.

УДК 631.861

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА УБОРКИ И УДАЛЕНИЯ ПТИЧЬЕГО ПОМЁТА

Городилов И. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор процесса утилизации птичьего помета, и продолжена установка для его прессования

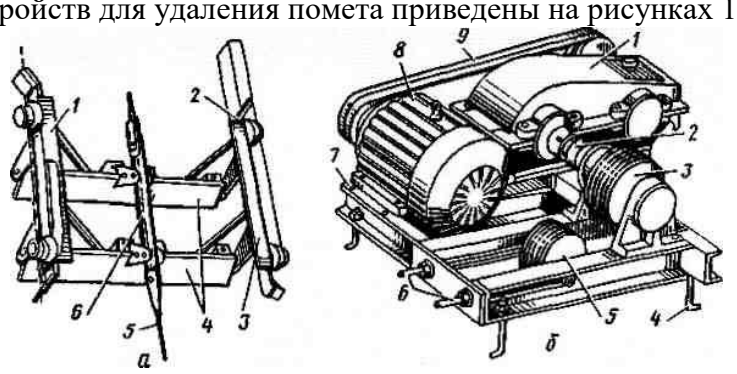
Ключевые слова: помет, проект, установка, прессование, утилизация, масса, птицефабрики, птицеводство

Концентрация производства яиц и мяса птицы в крупных птицеводческих хозяйствах привела к резкому увеличению массы помета, сосредоточенного на ограниченной производственной площади. Современная крупная птицефабрика ежедневно дает такое количество помета, которое можно приравнять примерно производительности канализационной системы города с населением 100 тыс. человек. Поэтому оборудование для уборки и переработки помета должно обеспечивать регулярное его удаление по строго заданному режиму. Накапливать в птичнике большое количество помета нежелательно [1,2,3,4,5,6,7,8].

Для уборки помета из-под клеточных батарей и решетчатых настилов птичников применяются канатно-скребковые устройства периодического действия. Недостатками таких устройств применительно к многоярусным клеточным батареям являются необходимость устройства на каждом ярусе пометного настила из армированного стекла, асбошиферных листов или шлакоситала, а также интенсивное разрушение троса и других металлических деталей и конструкций клеток под действием агрессивной среды.

Для транспортировки помета из птичников и его погрузки в транспортные средства применяют скребковые транспортеры типа ТСН-3,ОБ, ТСН-160 и др. В последнее время имеется опыт использования для уборки помета широкозахватных ленточных транспортеров.

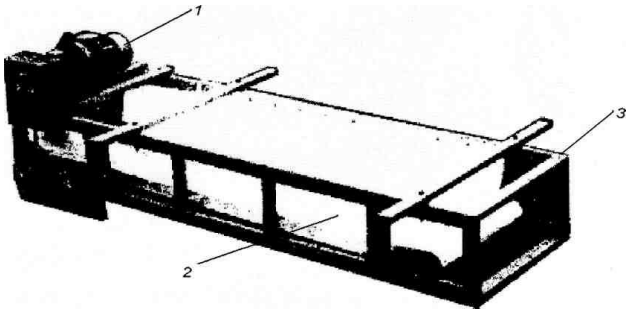
Примеры устройств для удаления помета приведены на рисунках 1, 2, 3.



а - скребковая тележка: 1 - упор; 2 - колесо; 3 - рама; 4 - скребки; 5 - канат, 6 - тяга; б - приводная станция: 1 - редуктор, 2 - вал, 3 - приводной барабан; 4 - анкерный болт, 5 - натяжной барабан; 6 - натяжные винты; 7 - рама; 8 - электродвигатель, 9 - клиноременная передача

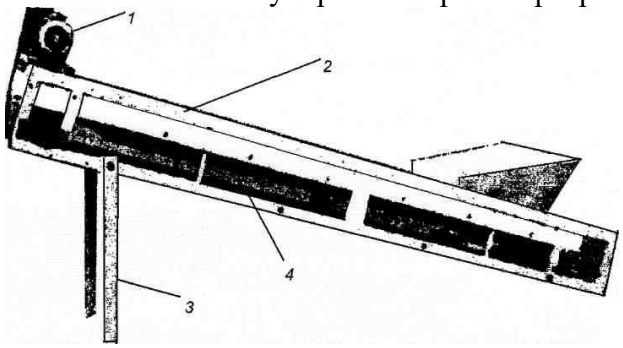
Рисунок 1 – Скребковый транспортер ТСН-160

При содержании птицы на глубокой подстилке помет убирают бульдозерами ПЭ-0,8Б, ПБ-35, Д-579 и др. Далее помет попадает на транспортер для дальнейшего удаления его из птичника. На предприятии ЗАО «Уралбройлер» для этой цели применяются ленточные пометоуборочные транспортеры ОМА-405.



1 – приводное устройство; 2 – лента; 3 – рама.
Рисунок 2 – Транспортер пометоуборочный ОМА-405

При непосредственной выгрузке помета из птичника в автотранспортное средство для вывоза помета за территорию птицефабрики на предприятии ЗАО «Уралбройлер» применяются наклонные ленточные пометоуборочные транспортеры ОМА-416.



1 – приводное устройство; 2 – рама; 3 – упоры; 4 – лента.
Рисунок 2.3 – Транспортер пометоуборочный ленточный наклонный ОМА-416

Для транспортировки помета вне птичника применяют тракторные прицепы 2-ПТС-4М, 2-ПТС-6 и другой самосвальный автотранспорт.

Из вышеперечисленного следует, что технологическая схема уборки помета на предприятии выглядит следующим образом (рисунок 4).

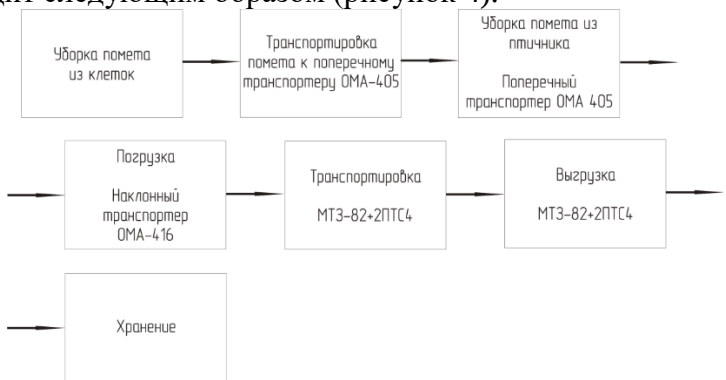
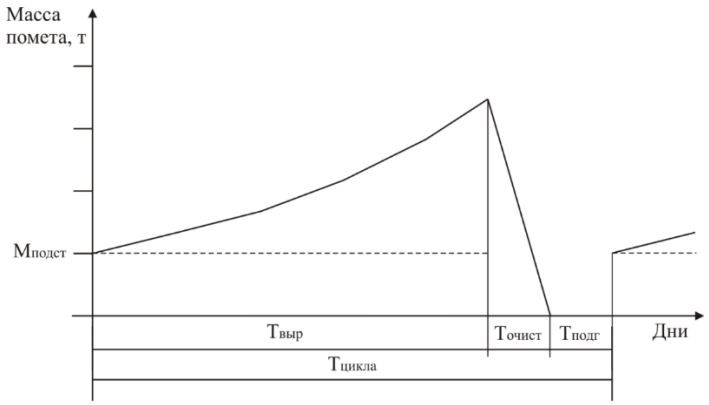


Рисунок 4 – Схема удаления помета

Самый рациональный способ утилизации птичьего помета — его переработка и использование в качестве удобрений, добавки к корму, топлива. В первом случае необходимо, чтобы время хранения помета до высушивания не превышало трех дней. Поэтому необходимо проектировать комплексные линии уборки, транспортировки и утилизации помета.

Для расчета необходимо знать количество помета, которое нужно переработать, рассчитаем массу помета.

Птичники с напольным содержанием птицы очищаются от помета периодически в соответствии с рисунком 5



$T_{выр}$ – время выращивания птицы, 40-45 дней; $T_{очист}$ – время очистки птичника от помета, 1-2 дня; $T_{подг}$ – время подготовки птичника к следующей партии птицы, 1-2 дня; $T_{цикл}$ – время полного цикла, 45-50 дней.

Рисунок 5 – График накопления помета в птичнике

Из анализа технологии переработки птичьего помета сделано заключение о целесообразности его прессования и приготовления брикетов. Это повысит экологическую безопасность и позволит использовать помет в различных целях.

Литература

1. Бякова, О. В. Иммунобиохимический статус свиней при содержании на различных полах / О. В. Бякова, Л. В. Пилип // Иппология и ветеринария. – 2019. – № 4 (34). – С. 67-73.
2. Пилип, Л. В. Анализ экологических рисков отрасли свиноводства в Кировской области / Л. В. Пилип // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 1. – С. 1.
3. Пилип, Л. В. Химический метод устранения запахов в промышленном свиноводстве / Л. В. Пилип, М. Э. Казакова // Бутлеровские сообщения. – 2020. – Т. 62, № 4. – С. 88-93.
4. Пилип, Л. В. Анализ экологических рисков отрасли свиноводства в Кировской области / Л. В. Пилип // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 1 (3). – С. 1.
5. Пилип, Л. В. Выбор средства обучения – залог успеваемости студента в вузе / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Воронеж, 15–17 ноября 2017 года / под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, Н. М. Дерканосовой, В. А. Гулевского. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2017. – С. 309-312.
6. Пилип, Л. В. Научно-исследовательская работа как составляющая образовательного процесса в ВУЗе / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : сборник статей международной научно-практической конференции, Киров, 12–13 марта 2018 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – С. 143-147.
7. Пилип, Л. В. Новые подходы к дезодорации свиного навоза / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина // Иппология и ветеринария. – 2018. – № 4 (30). – С. 99-106.
8. Пилип, Л. В. Отходы свиноводческих комплексов - проблемы, пути решения / Л. В. Пилип, Т. Я. Ашихмина // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 04–06 декабря 2017 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2017. – Кн. 2. – С. 180-183.
9. Пилип, Л. В. Промышленные свинокомплексы как источники загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина, Т. Я. Ашихмина // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2021. – № 5 (51). – С. 88-91.

УДК 621.81.004.67

АЭРОДИНАМИКА В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Городилов С. Л. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрена такая научно-техническая отрасль как «Аэродинамика в автомобилестроении». Представлены виды аэродинамических сил действующие на современных автомобилях и способы, приспособления для ее замера.

Ключевые слова: автомобиль, аэродинамика, аэротруба, воздушный поток

Аэродинамическое сопротивление. Коэффициент аэродинамического сопротивления описывает аэродинамическое поведение кузова автомобиля в воздушном потоке. Умножая его на динамическое давление воздушного потока и на площадь поперечного сечения автомобиля получаем аэродинамическое сопротивление.

Подъемная сила. Вследствие криволинейной формы крыши автомобиля скорость воздушного потока, обтекающего эту поверхность, выше скорости потока в области днища. Это приводит к возникновению нежелательных подъемных сил, снижающих силы сцепления колес с дорогой и, следовательно, курсовую устойчивость автомобиля.

Коэффициент подъемной силы равен сумме коэффициентов подъемной силы передней оси и задней оси. Разность между коэффициентами подъемной силы передней и задней осей называется «балансом подъемных сил» и является переменной, влияющей на курсовую устойчивость.

Вместо подъемной силы в конструировании часто используется момент продольной качки, действующий относительно оси y. Положительный момент продольной качки требует недостаточной поворачиваемости, а отрицательный - избыточной поворачиваемости автомобиля.

Боковая сила. При взгляде спереди автомобиль имеет практически симметричную форму. Это означает, что боковые силы, генерируемые воздушными потоками, невелики. Когда направление обтекающего кузов воздушного потока не совпадает с осью x (например, при боковом ветре), воздушный поток генерирует поперечные силы, которые могут оказывать значительное влияние на поведение автомобиля.

В качестве показателя влияния бокового ветра также используется момент рыскания, действующий относительно оси z. Это значение берется, чтобы получить скорость изменения угла рыскания и углового ускорения рыскания, которые являются показателями силы бокового ветра.

Автомобильные аэродинамические трубы. Автомобильные аэродинамические трубы используются для реалистичного и воспроизводимого моделирования воздушного потока, воздействующего на автомобиль во время движения по дороге. Однако, по своей природе реальные условия движения весьма изменчивы. Так, направление и сила ветра постоянно изменяются вследствие таких факторов, как естественные изменения, застройка и дорожное движение.

Преимущества использования аэродинамических труб в качестве инструмента экспериментальных разработок, по сравнению с дорожными испытаниями, заключаются в воспроизводимости условий испытаний, сравнительно несложной, надежной и быстродействующей технике измерений и возможности изолировать те или иные эффекты, которые в реальных условиях изолированно не возникают (например, шум во время движения). В аэродинамической трубе конструкторские прототипы, которые не могут быть выпущены на дорогу, могут быть аэродинамически оптимизированы с гарантированной секретностью.

Типы аэродинамических труб. При помощи аэродинамических труб определяются аэродинамические параметры автомобиля. Трубы различаются по способу направления

воздушного потока, конструкции испытательной секции и способу моделирования дорожной поверхности.

Замкнутые аэродинамические трубы с закрытой рабочей частью называются «Геттингенскими трубами», а системы с возвратом потока - «трубами Эйфеля».

Стандартное оборудование аэродинамических труб. Испытательная секция может быть открытого типа, закрытого типа или с перфорированными стенками. Она характеризуется сечением на выходе диффузора, сечением коллектора и длиной.

Также важным параметром является коэффициент препятствия. Это отношение площади поперечного сечения автомобиля к поперечному сечению диффузора. На дороге это отношение равно нулю, поэтому в аэродинамической трубе оно должно быть как можно меньше. С учетом конструкции и эксплуатационных затрат обычным значением на практике является 0,1. Это соответствует поперечному сечению диффузора приблизительно 20 м^2.

Скорость и стабильность воздушного потока в аэродинамической трубе определяются сужением и формой диффузора. Большое значение коэффициента поджатия к, представляющего отношение площадей сечений форкамеры и выпускной части диффузора, дает равномерное распределение скорости, низкую турбулентность и высокое значение ускорения воздушного потока. Контур диффузора может влиять на стабильность профиля скорости потока на выходе диффузора в испытательной секции и параллельность потока геометрической оси трубы. Форкамера располагается перед диффузором, в области наибольшего сечения аэродинамической трубы. Форкамера содержит выпрямители потока, фильтры и теплообменники, служащие для повышения качества воздушного потока в отношении стабильности и направления и поддержания постоянной температуры в канале. Для исследования аэродинамики автомобилей в основном используются Геттинские аэродинамические трубы с открытыми испытательными секциями или с перфорированными стенками.

Вентиляторы. Большинство аэродинамических труб могут создавать воздушные потоки со скоростью далеко за 200 км/ч. Однако такие скорости используются редко, например, для испытаний функциональной безопасности компонентов кузова и их стойкости к ветровым нагрузкам. Обычно измерения выполняются при скорости воздушного потока 140 км/ч. При такой скорости аэродинамические коэффициенты могут быть определены достоверно и с низкими затратами. Скорость воздушного потока регулируется путем изменения скорости вращения вентилятора или положения лопастей вентилятора при постоянной скорости вращения. Динамометр аэродинамической трубы служит для регистрации аэродинамических сил, воздействующих на испытуемый автомобиль, и моментов относительно всех точек контакта шин с поверхностью, которые используются для вычисления аэродинамических параметров, действующих в направлении осей x, y и z. Динамометр аэродинамической трубы обычно расположен под поворотной платформой, служащей для поворота автомобиля относительно направления воздушного потока, т. е. для моделирования таким образом бокового ветра. Вспомогательные системы аэродинамических труб. Система измерения площади поперечного сечения (лазерная или на приборах с зарядовой связью) измеряет площадь поперечного сечения автомобиля оптическими средствами. Результаты измерений используются для вычисления аэродинамических коэффициентов и значений сил, измеренных в аэродинамической трубе.

Современные системы датчиков давления в аэродинамических трубах (например, плоские датчики давления, крепящиеся к поверхности кузова) могут одновременно регистрировать изменения давления как минимум в 100 точках. Миниатюрные (кварцевые) датчики давления во всех точках измерения выдают информацию в электронной форме с относительно высокой частотой.

Траверсная люлька позволяет выполнить измерения во всем поле обтекающего автомобиль воздушного потока. Каждая точка испытуемого образца может быть описана координатами и воспроизведена. По показаниям датчиков, установленных во всех точках, затем могут быть определены значения давления, скорости и уровня шума в каждой точке.

Дымовые струи используются для визуализации воздушного потока, который в противном случае является невидимым. Дымовые струи позволяют выявить те или иные неоднородности воздушного потока, которые могут стать причиной недостоверных результатов измерений вследствие снижающей энергию турбулентности. Другие методы визуализации воздушного потока включают:

-ленты на поверхности кузова;

- фотографии потока с использованием быстросохнущей смеси парафина или талька;

- генераторы пузырьков гелия;

-лазерные системы.

Варианты аэродинамических труб. Сооружение автомобильных аэродинамических труб требует крупных капиталовложений. Эти капиталовложения в сочетании с высокими эксплуатационными затратами делают трубы дорогостоящим оборудованием с высокой почасовой ставкой стоимости использования. Только очень частое использование автомобильных аэродинамических труб для аэродинамических, аэроакустических и температурных экспериментов может оправдать сооружение нескольких специализированных аэродинамических труб для выполнения различных задач.

Аэродинамические трубы для испытаний на моделях значительно снижают эксплуатационные затраты, благодаря менее строгим конструктивным требованиям и меньшей технической сложности. В зависимости от масштаба (от 1:5 до 1:2), можно легко, быстро и экономично изменять форму моделей автомобилей.

В акустических аэродинамических трубах, благодаря надежной звукоизоляции, уровень звукового давления приблизительно на 30 дБ ниже, чем в стандартных трубах. Это обеспечивает достаточно высокое отношение сигнал/шум, составляющее более 10 дБ, что позволяет идентифицировать и оценить шумы, генерируемые в результате циркуляции и сквозного потока воздуха. Аэродинамические трубы с системами климат-контроля используются для теплового анализа и разработки систем защиты автомобиля в определенных температурных диапазонах при различных условиях нагрузки. Также может регулироваться влажность воздуха или при помощи ламп может имитироваться солнечное излучение. Тем не менее, не все проблемы, возникающие при проработке аэродинамики автомобилей, могут быть решены посредством описанных выше испытаний. В дополнение к экспериментальным исследованиям производители все более широко используют модели CFD (вычислительной гидродинамики). Они позволяют выработать предварительные решения с целью снижения нагрузки на испытательное оборудование.

Литература

1. Подураев, Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. В. Подураев. – Изд. 2-е. – Москва : Машиностроение, 2007. – 256 с.

2. Хайманн, Б. Мехатроника: компоненты, методы, примеры / Б. Хайманн, В. Герт, К. Попп, О. Репецкий ; под редакцией О.В. Репецкого ; перевод с немецкого А. В. Хапров [и др.]. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2010. – 602 с.

3. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.

4. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.

5. Аржаников, Н. С. Аэродинамика больших скоростей / Н. С. Аржаников, Г. С. Садекова. – Москва : Высшая школа,1965. – 553 с.

6. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трулов Межрегиональной

научно-практической конференции Вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
7. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
8. Основы робототехники / Н. В. Василенко, К. Д. Никитин, В. П. Пономарёв, А. Ю. Смолин. – Томск : МГП "РАСКО", 1983 г. – 470 с.
9. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978-5-6048477-3-2. – EDN XCGZJA.
10. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
11. Каханер, Д. Численные методы и математическое обеспечение / Д. Кахнер, К. Моулер, С. Нэш. – Москва : Мир. – 1998 – 575 с.
12. Лазарев, Ю. Б. Моделирование процессов и систем в MATLAB. / Ю. Б. Лазарев. – Санкт-Петербург : Питер, 2005, – 512 с.
13. Lopatin, O. P. Development of a methodology for assessing the impact of vehicles on the acoustic environment // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548. – 2020. – 062049. – EDN URAHKQ.
14. Lopatin, O. P. Development of tractor gas-diesel modifications // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548. – 2020. – 062034. – EDN XQLTBZ.
15. Lopatin, O. P. The effect of operational modes of diesel engines to emissions of nitrogen oxides // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862. – 2020. – 062087. – EDN HAGOJO.
16. Lopatin, O. P. Study of the influence of the degree of exhaust gas recirculation on the working process of a diesel // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 042021. – EDN YMEIOW.
17. Лопатин, О. П. Индикаторные диаграммы тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, М. А. Олейник // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров, 2004. – С. 104-107. – EDN XCTTTH.
18. Lopatin, O. P., Likhanov V.A., Belov A.A., Vasiliev A.O., Alekseev E.P. Development of a methodology for calculating the integral toxicity of exhaust gases of a diesel engine running on alternative fuels // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 042003. – EDN SUOZCK.
19. Maksimov I.I., Alatyrev A.S., Smirnov M.P., Likhanov V.A., Lopatin O.P. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 032052. – EDN XHCRTS.
20. Likhanov V., Lopatin O., Mikheev G., Belova N., Maksimov A. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System // Transportation Research Procedia 61. – 2022. – 219-223. – EDN PEKHOV.
21. Akimov A.P., Lekomtsev P.L., Likhanov V.A., Lopatin O.P., Vasiliev A.O. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 2094. – 2021. - 052068. – EDN KUFPIH.
22. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.
23. Форсайт, Дж. Машинные методы математических вычислений / Дж. Форсайт, М. Малькольм, К. Моулер ; перевод с английского. – Москва : Мир, 1980. – 177 с.

УДК 656.025.4

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

Городилов С. Л. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. От выбора рационального подвижного состава зависит своевременность, срочность и сохранность доставки груза, выполнение плана перевозок, снижение их себестоимости и повышение рентабельности работы предприятия. Эффективным можно считать подвижной состав, обеспечивающий выполнение заданного объема перевозок в установленные сроки с минимальными материальными и трудовыми затратами. Задача выбора наиболее эффективного подвижного состава применительно к конкретным условиям эксплуатации с учетом реального объема перевозок и сложившейся структуры парка может быть решена путем сопоставления и сравнения работы подвижного состава различных типов и моделей между собой в одинаковых условиях перевозок.

Ключевые слова: подвижной состав, транспортно-технологическая схема, груз, грузоподъемность

Выбор грузового подвижного состава (ПС) - один из основных вопросов, который решается при обосновании транспортно-технологических схем перемещения грузов. Он взаимосвязан с технологией подготовки к перемещению, потреблению и упаковывания груза, применяемым транспортным оборудованием, способами и средствами выполнения погрузочно-разгрузочных и других работ.

Правильно выбранный подвижной состав должен обеспечивать минимум суммарных народнохозяйственных издержек на перемещение и хранение грузов по всей грузопроводящей цепи [1-3].

Выбор подвижного состава зависит от объема и расстояния перевозок, условий и методов их организации, размеров отправок (партионность), рода грузов и их цены, средств и способов производства погрузочно-разгрузочных работ, дорожных и климатических условий. При выборе подвижного состава основными измерителями эффективности перевозки груза являются: производительность транспортного средства, стоимостные показатели (транспортные издержки, себестоимость, прибыль) и энергоемкость перевозок (удельный расход топлива). Производительность, по возможности, должна быть максимальной, а стоимостные показатели и энергоемкость перевозок - минимальными.

От выбора рационального подвижного состава зависит своевременность, срочность и сохранность доставки груза, выполнение плана перевозок, снижение их себестоимости и повышение рентабельности работы предприятия. Эффективным можно считать подвижной состав, обеспечивающий выполнение заданного объема перевозок в установленные сроки с минимальными материальными и трудовыми затратами. Задача выбора наиболее эффективного подвижного состава применительно к конкретным условиям эксплуатации с учетом реального объема перевозок и сложившейся структуры парка может быть решена путем сопоставления и сравнения работы подвижного состава различных типов и моделей между собой в одинаковых условиях перевозок. При этом учитываются не только объем и расстояния перевозки, но и величина отправок (партийность), средства и способы выполнения погрузо-разгрузочных работ, состояние дорожной сети, тип дорожного покрытия, предельные осевые нагрузки, пропускная способность дорог и искусственных сооружений и т.п. [4-7].

Выбор автотранспортного средства для конкретных условий эксплуатации сводится к определению типа его кузова, грузоподъемности, состава, осевых нагрузок и типа двигателя с последующим установлением марки и модели. При определении типа кузова учитываются условия эксплуатации (род и характер груза, климатические условия) и достигаемая грузоподъемность. При возможности использования нескольких типов кузова принимаемый должен обеспечивать наиболее высокую эффективность перевозки груза. Во всех случаях

целесообразно применение подвижного состава максимальной грузоподъемности, допускаемой в данных условиях эксплуатации, при соответствующей производительности погрузо-разгрузочных машин. Исключение составляет вариант перевозки дорогостоящих грузов [8-11].

Принятая грузоподъемность должна обеспечивать значение показателя эффективности перевозок, наиболее близкая к экстремальному значению. Применяемый состав автотранспортного средства (одиночный автомобиль, автопоезд - автомобиль с одним или более прицепами, седельный тягач с полуприцепом) должен обеспечивать максимум эффективности процесса перемещения груза при условии выполнения ограничений (возможность перевозки длинномерных и неделимых грузов, организации работы с оборотными полуприцепами и др.) При выборе типа подвижного состава необходимо учитывать эксплуатационные качества подвижного состава, оценивать их применительно к условиям эксплуатации, которые отражают особенности осуществления перевозок, определяемые различными сочетаниями транспортных, дорожных и климатических факторов. Транспортные условия характеризуются объемом перевозок, размером партий и родом груза, расстоянием перевозки, условиями погрузки-разгрузки, особенностями вида и организации перевозок. Дорожные условия характеризуются прочностью и ровностью дорожного, покрытия, предельными величинами уклонов и подъемов, интенсивностью движения. Климатические условия характеризуются множеством показателей, например средней минимальной и максимальной температурой воздуха в наиболее холодные и жаркие месяцы года, величиной снегового покрова, влажностью воздуха [12-17].

Условия эксплуатации предъявляют соответствующие требования к конструкции подвижного состава. Производительность автомобиля может применяться в качестве критерия при выборе типа кузова подвижного состава одной марки и одного класса грузоподъемности, если тип кузова влияет на производительность подвижного состава, и не сказывается на стоимостных показателях, в особенности на затратах на сохранность перевозок. По этому показателю допускаются сравнения одиночного автомобиля с автопоездом на его базе, поскольку большей производительности соответствует меньшая себестоимость перевозок. При решении задачи выбора автомобиля можно определять и сравнивать производительность каждого из рассматриваемых автотранспортных средств при заданных технико-эксплуатационных показателях их работы. Однако в практике автомобильных перевозок такой метод находит ограниченное применение из-за большой трудоемкости. Поэтому для выбора подвижного состава применяют графоаналитический метод ускоренного качественного сравнения.

При этом следует исходить из требования обеспечить минимум издержек, прямо или косвенно связанных с доставкой грузов, и учитывать: себестоимость перевозки с включением затрат на погрузо-разгрузочные работы, транспортно-экспедиционные операции и дорожной составляющей; возможные количественные и качественные потери грузов в процессе доставки; размер материальных средств, находящихся в обороте, и издержки, связанные с хранением грузов; складские расходы при подготовке грузов к перевозке и потребителю; затраты, связанные с использованием вспомогательных средств, обеспечивающих транспортный процесс (контейнеры, поддоны, многооборотная тара и т.п.); капиталовложения в подвижной состав, погрузочно-разгрузочные средства, гаражи, складское хозяйство и прочее. Экономические показатели являются критериями для обоснования типа подвижного состава, его грузоподъемности, конкретной марки и модели.

Литература

1. Longanesi L., Pereira A.P., Chuck C.J., Johnston N. Oxidative stability of biodiesel: recent insights // Biofuels, Bioproducts and Biorefining. 2022. Т. 16. № 1. С. 265-289.
2. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин, В.Н. Копчиков [и др.]. – Киров: Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978-5-6048477-3-2. – EDN XCGZJA.

3. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
4. Meng K., Li L., Zhang X., Huang Z., Wang F., Li R., Lin Q. Comparison of combustion and micro-explosion characteristics of droplet group of biodiesel/ethanol and biodiesel/rp-3/ethanol // Physics of Fluids. 2022. Т. 34. № 6. С. 061903.
5. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции Вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
6. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С.3-9. – EDN ZTKBBZ.
7. Raja S., Sunil kumar M., Eshwar D., Alphin M.S., Natarajan S. Energy and exergy analysis and multi-objective optimization of a biodiesel fueled direct ignition engine // Results in Chemistry. 2022. Т. 4. С. 100284.
8. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С. 15-19. – EDN VLQGLM.
9. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
10. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 4 (40). – С. 21-25. – EDN SILVTR.
11. Palani Y., Devarajan C., Manickam D., Thanikodi S. Performance and emission characteristics of biodiesel-blend in diesel engine: A review // Environmental Engineering Research. 2022. Т. 27. № 1. С. 200338.
12. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 16-4. – С. 170-173. – EDN QIPLVD.
13. Лиханов, В. А. Сгорание, тепловыделение и образование оксидов азота в дизеле, работающем на альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – 173 с. – ISBN 978-5-6045024-5-7. – EDN TBGZKI.
14. Brahma S., Nath B., Basumatary B., Basumatary S., Das B., Saikia P., Patir K. Biodiesel production from mixed oils: a sustainable approach towards industrial biofuel production // Chemical Engineering Journal Advances. 2022. Т. 10. С. 100284.
15. Лиханов, В. А. Исследование скоростного режима дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – № 1 (61). – С. 12. – EDN XEQEDT.
16. Лиханов, В. А. Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения оксидов азота в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 408 с. – EDN YPVGZN.
17. Zhang X., Yang R., Xia C., Anburajan P., Le Q.V., Alsehli M., Brindhadevi K. assessment of hydrogen and nanoparticles blended biodiesel on the diesel engine performance and emission characteristics // Fuel. 2022. Т. 307. С. 121780.

УДК 658.345

ПОВЕДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Гостев К. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы поведения человека в условиях чрезвычайных ситуаций. Влияние индивидуальной паники на окружающих. Рассмотрены меры по предотвращению паники в условиях чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: страх, паника, массовая паника, факторы, меры по предотвращению

Актуальность изучения поведения человека в условиях чрезвычайных ситуаций продиктована тем, что человеческий фактор остается решающим звеном в эффективности проведения спасательных работ и минимизации последствий катастроф. Психоэмоциональное состояние людей в момент угрозы напрямую влияет на уровень смертности и травматизма.

Одной из главных проблем является возникновение массовой паники, которая ведет к дезорганизации, блокировке эвакуационных выходов и нерациональным действиям. Изучение механизмов возникновения панических атак и коллективного поведения позволяет специалистам разрабатывать более эффективные алгоритмы управления толпой и проектировать безопасные пути эвакуации, учитывающие реальную психологию людей, а не только технические расчеты.

Важным аспектом является когнитивное искажение восприятия реальности в стрессовой ситуации. Человек может впадать в состояние ступора или, наоборот, проявлять избыточную, но бессистемную активность. Понимание этих реакций необходимо для подготовки персонала экстренных служб, который должен уметь не только бороться с физическими последствиями ЧС, но и осуществлять психологическое управление пострадавшими. Актуальность темы также связана с необходимостью повышения культуры безопасности населения. Анализ типичных ошибок в поведении людей при пожарах, наводнениях или техногенных авариях позволяет создавать более качественные программы обучения и системы оповещения. Эффективная система информирования, адаптированная под психологические особенности восприятия в стрессе, способна направить действия людей в конструктивное русло и спасти жизни. Таким образом, научный подход к анализу поведения человека в экстремальных условиях позволяет трансформировать теоретические знания в практические методики спасения, делая систему гражданской защиты более устойчивой и прогнозируемой.

Вопросы поведения человека в чрезвычайных ситуациях (ЧС) необходимо рассматривать в целях подготовки населения, спасателей, руководителей к действиям в экстремальных ситуациях. В повседневной жизни, в экстремальных условиях человеку постоянно приходится преодолевать опасности, что вызывает страх, т. е. кратковременный или длительный эмоциональный процесс, который возникает при влиянии действительной или мнимой опасности. Страх порождает в человеке негативные эмоции, но страх – это и сигнал к индивидуальной или коллективной защите [1].

Когда человек начинает чего-то бояться, то именно это с ним, как правило, и происходит. Страх до определенного времени и предела может считаться физиологически нормальным и даже полезным явлением, ибо способствует экстренной мобилизации физического и психического напряжения, что необходимо для самосохранения. Он выступает в роли защитного механизма, спасающего нас от преждевременной смерти. «Бесстрашных» психически нормальных людей не бывает. Если человек не реагирует на опасность, то это значит, что он страдает психическим нездоровьем. Следовательно, страх — нормальная защитная реакция на ненормальные, чрезвычайные обстоятельства. Все дело во времени, которое требуется для преодоления чувства страха, сопровождающегося растерянностью и неорганизованностью поведения. У человека, подготовленного к действиям в чрезвычайной ситуации, это происходит значительно быстрее, чем у

неподготовленного, у которого сохраняется длительное бездействие, суетливость, стимулирующие развитие психических расстройств[1-2]

Человек, поддающийся сильному воздействию страха, теряет контроль над собой, не принимает мер самозащиты, плохо ориентируется в обстановке и может подвергнуться панике [2]. Паника – это чувство страха, охватившее группу людей, которое затем передается окружающим и возникает массовая паника, которая становится неуправляемой [2].

Массовая паника является наиболее опасной из всех видов паники. Во время массовой паники у людей пропадает самоконтроль и способность самим принимать правильные действия по спасению. Как правило во время коллективной паники, человеком овладевают эмоции (тревога, расстерянность, ужас) [3]. Выделяют 4 фактора возникновения массовой паники [3-4]:

1. Социальный фактор –напряженность в обществе, вызванная происшедшими или ожидаемыми природными, экономическими, политическими бедствиями. Это могут быть землетрясение, наводнение, эпидемия, реальная или мнимая нехватка продовольствия, резкое изменение валютного курса, государственный переворот, начало или неудачный ход войны и т. д. Иногда напряженность обусловлена памятью о трагедии и(или) предчувствием над вигающейся трагедии, приближение которой ощущается по каким-либо признакам.

2. Физиологический фактор — усталость, голод, длительная бессонница, алкогольное и наркотическое опьянение. Они снижают уровень индивидуального самоконтроля, что при

массовом скоплении людей чревато особенно опасными последствиями. 3.Общепсихологический фактор – неожиданность, удивление, испуг, вызванные недостатком информации о возможных опасностях и способах противодействия.

4. Социально-психологический фактор – отсутствие ясной общей цели, пользующихся общим доверием лидеров, низкий уровень групповой сплоченности [3-4].

Структура и динамика человеческих потребностей таковы, что люди могут, потеряв волю и достоинство, впасть в животное состояние. И те же люди при появлении высокозначимых целей способны в буквальном смысле стоять насмерть.

Меры по предупреждению массовой паники связаны с учетом её факторов. Прежде всего следует уделять внимание идейной и организационой подготовке к возможным опасностям, обеспечению эффективного руководства и воспитанию лидеров.

Чрезмерно важен учет общепсихологического фактора паники: прежде всего, необходимо своевременно информировать людей о возможных опасностях и имеющихся способах противодействий. Последнее касается предупреждения как коллективной, так и индивидуальной паники[4].

Необходимо проводить разностороннюю профилактическию работу [5-6]:

1. Анализ особенностей возникновения и течения различных форм индивидуальных и коллективных реакций страха (паники) .

2. Профотбор лиц для работы на опасных видах труда и особенно руководителей производственных коллективов (существуют личности с повышенным уровнем риска).

3. Обучение приемам обеспечения безопасности и воспитательная работа по формированию в сознании людей осторожности и разумному поведению в аварийных и чрезвычайных ситуациях, по предупреждению таких ситуаций.

Человек, работающий на опасных производствах должен:

знать свои обязанности по профилактике ЧС и нести ответственность не только за возникновение несчастных случаев, но и за характер своих действий при руководстве массами (при пожарах и других ЧС) [6];

иметь психологическую готовность к действиям в ЧС;

участвовать не только в деловых, но и в аварийных играх, что способствует познанию проблемы и формированию автоматизма действий в ЧС.

Надо помнить, что паника – это состояние ужаса, сопровождающееся резким ослаблением волевого самоконтроля. При массовой панике особую роль играют механизмы, связанные с эмоциональным окружением .

Литература

1. Ensuring transport security during cargo transportation / P. Solonshickov, I. Tolstoukhova, A. Shevchenko, P. Kokorina // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03010. – DOI 10.1051/e3sconf/202447103010.
2. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
3. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.
4. Толстоухова, И. А. Обзор модуля пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – Ч. 3. – С. 155-158.
5. Шевченко, А. В. Обзор насосного оборудования для обеспечения водоснабжения ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. –С. 171-174.
6. Шевченко, А. В. Организация труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 165-167.
7. Шевченко, А. В. Организация и совершенствование безопасности труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 744-748.
8. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке: заявл. 26.05.2025: опубл. 24.11.2025 / П.Н. Солонщиков, П.А. Савиных, В. Е. Саитов, А.В. Шевченко; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
9. Патент № 2836811 C1 Российская Федерация, МПК B01F 23/50, A01J 11/00. Установка для приготовления жидких кормовых смесей : заявл. 19.04.2024 : опубл. 24.03.2025 / П.Н. Солонщиков, П. А. Савиных, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".

УДК 656.086

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПРЕВЕНТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ РИСКАМИ

Гостев К. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению современных методов прогнозирования и предотвращения промышленных аварий, ориентированных на повышение уровня безопасности производственных процессов. Проанализированы технологии искусственного интеллекта, машинного обучения, цифрового моделирования и IoT-мониторинга, обеспечивающие раннее выявление потенциальных рисков. Основное внимание уделено предиктивной аналитике, системам оперативного оповещения и автоматизированным средствам контроля. Приведены примеры успешного применения указанных методов в нефтегазовой, химической и энергетической отраслях. Рассмотрены направления развития превентивных систем безопасности в условиях цифровизации промышленности.

Ключевые слова: промышленная безопасность, прогнозирование аварий, предотвращение аварий, искусственный интеллект, машинное обучение, предиктивная аналитика, IoT-мониторинг

Промышленная безопасность остается одной из ключевых проблем современного производства. Несмотря на технологический прогресс, аварии на производственных объектах продолжают происходить, приводя к человеческим жертвам, экологическим катастрофам и значительным экономическим потерям. По данным Международной ассоциации социального обеспечения (МАСО), ежегодно в мире регистрируется более 50 крупных промышленных аварий с материальным ущербом свыше 1 млн долларов каждая. В этой связи разработка и внедрение современных методов прогнозирования и предотвращения аварийных ситуаций приобретает особую актуальность [1,3,5,7].

Современные подходы к обеспечению промышленной безопасности базируются на трех основных принципах: прогнозирование потенциально опасных ситуаций, непрерывный мониторинг параметров работы оборудования и своевременное принятие превентивных мер. В последнее десятилетие традиционные методы анализа рисков дополняются передовыми технологиями, включая искусственный интеллект, интернет вещей (IoT), цифровые двойники и технологии больших данных.

К современным методам прогнозирования промышленных аварий относятся статистический анализ и вероятностные методы. Статистические методы остаются фундаментом для прогнозирования промышленных аварий. Анализ исторических данных позволяет выявить закономерности возникновения аварийных ситуаций и определить наиболее уязвимые элементы производственных систем [2,4,6].

Например, анализ 500 промышленных аварий за период 2015-2023 годов показал следующее распределение по основным причинам (табл.1).

Таблица 1 – Причины аварий и их ущерб

На аварии	Доля случаев (%)	Средний ущерб (млн $)
Человеческий фактор	42	2.8
Износ оборудования	33	3.5
Технологические ошибки	18	4.2
Внешние воздействия	7	6.0

Как видно из таблицы, наибольшее количество аварий связано с человеческим фактором, однако наибольший материальный ущерб вызывают внешние воздействия (стихийные бедствия, террористические акты и т.д.).

Методы машинного обучения и искусственного интеллекта. Современные системы на основе искусственного интеллекта демонстрируют высокую эффективность в

прогнозировании аварийных ситуаций. Нейросетевые алгоритмы способны обрабатывать огромные массивы данных с датчиков в режиме реального времени, выявляя даже незначительные отклонения от нормальных режимов работы оборудования.

На рисунке 1 представлена сравнительная эффективность различных алгоритмов машинного обучения в прогнозировании отказов промышленного оборудования.

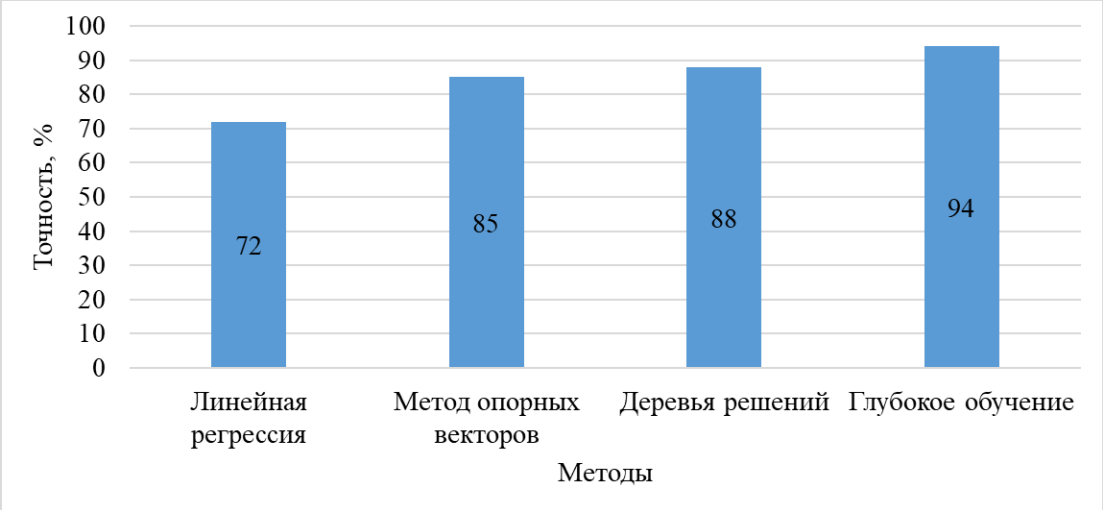


Рисунок 1 – Сравнение точности прогнозирования

Как показывает практика, наибольшую эффективность демонстрируют алгоритмы глубокого обучения, особенно при работе с многомерными данными от разнородных датчиков.

Технология цифровых двойников. Цифровой двойник – это виртуальная копия физического объекта или процесса, которая непрерывно обновляется данными с датчиков. Эта технология позволяет: моделировать аварийные сценарии без риска для реального оборудования; оптимизировать режимы работы техники; тестировать различные методы ликвидации аварий [8,9,10].

По данным исследования McKinsey, внедрение цифровых двойников на нефтеперерабатывающих заводах позволило сократить количество аварий на 27% за счет раннего выявления потенциально опасных ситуаций.

Современные методы предотвращения промышленных аварий предполагают использование систем реального времени на основе IoT. Современные системы мониторинга используют сети датчиков, которые непрерывно отслеживают ключевые параметры оборудования (табл.2).

Таблица 2 – Характеристика сети датчиков

Параметр	**Тип датчика**	**Частота измерений**	**Критический уровень**
Температура	Термопара	10 раз/сек	Зависит от материала
Давление	Пьезоэлектрический	20 раз/сек	110% от рабочего
Вибрация	Акселерометр	50 раз/сек	ISO 10816-3
Концентрация газа	Оптический	1 раз/сек	ПДК для вещества

При превышении критических значений система автоматически генерирует тревожные сигналы и может инициировать аварийное отключение оборудования.

Превентивное обслуживание (Predictive Maintenance). В отличие от традиционного планово-предупредительного ремонта, превентивное обслуживание основывается на

фактическом состоянии оборудования. Основные преимущества: снижение затрат на обслуживание на 20-30%; увеличение межремонтного периода на 25-40%; снижение количества внеплановых простоев.

На рисунке 2 показана сравнительная эффективность различных стратегий обслуживания.

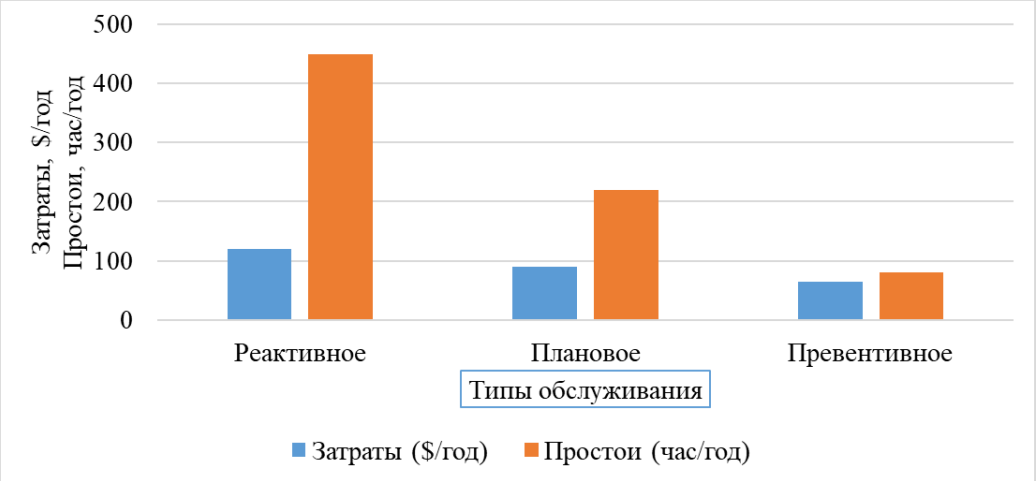


Рисунок 2 – Сравнение стратегий обслуживания

Автоматизированные системы безопасности. Современные АСУ ТП (автоматизированные системы управления технологическими процессами) включают: многоуровневые системы аварийной защиты; резервирование критически важных узлов; системы автоматического пожаротушения; газоаналитические комплексы [11,12].

Например, на химических производствах широко применяются системы SIL (Safety Integrity Level) с уровнем надежности до 99.99%.

Интеграция методов прогнозирования и предотвращения. Наиболее эффективные системы промышленной безопасности сочетают методы прогнозирования и предотвращения аварий. Типичная архитектура такой системы включает: слой сенсоров (датчики различных типов); платформу сбора и обработки данных (часто на основе облачных технологий); аналитические модули (машинное обучение, цифровые двойники); исполнительные механизмы (автоматические защитные системы).

Примером успешной реализации такой системы может служить платформа "Предупреждение" на Нововоронежской АЭС, которая за 5 лет эксплуатации предотвратила 12 потенциально аварийных ситуаций.

Современные методы прогнозирования и предотвращения промышленных аварий представляют собой комплекс технологических решений, сочетающих достижения в области информационных технологий и традиционные подходы к промышленной безопасности.

Основные тенденции развития в этой области включают:

- углубленную интеграцию IoT и AI технологий;
- развитие предиктивной аналитики;
- создание интеллектуальных систем поддержки принятия решений;
- стандартизацию протоколов обмена данными между системами безопасности.

Дальнейшее развитие этих направлений позволит существенно повысить уровень промышленной безопасности, минимизировав как вероятность возникновения аварий, так и их потенциальные последствия. Однако следует отметить, что даже самые совершенные технологические решения не могут полностью исключить человеческий фактор, что подчеркивает важность постоянного обучения и повышения квалификации персонала.

Литература

1. Ensuring transport security during cargo transportation / P. Solonshickov, I. Tolstoukhova, A. Shevchenko, P. Kokorina // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03010.
2. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005.
3. Компьютерное моделирование определения реакций опор гибких барьеров / В. В. Коновалов, Д. А. Тарасов, В. Ю. Зайцев, Н. В. Байкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 72-79.
4. Коновалов, В. В. Моделирование состояния экологической системы / В. В. Коновалов, О. А. Логвина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 159-162. – EDN PIIICX.
5. Моделирование безопасности и рисков на газопроводах / Ю. О. Логвин, К. Р. Таранцева, О. А. Логвина, В. В. Коновалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 125-132. – EDN PIIIAP.
6. Никитин, Е. А. Разработка роботизированного устройства по оптимизации процесса кормления крупного рогатого скота на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Молодой ученый. – 2020. – № 43 (333). – С. 2-5.
7. Никитин, Е. А. Система роботизированного обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 26-30.
8. Современная наука: теория, методология, практика : материалы IV Всероссийской национальной научно-практической конференции, Тамбов, 20–21 апреля 2022 года. – Тамбов : Издательство ИП Чеснокова А.В., 2022. – 336 с. – ISBN 978-5-6046669-9-9. – EDN KKLGNW.
9. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
10. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
11. Толстоухова, И. А. Обзор электропроводки и материалов используемых в жилищно-коммунальном секторе / И. А. Толстоухова, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 224-226.
12. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : Материалы II Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.

УДК 631.363

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ И АНАЛИЗ ПОДАЮЩИХ ОРГАНОВ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ГРУБЫХ КОРМОВ

Гребенев Д. А. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии.
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г.Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены конструктивные и технологические особенности подающих механизмов кормоизмельчающих машин. Проанализированы способы подачи кормов, их классификация и сочетание с различными измельчающими органами. Особое внимание уделено применению молотковых рабочих органов и использованию вращающегося бункера как перспективного подающего механизма, обеспечивающего равномерность подачи, снижение энергозатрат и повышение эффективности процесса измельчения.

Ключевые слова: кормоизмельчитель, подающий механизм, механизированная подача, грубые корма, молотковый ротор, вращающийся бункер, уплотнение материала, эффективность измельчения

Существующие кормоизмельчающие машины отличаются большим разнообразием технологических и конструктивных схем, но большинство из них имеет один общий узел - подающий механизм. В процессе работы измельчителя подачу корма к режущему аппарату можно осуществлять двумя способами: под действием сил гравитации и принудительно [1-6]. Под действием сил гравитации производится подача сыпучих (зерновых) кормов из приемного бункера в дробильную камеру. Принудительный же способ подачи приемлем, в основном, при измельчении грубых кормов, обладающих малой насыпной плотностью, большой связностью стеблей, требующих предварительного сжатия перед процессом резания. Этот способ можно разделить на ручной и механизированный. Ручной способ подачи кормов применялся в выпускавшихся ранее соломосилосорезках РСС-6; РСЕ-1,0; измельчителях ИГК-60А и др.[7-9].

Механизированный способ подачи кормов к измельчающему аппарату применяется сейчас практически во всех существующих конструкциях измельчителей. Он обеспечивает более равномерную загрузку рабочих органов и значительно увеличивает пропускную способность агрегата по сравнению с ручной подачей .[10-14].

По назначению типы подающих органов при механизированной подаче можно разделить на специальные и универсальные. К специальным относится винто-лопастной и клавишный подающие органы, которые предназначены для подачи только длиностебельчатых культур к режущему аппарату. Универсальными являются бункерный, шнековый, ленточный, цепочно-планчатый подающие органы, которые способны подавать несколько видов кормов .

Однако в последние годы наибольшее применение при измельчении стебельных кормов находят молотковые рабочие органы. При этом их использование вызвало необходимость разработки принципиально новых подающих механизмов, одним из которых является вращающийся бункер (цилиндрический, конический или комбинированной формы), который одновременно с функцией питателя выполняет и функции накопителя, тем самым способствуя повышению равномерности выхода готового продукта .[15, 16].

Согласно представленной в классификации подающих кормов механизмов кормоизмельчителей следует, что грубые корма наряду с подающими устройствами предполагают специальные механизмы для уплотнения материала перед его непосредственным измельчением, что объясняется основными положениями теории резания. Подпрессовывающие механизмы, как правило, применяются с определёнными типами подающих устройств, выполненных в виде шнекового, цепочно-планчатого, клавишного и ленточного транспортёров. Эти устройства предназначены для подачи материала к таким измельчающим органам, как дисковые ножи, барабаны, штифты, фрезы .[17-19].

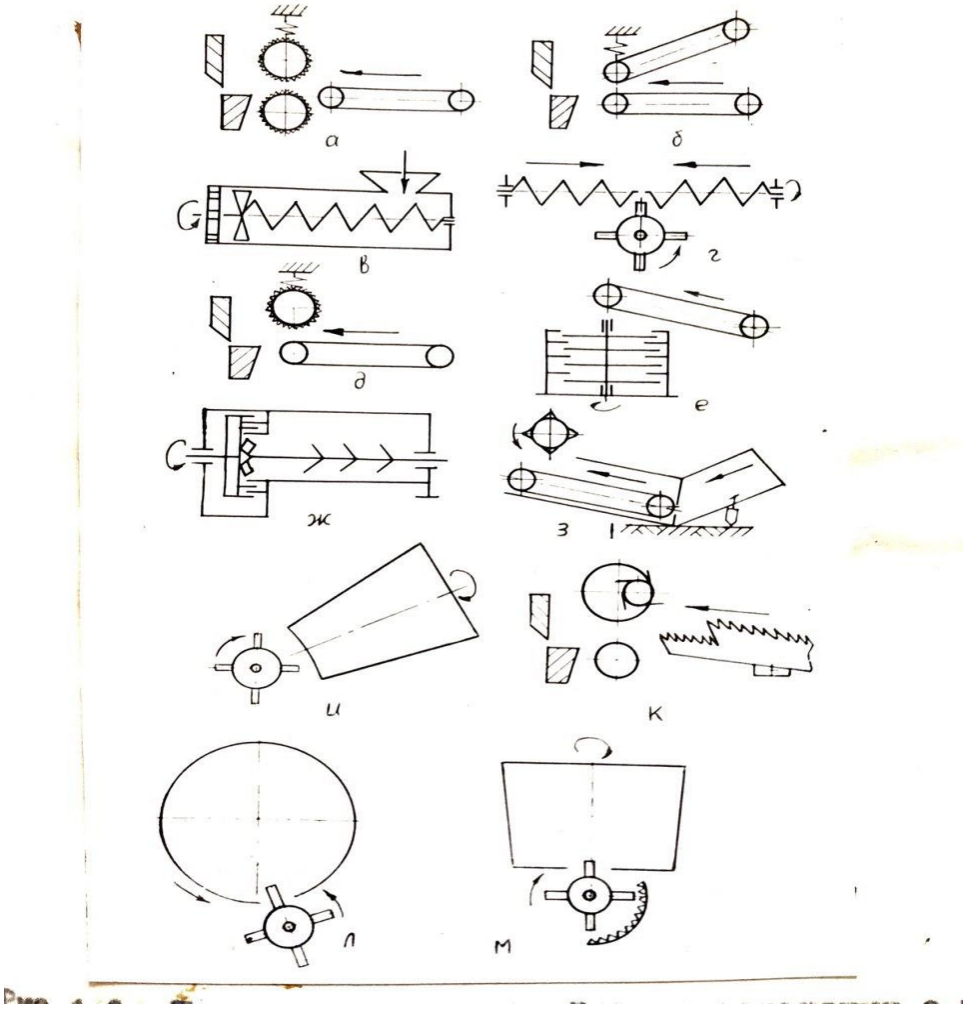


Рисунок 1 - Типы подающих устройств в сочетании с измельчающими органами: а - прессующие пальцы; б - подающий и подпрессовывающий транспортёр; в - шнек с одностороннем витками; г - шнек с противоположным направлением витков; д - подающий транспортер и подпрессовывающий валец; е - свободная подача транспортером; ж - бильного типа; з - шаговый транспортер; и - наклонный вращающийся бункер; к - клавишный механизм; л - горизонтальный вращающийся бункер; м - вертикальный вращающийся бункер.

.

Измельчитель рулонов корма ИРК-145 [13] предназначен для измельчения грубых кормов и подстилочного материала в рулонах. Агрегатируется с трактором класса 1,4. Диаметр рулона не более 1500 мм.

Как видно из рисунка 1 наилучшим образом требованиям поточнее производства, в частности кормоприготовления, отвечают бункерные подающие механизмы, используемые в сочетании с молотковыми рабочими органами. Вращающийся бункер позволяет ликвидировать затраты ручного труда в виду возможности загружать одновременно большой объем корма, что важно при измельчении токов и рулонов. Кроме того, сложное перемещение материала внутри бункера способствует интенсификации процесса измельчения, предотвращает зависание его на стенках.

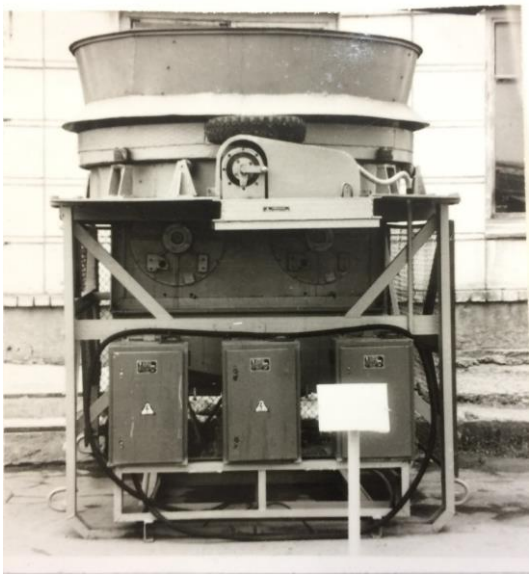


Рисунок 2- Измельчитель грубых кормов с вертикальным подающим бункером, общий вид .

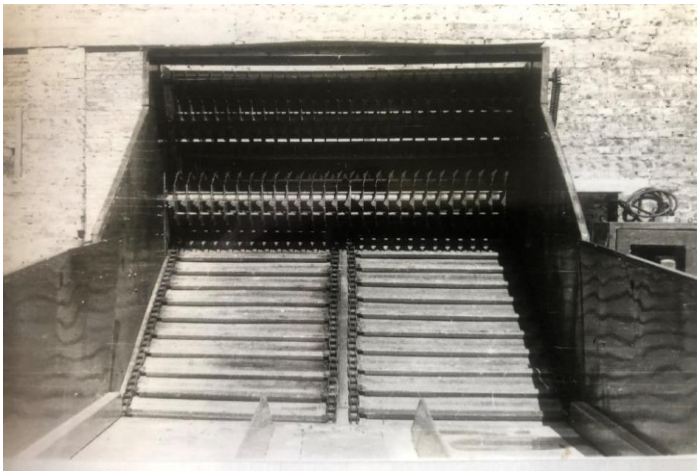


Рисунок 3 - Питатель-измельчитель грубых кормов с транспортером-питателем, общий вид



Рисунок 4 - Внешний вид измельчителя с наклонным подающим бункером модели ИРК-145

Однако наибольший интерес представляет выполнение подающего механизма, в котором измельчаемый материал к молотковому ротора подаётся при вращении горизонтального бункера.



Рисунок 5 - Измельчитель грубых кормов с горизонтальным подающим бункером, общий вид.

В данном случае практически отсутствуют затраты энергии на преодоление трения скольжения при перемещении материала внутри бункера, и создаются наиболее благоприятные условия для подачи корма в зону измельчения. При этом такая конструкция бункера позволяет легко увязать его с различными типами питателей, обеспечивающими непрерывную подачу измельчаемого материала длительное время.

Таким образом, выбор того или иного типа подающего механизма в измельчителях грубых кормов следует увязывать непосредственно с конкретной технологией приготовления и раздачи , а также внутренней планировкой животноводческого помещения.

Литература

1. Машины и технологии в животноводстве / В. Г. Мохнаткин, П. Н. Солонщиков, Е. А. Софронов [и др.] : учебник. – Киров : ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2022 – 460 с.: ил.
2. Мохнаткин, В. Г. Исследование рабочего процесса роторного измельчителя с осевой подачей материала / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, Р. М. Горбунов // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 2 (30). – С. 4-14.
3. Мохнаткин, В. Г. Повышение пропускной способности молоткового измельчителя с горизонтальным подающим бункером / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, Р. М. Горбунов // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 3 (31). – С. 23-30.
4. Солонщиков, П. Н. Оптимизация параметров и режимов работы смесителя жидких кормов при периодическом внесении компонентов / П. Н. Солонщиков // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Киров, 20 декабря 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 239-244.
5. Мохнаткин, В. Г. Изучение рабочего процесса экспериментального питателя- измельчителя грубых кормов с применением релейного метода обработки экспериментальных данных / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов. – 2020. – С. 68-73.
6. Мохнаткин, В. Г. Молотковые измельчители в кормоприготовительных агрегатах / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, П. Н. Солонщиков : монография. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – 167 с.
7. Солонщиков, П. Н. Исследование и оптимизация режимов работы питающего устройства установки для приготовления жидких кормовых смесей / П. Н. Солонщиков. – DOI 10.24412/2227-9407-2024-12-24-35 // Вестник НГИЭИ. – 2024. – № 12 (163). – С. 24-35.
8. Мохнаткин, В. Г. Обоснование конструктивно-режимных параметров измельчителей кормов путем моделирования рабочего процесса / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 1 (3). – С. 2.

9. Сельскохозяйственная техника и оборудование для фермерских хозяйств : каталог : в 2 т. / под редакцией П. А. Андреева. – Москва : Информагротех, 1994. – Том 1. – 384 с.
10. Солонщиков, П. Н. Разработка конструкции смесителя для приготовления жидких кормовых смесей / П. Н. Солонщиков // Основные направления развития техники и технологий в АПК : VII Всероссийская научно-практическая конференция, Княгинино, 17 декабря 2015 года. – Княгинино : Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 2016. – С. 313-315.
11. Белянчиков, Н. Н. Механизация животноводства / Н. Н. Белянчиков, А. И. Смирнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Молсква : Колос, 1983. – 360 с.: ил.
12. Белянчиков, И. Н.Механизация животноводства и кормопроизводства / Н. Н. Белянчиков, А. И. Смирнов. – Москва : Агропромиздат, 1989 г. – 400 с.
13. Завражнов, А. И. Механизация приготовления и хранения кормов / А. И. Завражнов, Д. И. Николаев. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 399 с.
14. Алешкин, В. Р. Механизация животноводства / В. Р. Алешкин, П. М. Рощин ; под редакцией С. В. Мельникова. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 336 с.
15. Конаков, А. П. Механизация раздачи кормов / А. П. Конаков, Ю. Н. Юдаев, Р. Б. Козин. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 175 с.
16. Мельников, С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С. В. Мельников. – Ленинград : Колос, Ленинградское отделение, 1978. – 560 с.
17. Резник, Н. Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н. Е. Резник. – Москва : Россельхозиздат,1975. – 320 с.
18. Резник, Е. И. Основные тенденции развития конструкций бункерных измельчителей кормов / Е. И. Резник // Тракторы и сельхозмашины. – 1985. – № 6. – С. 51-55.
19. Сысуев, В. А. Новые кормоцехи и технические средства для приготовления и раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота / В. А. Сысуев. – Киров : Луч, 1993. – 47 с.

УДК 631.363

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА МОЛОТКОВОГО ДВУХРОТОРНОГО ПИТАТЕЛЯ-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ГРУБЫХ КОРМОВ

Гребенев Д. А. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г.Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены результаты теоретических и экспериментальных исследований рабочего процесса молоткового двухроторного питателя-измельчителя грубых кормов усовершенствованной конструкции. Проведен анализ существующих аналогов оборудования для переработки тюков и рулонов грубых кормов, выявлены их конструктивные и эксплуатационные недостатки. Предложены конструктивные решения, направленные на повышение равномерности подачи материала в зону измельчения за счет установки направляющих элементов на днище бункера и применения вращающегося кольца с лопатками. Выполнены полные факторные эксперименты по планам 2^2 и 2^3 с целью оценки влияния частоты вращения роторов и кольца, зазора между молотками и декой, а также относительной влажности материала на энергоемкость процесса и пропускную способность агрегата. Получены адекватные полиномиальные модели, позволившие определить оптимальные параметры работы измельчителя. В результате установлены рациональные значения конструктивно-режимных параметров, обеспечивающие снижение удельной энергоемкости и повышение производительности оборудования.

Ключевые слова: грубые корма, двухроторный измельчитель, питатель-измельчитель, молотковый ротор, энергоемкость процесса, пропускная способность, оптимизация параметров, факторный эксперимент

Представленная классификация бункерных измельчителей грубых кормов показывает многообразие машин данного типа, хотя наибольшее распространение получили измельчители Roto Grind (США), Farmhand (Голландия) и ИРТ-165 (Россия) [1-6]. По энергоемкости процесса ИРТ-165 уступает всем серийно выпускаемым измельчителям, в то же время являясь одним из не многих представителем данного класса машин, предназначенных для переработки тюков и рулонов. Широкого распространения в хозяйствах республики измельчитель ИРТ-165 не нашел.

Измельчитель грубых кормов [7-10] разработан учеными Вятского государственного агротехнологического университета. По ряду технико-экономических показателей данная машина положительно отличается от своего аналога, дробилки ИРТ-165. В то же время её конструкция требовала дальнейшего совершенствования с целью увеличения равномерности подачи материала к роторам и совершенствования процесса загрузки материала, исключив наличие тракторного погрузчика (ПЭ-0,8 и другие [11-14]. Низкая равномерность подачи объяснялась зависанием корма в бункере из-за отсутствия устройств для подвода материала к рабочим органам молоткового ротора.

Для устранения этого недостатка на днище бункера были установлены направляющие элементы в виде криволинейных пластин которые обеспечивали равномерный подвод измельчаемого корма к питающим окнам в зону захвата его молотками ротора, а в качестве подающего органа в место вертикального бункера смонтировано вращающееся кольцо с лопатками и с защитным кожухом, а для подачи материала к кольцу установлен питатель-загрузчик с опрокидывающимся лотком.]. Данные конструктивные дополнения позволили полностью ликвидировать зависание корма в бункере и в значительной степени стабилизировать работу измельчителя. Схема и общий вид устройства приведены на рисунке 2.

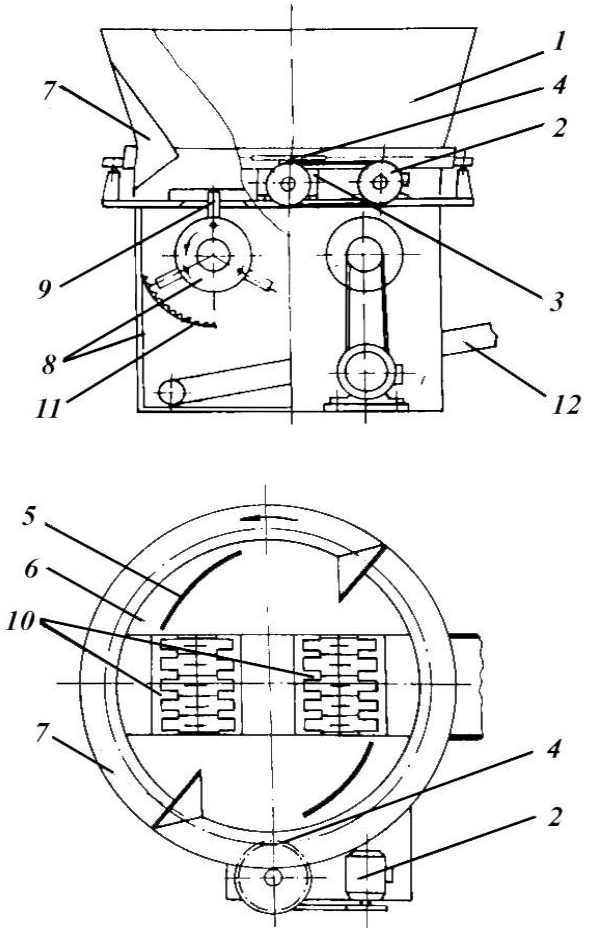




Рисунок 1- Схема и общий вид измельчителя с вертикальной осью вращения подающего бункера: 1 - бункер; 2 - электропривод бункера; 3 - редуктор; 4 - ведущая звёздочка; 5 - направляющая пластина; 6 - днище; 7 - лопасть-ворошилка; 8 - ротор; 9 - молоток; 10 - противорежущая гребёнка; 11 - дека; 12 - отгрузной транспортёр.

На основании теоретических предпосылок для данной конструкции определено расположение направляющих элементов на днище, обеспечивающих оптимальный угол

подачи материала. Для диаметра ротора D=0,6 м, рабочей длины L=0,3 м и длины вылета молотка b=0,1 м угол подачи материала составляет 45° [15-18].

Кроме того, для предотвращения проскальзывания материала относительно кольца при его вращении на внутренней стенке последнего установлены специальные лопатки.

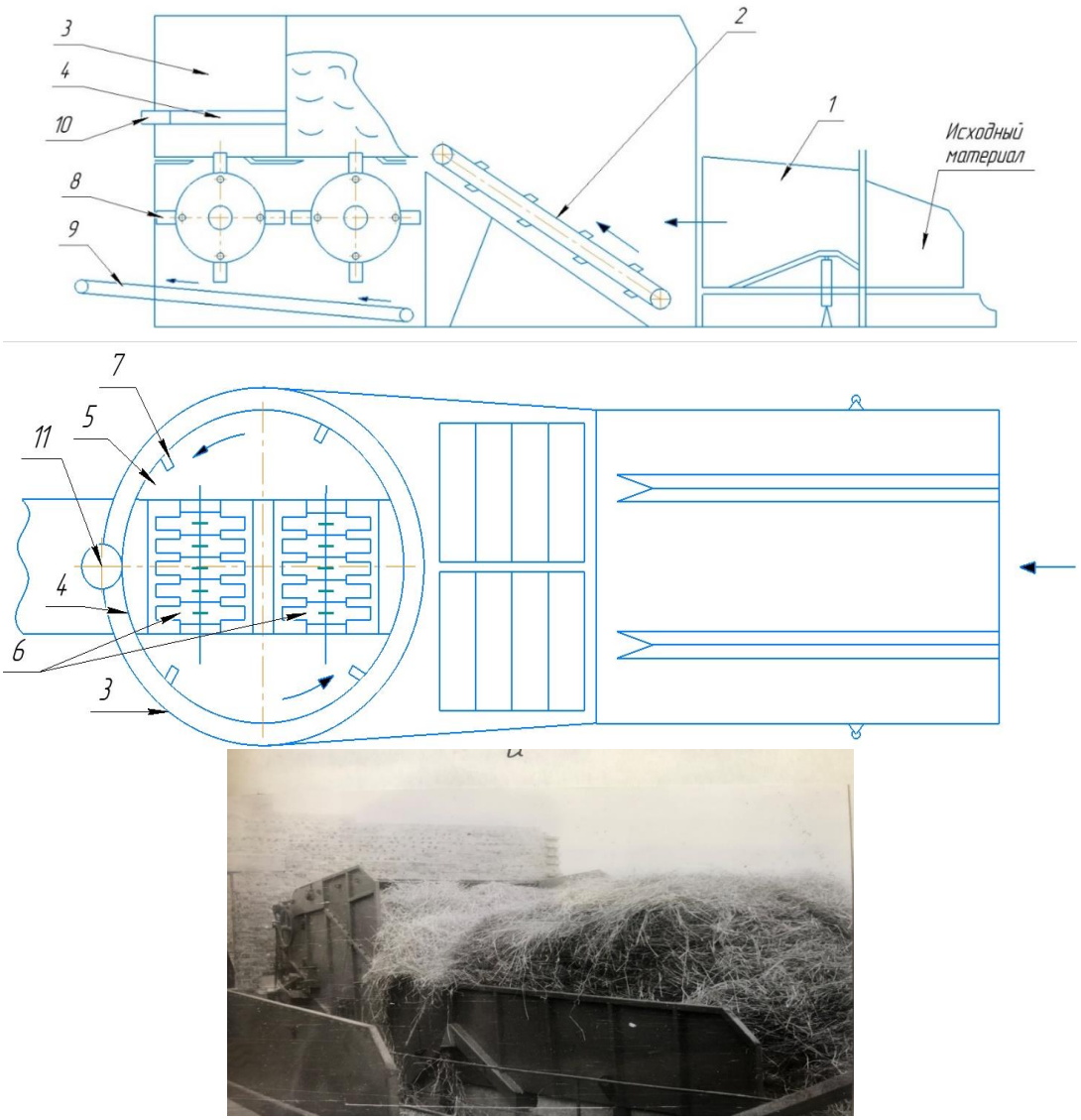


Рисунок 2- Схема и общий вид питателя-измельчителя: 1-приемный лоток,2-транспортер подающий, 3-кожух, 4- кольцо, 5- днище, 6-питающие окна, 7-лопасть, 8-молотковый ротор, 9 - транспортер отгрузной, 10 - колесо приводное.

В ходе исследований установлено, что увеличение вылета молотков над гребенками с 80 до 100 мм при прочих равных условиях повышает пропускную способность агрегата на 900 кг/ч (с 3500 до 4400) при частоте вращения роторов 2100 $мин^{-1}$, частоте вращения кольца 21 $мин^{-1}$, относительной влажности материала 25%. Кроме того, было установлено, что направление вращения роторов в одну сторону оказывается более эффективным по сравнению с тем, когда роторы вращаются в разные стороны. С целью определения оптимальных значений факторов, влияющих на эффективность рабочего процесса двухроторного измельчителя, поставлены полные факторные эксперименты типа 2^2 и 2^3, где оценивалось влияние на энергоемкость процесса Э, кВт.ч/(т.ед.ст.изм.) - (y_1) и пропускную способность Q, кг/ч (y_2), ряда факторов: частота вращения роторов n_p (x_1), кольца $n_б$ (x_2), зазор между декой и молотками (x_3) и относительная влажность материала W (x_4) [13-15]. На первом этапе изучалось влияние двух факторов: частоты вращения кольца x_2 и относительной влажности соломы x_4.

Обработка результатов позволила получить полиномиальные модели вида:

$$y_1=0,193-0,0195x_2-0,108x_4-0,0145x_2x_4 \; ; \quad (1)$$

$$y_2=4769+975x_2+1342x_4+996x_2x_4. \quad (2)$$

Статистическая проверка моделей и их графический анализ с помощью двумерных сечений показали, что данные модели адекватно представляют рабочий процесс измельчителя, при этом значения критериев оптимизации улучшаются с увеличением частоты вращения кольца и относительной влажности материала.

Для изучения влияния на удельную энергоемкость процесса и пропускную способность таких факторов, как частота вращения роторов x_1, частота вращения кольца x_2 и зазор между молотками и декой x_3 , проведены опыты по плану 2^3 [16-19].

Получены неполные полиномиальные модели вида

$$y_1=0,0771+0,0034x_1-0,0086x_2+0,0011x_3+0,0066x_1x_2-0,0056x_2x_3++0,0012x_1x_3 \quad (3)$$

$$y_2=4480+9,4x_1+1436x_2-528x_3-408x_1x_2+87x_1x_3-250x_2x_3 \; . \quad (4)$$

Анализ двумерного сечения (рисунок 3) показывает, что на энергоёмкость процесса значительное влияние оказывает фактор x_2 - частота вращения кольца, причём данное влияние имеет обратно пропорциональную зависимость.

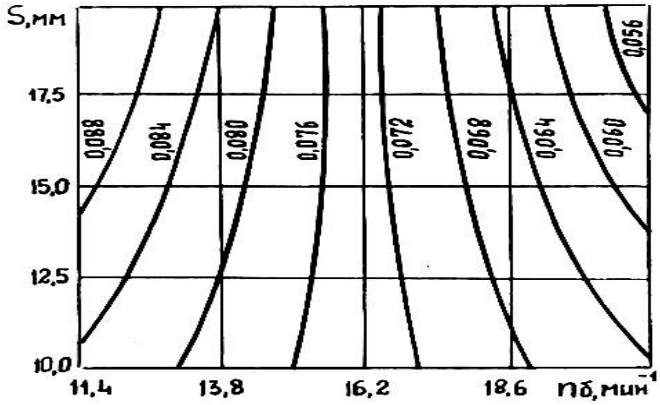


Рисунок 3- Двумерные сечения поверхности отклика модели 3

Таким образом, в результате исследований питателя- измельчителя кормов усовершенствованной конструкции были зафиксированы следующие оптимальные значения его параметров:

1. Частота вращения роторов, мин$^{-1}$ - 2100;
2. Зазор между деками и молотками, мм - 10;
3. Количество пакетов молотков на роторе - 3;
4. Количество молотков в пакете - 5;
5. Вылет молотков над днищем, мм - 100;
6. Частота вращения кольца, мин$^{-}$ $^{-}$ 10...18.

При этом в процессе работы, в зависимости от влажности измельчаемого корма и его физико-механических свойств, для получения максимальной пропускной способности следует регулировать частоту вращения кольца, доводя степень загрузки электропривода роторов до номинальной.

Литература

1. Белянчиков, И. Н. Механизация животноводства и кормопроизводства / И. Н. Белянчиков, А. И. Смирнов. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 400 с.

2. Завражнов, А. И. Механизация приготовления и хранения кормов / А. И. Завражнов, Д. И. Николаев. – Москва : Агропромиздат. 1990. – 399 с.

3. Алешкин, В. Р. Механизация животноводства / В. Р. Алешкин, П. М. Рощин ; под редакцией С. В. Мельникова. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 336 с.

4. Мельников, С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рощин. – Ленинград : Колос, 1980. – 168 с.

5. Машины и технологии в животноводстве : учебник / В. Г. Мохнаткин, П. Н. Солонщиков, Е. А. Софронов [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022 – 460 с.: ил.
6. Разработка и создание кормоприготовительного оборудования модульного типа с использованием методов математического и физического моделирования / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, Р. М. Горбунов, В. А. Якимов // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 1 (33). – С. 14-25.
7. Мохнаткин, В. Г. Исследование рабочего процесса роторного измельчителя с осевой подачей материала / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, Р. М. Горбунов // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 2 (30). – С. 4-14.
8. Мохнаткин, В. Г. Повышение пропускной способности молоткового измельчителя с горизонтальным подающим бункером / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, Р. М. Горбунов // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 3 (31). – С. 23-30.
9. Мохнаткин, В. Г. Изучение рабочего процесса экспериментального питателя-измельчителя грубых кормов с применением релейного метода обработки экспериментальных данных / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов. – 2020. – С. 68-73.
10. Мохнаткин, В. Г. Молотковые измельчители в кормоприготовительных агрегатах : монография / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, П. Н. Солонщиков. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024 – 168 с.
11. Мохнаткин, В. Г. Обоснование типа и размеров подающего органа измельчителя стебельных кормов / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков // Вестник Вятского ГАТУ. – 2024. – № 4 (22). – С. 86-92.
12. Сельскохозяйственная техника для интенсивных технологий : каталог / под редакцией А. Е. Авдеева, А. Б. Бицоева, П. С. Волкова [и др.] – Москва : АгроНИИТ ЭНИТО, 1988. – 288 с.
13. Сельскохозяйственная техника и оборудование для фермерских хозяйств : каталог / под редакцией П. А. Андреева : в 2 т. Том 1. – Москва : Информагротех, 1994. – 384 с.
14. Резник, Е. И. Основные тенденции развития конструкций бункерных измельчителей кормов / Е. И. Резник // Тракторы и сельхозмашины. – 1985. – № 6. – С. 51-55.
15. Солонщиков, П. Н. Обоснование параметров загрузочной камеры в экспериментальной смесительной установке / П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 14 февраля 2022 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – Вып. 22. – С. 134-138.
16. Солонщиков, П. Н. Оптимизация параметров и режимов работы смесителя жидких кормов при периодическом внесении компонентов / П. Н. Солонщиков // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Киров, 20 декабря 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 239-244.
17. Солонщиков, П. Н. Инженерное обеспечение процесса приготовления жидких кормовых смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию создания кафедры "Ремонт машин и технология конструкционных материалов", Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 128-131.
18. Чемлева, Т. А. Применение симплекс-решётчатого планирования при исследовании диаграммы состав-свойство / Т. А. Чемлев, Н. Г. Микеншина // Новые идеи в планировании эксперимента. – Москва : Наука, 1969. – С.191-208.

УДК 531.8

ПЛАЗМЕННАЯ СВАРКА МЕТАЛЛОВ

Гулуев С. Н. – обучающийся 1 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлено описание процесса плазменной сварки металлов. Плазма – ионизированный газ, содержащий электрически заряженные частицы и способный проводить ток. Дуговая плазменная струя – интенсивный источник теплоты с широким диапазоном технологических свойств. Ее можно использовать для нагрева, сварки или резки, как электропроводных металлов, так и неэлектропроводных материалов, таких как стекло, керамика.

Ключевые слова: плазменная сварка, микроплазменная сварка, технология конструкционных материалов, плазматрон

Плазменная сварка – это та же сварка плавлением. Здесь действует тоже электрическая дуга. Но это уже сжатая дуга, которую позволяет получить специальная горелка, плазмотрон. Плазмотрон позволяет получить сжатую дугу с температурой до 30000°С.

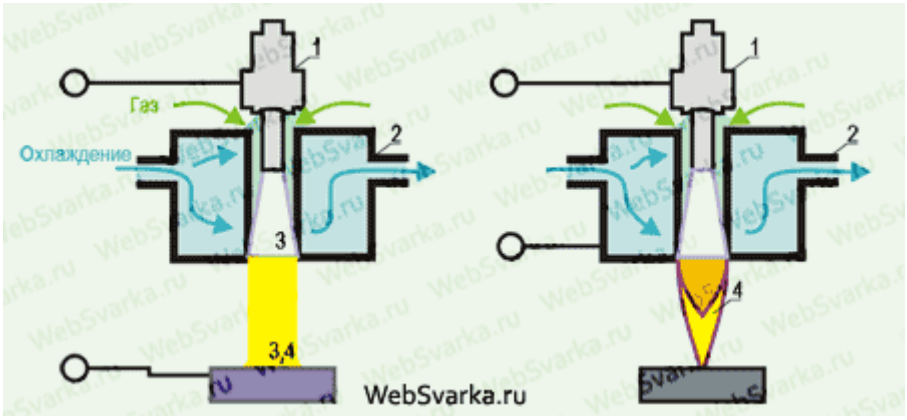


Рисунок 1 – Подробная иллюстрация плазменной сварки:
1 - вольфрамовый электрод - катод; 2 - канал сопла; 3 - столб дуги; 4 - поток плазмы

Сущность способа. Плазма – ионизированный газ, содержащий электрически заряженные частицы и способный проводить ток [1-5].

Ионизация газа происходит при его нагреве. Степень ионизации тем выше, чем выше температура газа. В центральной части сварочной дуги газ нагрет до температур 5000-30000° С, имеет высокую электропроводность, ярко светится и представляет собой типичную плазму. Плазменную струю, используемую для сварки и резки, получают в специальных плазматронах, в которых нагревание газа и его ионизация осуществляются дуговым разрядом в специальных камерах.

Вдуваемый в камеру газ, сжимая столб дуги в канале сопла плазматрона и охлаждая его поверхностные слои, повышает температуру столба. В результате струя проходящего газа, нагреваясь до высоких температур, ионизируется и приобретает свойства плазмы. Увеличение при нагреве объема газа в 50-100 и более раз приводит к истечению плазмы со сверхзвуковыми скоростями. Плазменная струя легко расплавляет любой металл.

Дуговую плазменную струю для сварки и резки получают по двум основным схемам. При плазменной струе прямого действия изделие включено в сварочную цепь дуги, активные пятна которой располагаются на вольфрамовом электроде и изделии. При плазменной струе косвенного действия активные пятна дуги находятся на вольфрамовом электроде и внутренней или боковой поверхности сопла. Плазмообразующий газ может служить также и защитой расплавленного металла от воздуха. В некоторых случаях для защиты расплавленного металла используют подачу отдельной струи специального, более дешевого

защитного газа. Газ, перемещающийся вдоль стенок сопла, менее ионизирован и имеет пониженную температуру. Благодаря этому предупреждается расплавление сопла. Однако большинство плазменных горелок имеет дополнительное водяное охлаждение.

Дуговая плазменная струя - интенсивный источник теплоты с широким диапазоном технологических свойств. Ее можно использовать для нагрева, сварки или резки, как электропроводных металлов, так и неэлектропроводных материалов, таких как стекло, керамика и др. (плазменная струя косвенного действия). Тепловая эффективность дуговой плазменной струи зависит от величины сварочного тока и напряжения, состава, расхода и скорости истечения плазмообразующего газа, расстояния от сопла до поверхности изделия, скорости перемещения горелки (скорости сварки или резки) и т. д. Геометрическая форма струи может быть также различной (квадрат, ной, круглой и т. д.) и определяться формой выходного отверстий сопла.

Техника сварки. Питание дуги, как правило, осуществляется переменным или постоянным током прямой полярности (минуя на электроде). Возбуждают дугу с помощью осциллятора. Для облегчения возбуждения дуги прямого действия используют дежурную дугу, горящую между электродом и соплом горелки. Для питания плазмообразующей дуги требуются источники сварочного тока с рабочим напряжением до 120 В, а в некоторый случаях и более высоким; для питания плазматрона, используемого для резки, оптимально напряжение холостого хода источника питания до 300 В.

Плазменной струей можно сваривать практически все металлы в нижнем и вертикальном положениях. В качестве плазмообразующего газа используют аргон или гелий, которые также могут быть и защитными. К преимуществам плазменной сварки относятся высокая производительность, малая чувствительность к колебаниям длины дуги, устранение включений вольфрама в металле шва. Без скоса кромок можно сваривать металл толщиной до 15 мм с образованием провара специфической формы. Это объясняется образованием сквозного отверстия в основном металле, через которое плазменная струя выходит на обратную сторону изделия [5-9]. Расплавляемый в передней части сварочной ванны металл давлением плазмы перемещается вдоль стенок сварочной ванны в ее хвостовую часть, где кристаллизуется, образуя шов. По существу процесс представляет собой прорезание изделия с заваркой места резки.

Плазменной струей можно сваривать стыковые и угловые швы. Стыковые соединения на металле толщиной до 2 мм можно сваривать с отбортовкой кромок, при толщине свыше 10 мм рекомендуется делать скос кромок. В случае необходимости используют дополнительный металл. Для сварки металла толщиной до 1 мм успешно используют микроплазменную сварку струей косвенного действия, в которой сила сварочного тока равна 0,1-10 А.

Резка плазменной струей основана на расплавлении металла в месте реза и его выдувании потоком плазмы. Плазменную струю используют для резки металла толщиной от долей до десятков миллиметров. Для резки металла малой толщины используют плазменную струю косвенного действия. При повышенной толщине металла лучшие результаты достигаются при плазменной струе прямого действия. При резке даже углеродистых сталей во многих случаях она более экономична, чем газокислородная, ввиду высокой скорости и лучшего качества реза.

В зависимости от металла в качестве плазмообразующих газов можно использовать азот, водород, аргоно-водородные, аргоно-азотные, азото-водородные смеси. Использование для резки смесей газов, содержащих двухатомные газы, энергетически более эффективно. Диссоциируя, двухатомный газ поглощает много теплоты, которая выделяется на холодной поверхности реза при объединении свободных атомов в молекулу. В последнее время, когда появилась возможность использовать водоохлаждаемые циркониевые и гафниевые электроды, в качестве режущего газа стали использовать и воздух. Сварку и резку можно выполнять вручную и автоматически.

Микроплазменная сварка.

Сварка деталей малых толщин (5 – 0,2 мм) является сложной задачей при использований многих других методов сварки плавлением.

Малоамперная плазменная дуга, сформированная специальным плазмотроном с вольфрамовым электродом, имеет конусообразную форму с вершиной, обращенной к изделию. Такая форма ее обеспечивается конструктивными особенностями плазмотрона, правильным выбором плазмообразующего и защитного газов и их расходом. Наиболее часто в качестве плазмообразующего газа используется аргон. У нижнего среза сопла плазменная дуга существует только в струе аргона. По мере приближения к аноду (изделию) плазмообразующий и защитный газы перемешиваются и плазменная дуга горит уже в смеси этих газов. Чем ближе к аноду, тем больше в смеси содержится защитного газа. Если защитный газ имеет больший коэффициент теплопроводности, чем плазмообразующий, то степень сжатия дуги по мере приближения к аноду увеличивается, и она приобретает конусообразную форму (форму копья) [9-17].

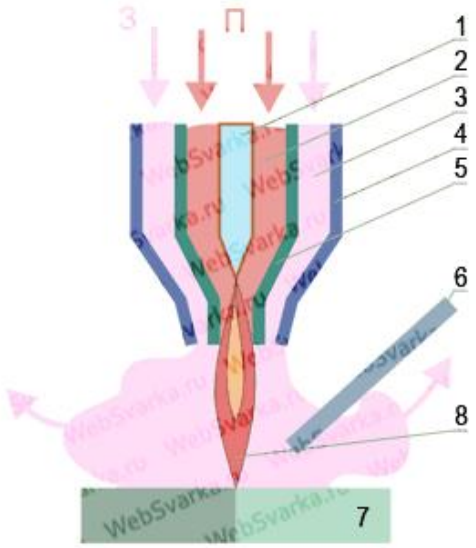


Рисунок 2 – Микроплазменная сварка:
1 - вольфрамовый электрод; 2 - канал для подачи плазмообразующего газа; 3 - канал для подачи защитного газа; 4 - керамическое сопло; 5 - сопло плазмообразующего канала; 6 - присадочная проволока; 7 - свариваемые детали; П - плазмообразующий газ; З - защитный газ

При правильно выбранном расходе плазмообразующего газа указанная форма малоамперной плазменной дуги образуется при использовании в качестве защитного газа аргоноводородной смеси (90% Ar + 10% H_2), гелия, азота и углекислого газа. Если защитный газ аргон, то форма дуги цилиндрическая или слегка расширяющаяся в направлении к аноду. Такая же форма дуги сохраняется при ее существовании на токах больших 20 А, так как влияние защитного газа на сжатие дуги заметно ослабляется. Эффект сжатия дуги уменьшается и при увеличении расхода плазмообразующего газа более оптимального.

Особо тонкие металлы свариваются малоамперной дугой в импульсном режиме с формированием однополярных или разнополярных импульсов. Нагрев и плавление свариваемого металла происходит в течение импульса тока определенной длительности дугой прямой полярности. Во время паузы, когда ток в рабочей цепи питания плазменной дуги равен нулю, жидкий металл кристаллизуется и формируется сварная точка. Время импульса и паузы, а также скорость сварки выбираются таким образом, чтобы обеспечивалась определенная величина перекрытия кристаллизующихся точек.

Импульсная микроплазменная сварка значительно облегчает процесс получения качественного сварного соединения, поскольку позволяет таким образом подобрать амплитуду тока, длительности импульсов сварки и паузы, что прожоги свариваемого металла

практически исключаются даже в случае остановки процесса или неравномерности его осуществления.

Разновидностью способа микроплазменной сварки в импульсном режиме является сварка разнополярными импульсами. В течение импульса тока прямой полярности свариваемым кромкам передается достаточное количество теплоты, которая обеспечивает их расплавление, образование сварочной ванны и, после ее кристаллизации, формирование сварной точки. В течение импульса тока обратной полярности в свариваемые кромки вводится меньшее количество теплоты, достаточное только для разрушения окисной пленки. За это время сварочная ванна охлаждается до полной или частичной кристаллизации. Следующий импульс тока прямой полярности создает сварную точку на определенном (в зависимости от скорости сварки) расстоянии от предыдущей. Перекрытие точек задается их размером и шагом.

Для сварки Al, Mg и их сплавов разработан процесс микроплазменной сварки на обратной полярности. Особенность способа состоит в том, что используются два источника питания. Один (ИП1) для непрерывного поддержания горения дежурной дуги между вольфрамовым электродом и медным соплом плазмотрона. Другой (ИП2) для питания основной дуги, горящей между медным соплом (анодом) и свариваемой деталью (катодом). Использование медного водоохлаждаемого сопла в качестве анода основной дуги позволяет исключать влияние тока обратной полярности основной дуги на вольфрамовый электрод, тем самым обеспечивается его высокая стойкость. Небольшой диаметр электрода обеспечивает устойчивое горение дежурной дуги на токах 2...5 А. При малых расходах плазмообразующего газа (0,2...0,8 л/мин) анодное пятно основной дуги размещается внутри канала сопла, а сжатие столба дуги на открытом ее участке и вблизи катода обеспечивается защитным газом, также как и при сварке на прямой полярности. Катодное пятно непрерывно блуждает по поверхности изделия и разрушает тугоплавкую оксидную пленку. Этот способ позволяет соединять алюминий и его сплавы толщиной в десятые и сотые доли миллиметра. Однако блуждание пятна приводит к получению широкого шва и большой зоны термического влияния.

В настоящее время успешно осуществляется микроплазменная сварка алюминия на переменном токе. При этом способе между соплом и электродом плазмотрона непрерывно горит дежурная дуга постоянного тока. При подаче на вольфрамовый электрод положительного относительно изделия полупериода напряжения, между ними формируется сжатая дуга обратной полярности с нестационарным катодным пятном, разрушающим оксидную пленку. Затем на вольфрамовый электрод плазмотрона поступает отрицательный относительно изделия полупериод напряжения. При этом генерируется сжатая дуга с большой плотностью энергии, достаточной для осуществления сварки металлов, имеющих на поверхности тугоплавкие окисные пленки. При этом, так как по вольфрамовому электроду проходит только ток прямой полярности, разрушения его не происходит. Возможность раздельной подачи тока прямой и обратной полярности на вольфрамовый электрод является важным технологическим достоинством данного способа микроплазменной сварки.

Микроплазменной сваркой наиболее технологично выполняются стыковые, отбортованные и торцовые соединения. Качество сварного шва зависит от правильности подготовки кромок под сварку, точности сборки и качества применяемой оснастки. Стыковые соединения рекомендуются при толщинах S = 0,3...2,0 мм. При S<0,3 мм технологичнее стыковые с отбортовкой. Торцовые соединения рекомендуются для всех толщин, так как при их выполнении отпадает необходимость в применении присадочной проволоки и подкладок. Нахлесточные и тавровые соединения не рекомендуются и их следует заменять на стыковые, торцовые и стыковые с отбортовкой.

Обратная сторона шва (со стороны корня) формируется либо гладкой технологической подкладкой, имеющей канавку овального, треугольного или прямоугольного сечения. Для получения стыковых соединений применяют, как правило,

односторонние швы, выполняемые за один проход с полным проплавлением кромок на всю толщину свариваемого металла. В некоторых случаях, например, при сварке стыковых кольцевых швов, применяют многопроходную одностороннюю сварку. Первый проход выполняется на токе меньше номинального и служит для прихватки кромок соединяемых деталей, а следующим проходом осуществляют проплавление кромок на всю толщину.

Методом микроплазменной сварки можно выполнять соединение деталей во всех пространственных положениях. Хотя технологически наиболее просто выполняются швы в нижнем положении, особых затруднений в выполнении вертикальных, горизонтальных и потолочных швов не возникает, так как объем сварочной ванны небольшой, и расплавленный металл легко удерживается в ней за счет сил поверхностного натяжения.

К сборке деталей под сварку предъявляются повышенные требования. Разметка деталей допускается только мягким инструментом, наличие рисок, царапин и разрывов на свариваемых кромках не допускается. Свариваемые кромки тщательно рихтуются деревянным молотком и очищаются от загрязнений. Сборку осуществляют в прецизионных оправках. При сварке протяженных швов делаются прихватки длиной 3...5 мм.

Стабильность горения плазменной дуги и качество сварного соединения зависят от формы рабочей части электрода и положения его в канале сопла. Угол заточки рабочей части вольфрамового электрода должен выдерживаться в пределах 10...15 градусов. Ось электрода должна точно совпадать с осью канала сопла, а сам электрод должен быть утоплен в канале сопла не более чем на 0,5 мм. При соблюдении данных требований длина факела плазмы при горении дежурной дуги должна быть не менее 1,5...2,0 мм.

Основная дуга возбуждается касанием факела дежурной дуги свариваемого металла. После зажигания основной дуги плазмотрон не перемещается до тех пор, пока на кромках не образуется сварочная ванна (при ручной сварке). После этого плазмотрон перемещается по стыку в направлении сварки. Угол наклона плазмотрона поддерживается в пределах 60...80° при ручной и 80...90° при автоматической (сварка углом вперед). Поперечные колебания плазмотрона не производят. Защитный газ подается еще в течение нескольких секунд после окончания процесса сварки и отключения основной дуги.

При разработке технологии сварки любых металлов следует учитывать их исходные свойства. Например, низкоуглеродистые спокойные и полуспокойные стали успешно свариваются при использовании в качестве защитного газа аргоно-водородной смеси. Кипящие стали склонны к образованию пор, появляющихся в результате взаимодействия водорода с оксидами железа во время кристаллизации расплава сварочной ванны. Поэтому содержание водорода в защитном газе не должно превышать 3%.

Наиболее успешно микроплазменная сварка применяется при соединении деталей, выполненных из коррозионно-стойких сталей аустенитного класса. Сварка этих материалов выполняется в жестких зажимных приспособлениях для обеспечения теплоотвода из зоны сварки и уменьшения коробления свариваемых деталей и сварного изделия.

Литература

1. Гребнев, А. В. Интенсификация обработки резанием труднообрабатываемых материалов / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы X Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, посвященный 65-летию со дня образования инженерного факультета Вятской ГСХА, Киров, 07 февраля 2017 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – Вып. 18. – С. 113-116. – EDN YMGANM.

2. Деветьяров, Р. Р. Способы наддува двигателей внутреннего сгорания / Р. Р. Деветьяров, А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург : Российская академия транспорта, 2006. – Вып. 4. – С. 188-197. – EDN XSSXIT.

3. Гребнев, А. В. Расчет реактивного усилия на рулевом колесе автомобиля / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы

IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 96-98. – EDN WZAWPP.
4. Качин, И. Е. Расчет энергии удара автоматического кернера / И. Е. Качин, Д. В. Ложкин, А. В. Гребнев // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 63-66. – EDN KJIRBH.
5. Гребнев, А. В. Особенности применения пид-регулятора для уравновешивания нестабильной механической системы / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 98-100. – EDN AHUZZE.
6. Chuvashev, A. N. Influence of alcohol-fuel emulsions on effective indicators of the diesel depending on change of a corner of injection of fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12184. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012184. – EDN WCSUVY.
7. Chuvashev, A. N. Analysis of the use of methanol with a pilot portion diesel fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62089. – DOI 10.1088/1757-899X/862/6/062089. – EDN AQLMHW.
8. Chuprakov, A. I. The formation of soot in the cylinder of a diesel engine when operating on methanol-containing motor fuel / A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62087. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062087. – EDN DGUUSB.
9. Kopchikov, V. N. Reduced emission of nitrogen oxides by the diesel engine running on methanol and methyl ether of rapeseed oil / V. N. Kopchikov, A. V. Fominykh // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42028. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/4/042028. – EDN EFXOPH.
10. Фоминых, А. В. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизелях с использованием ДСТ / А. В. Фоминых // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 01–30 апреля 2014 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – С. 216-218. – EDN YHKCVF.
11. Fominykh, A. V. Influence of crankshaft speed on biofuel combustion in a diesel engine / A. V. Fominykh, V. N. Kopchikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62065. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062065. – EDN HOXPRI.

12. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
13. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спиртотопливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
14. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
15. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
16. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
17. Kozlov, A. N. Influence of ethanol on the combustion process and soot formation in the diesel cylinder / A. N. Kozlov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // Journal of Physics: Conference Series : International Scientific Conference "Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering - APITECH-2019", Krasnoyarsk, 25–27 сентября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. Vol. 1399. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 55051. – DOI 10.1088/1742-6596/1399/5/055051. – EDN NYRTZE.

УДК 531.8

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СЦЕПЛЕНИЯ С ДОРОГОЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ НА ПОДЪЕМЕ АВТОМОБИЛЕЙ С РАЗНЫМ ТИПОМ ПРИВОДА

Гураздин И. А. – обучающийся 1 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрено решение задачи получения аналитической зависимости максимального предельного угла подъема дороги, который сможет преодолеть автомобиль. Рассмотрены случаи разного типа приводов автомобилей.

Ключевые слова: теоретическая механика, статика, равновесие сил, плоская система сил

Рассмотрим заднеприводный, переднеприводный и полноприводный автомобили. Рассмотрим задачу получения аналитической зависимости максимального предельного угла подъема дороги, который сможет преодолеть автомобиль [1-3].

Заднеприводный автомобиль.

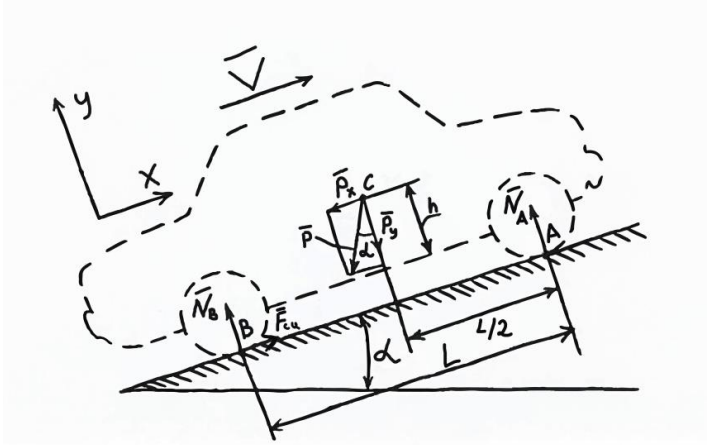


Рисунок 1 – Расчетная схема для заднеприводного автомобиля

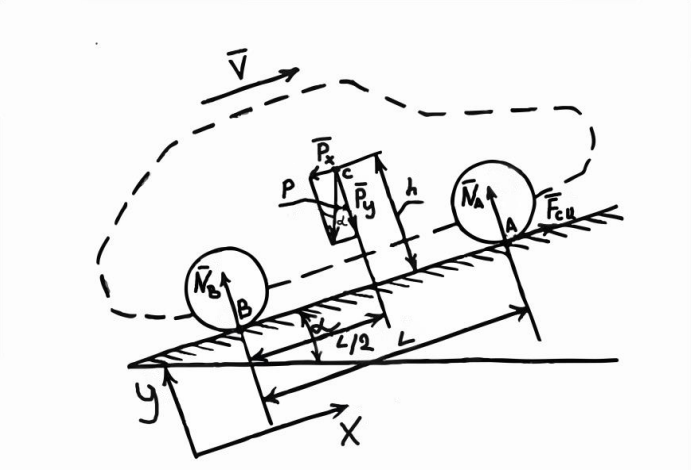


Рисунок 2 – Расчетная схема для переднеприводного автомобиля

По длине автомобиля центр тяжести располагается по середине базы (размер L/2) при условии полной загрузки автомобиля (5 человек в салоне и 50 кг груза в багажнике).

Решение: На автомобиль действует система сил произвольно расположенных на плоскости. Записываем условия равновесия и составляем уравнения равновесия [4-7].

$$\Sigma F(x) = 0: F_{СЦ} - P_X = 0, \quad (1)$$

$$\Sigma F(y) = 0: N_A + N_B - P_У = 0, \quad (2)$$

$$\Sigma M_A = 0: P_X \cdot h + P_У \cdot \frac{L}{2} - N_B \cdot L = 0. \quad (3)$$

где P – сила тяжести,

P_X, $P_У$ – проекции силы тяжести на координатные оси,
N_A, N_B – нормальные реакции со стороны дороги на передние и задние колеса,
$F_{СЦ}$ – сила сцепления с дорогой ведущих колес,
C – цент масс автомобиля,
L – база автомобиля,
h – высота расположения центра тяжести,
α – угол подъема дороги.

Так как $P_X = P \cdot \sin\alpha$, $P_Y = P \cdot \cos\alpha$, то уравнение (3) будет выглядеть

$$P \cdot \sin\alpha \cdot h + P \cdot \cos\alpha \cdot \frac{L}{2} - N_B \cdot L = 0,$$

выразим из него N_B

$$N_B = (P \cdot \sin\alpha \cdot h + P \cdot \cos\alpha \frac{L}{2})/L = P(\frac{\sin\alpha \cdot h}{L} + \frac{\cos\alpha}{2}). \quad (4)$$

Вернемся к уравнению (1). Автомобиль будет двигаться верх, если $F_{СЦ}$ будет больше P_X. В крайнем случае должно быть $F_{СЦ} = P_X$.

Преобразуем $F_{СЦ} – P_X = 0$.

Известно, что $F_{СЦ} = f \cdot N_B$,

где f – коэффициент сцепления шин с дорогой,

$P_X = P \cdot \sin\alpha$,

тогда получим

$$f \cdot N_B - P \cdot \sin\alpha = 0,$$

учитывая уравнение (4), получим:

$$f \cdot P\left(\frac{\sin\alpha \cdot h}{L} + \frac{\cos\alpha}{2}\right) - P\sin\alpha = 0 \; f \cdot \left(\frac{\sin\alpha \cdot h}{L} + \frac{\cos\alpha}{2}\right) - \sin\alpha = 0.$$

Раскроем скобки

$$\frac{f \cdot h}{L} \cdot \sin\alpha + \frac{f}{2} \cdot \cos\alpha - \sin\alpha = 0.$$

Разделим на $\cos\alpha$:

$$\frac{f \cdot h}{L}\mathrm{tg}\,\alpha + \frac{f}{2} - \mathrm{tg}\,\alpha = 0, \; \mathrm{tg}\,\alpha\left(\frac{f \cdot h}{L} - 1\right) = -\frac{f}{2}, \; \mathrm{tg}\,\alpha = -\frac{f}{2}/(\frac{f \cdot h}{L} - 1), \; \mathrm{tg}\,\alpha = \frac{f}{2(1 - \frac{f \cdot h}{L})},$$

$$\alpha = arctg\,\frac{f}{2(1 - \frac{f \cdot h}{L})}.$$

В итоге окончательно получим

$$\alpha \le arctg\,\frac{f}{2(1 - \frac{f \cdot h}{L})} \quad (5).$$

Выражение (5) представляет из себя условие движения на подъем заднеприводного автомобиля.

Переднеприводный автомобиль (рисунок 2).

Условия равновесия запишутся:

$$\Sigma F\,(x) = 0: F_{СЦ} – P_X = 0 \quad (5)$$

$$\Sigma F\,(y) = 0: N_A + N_B – P_У = 0 \quad (6)$$

$$\Sigma M_B = 0: N_A \cdot L + P_X \cdot h - P_Y \cdot \frac{h}{2} = 0 \quad (7)$$

Так как $P_X = P \cdot \sin\alpha$, $P_Y = P \cdot \cos\alpha$, то можно записать:

$$\Rightarrow N_A \cdot L + P \cdot \sin\alpha \cdot h - P \cdot \cos\alpha \cdot \frac{L}{2} = 0, \quad (3)$$

$$N_A = (P \cdot \cos\alpha \cdot \frac{L}{2} - P \cdot \sin\alpha \cdot h)/L = P(\frac{\cos\alpha}{2} - \frac{h}{L}\sin\alpha). \quad (8)$$

Вернемся к уравнению (5). Для движения автомобиля необходимо в крайнем случае чтобы выполнялось условие $F_{СЦ} = P_X$.

$$F_{СЦ} = f \cdot N_A, \; P_X = P \cdot \sin\alpha, \; f \cdot N_A - P \cdot \sin\alpha = 0.$$

Учитывая (8), получим

$$f \cdot P(\frac{\cos\alpha}{2} - \frac{h}{L} \cdot \sin\alpha) - P \cdot \sin\alpha = 0, f \cdot (\frac{\cos\alpha}{2} - \frac{h}{L} \cdot \sin\alpha) - \sin\alpha = 0,$$

$$f \cdot \frac{\cos\alpha}{2} - \frac{fh}{L} \cdot \sin\alpha - \sin\alpha = 0,$$

разделим на $\cos\alpha$, получим:

$$\frac{f}{2} - \frac{f \cdot h}{L} tg\alpha - tg\alpha = 0, -\frac{f \cdot h}{L} tg\alpha - tg\alpha = -\frac{f}{2}, \frac{fh}{L} \cdot tg\alpha + tg\alpha = \frac{f}{2},$$

$$tg\alpha \cdot \left(\frac{f \cdot h}{L} + 1\right) = \frac{f}{2}, tg\alpha = \frac{f}{2 \cdot (\frac{f \cdot h}{L} + 1)}.$$

Окончательно получаем:

$$\alpha \leq arctg \frac{f}{2\left(\frac{f \cdot h}{L} + 1\right)} \quad (9).$$

Выражение (9) – это условие движения на подъем переднеприводного автомобиля.
Полноприводный автомобиль (рисунок 3).

Условия равновесия запишутся:

$$\Sigma F\,(x) = 0: F_{СЦА} + F_{СЦВ} - P_X = 0, \quad (10)$$

$$\Sigma F\,(y) = 0: N_A + N_B - P_Y = 0, \quad (11)$$

$$\Sigma M_B = 0: N_A \cdot L - P_Y \cdot \frac{L}{2} + P_X \cdot h = 0. \quad (12)$$

где $F_{СЦА}$ – сила сцепления передних колес с дорогой;

$F_{СЦВ}$ – сила сцепления задних колес с дорогой.

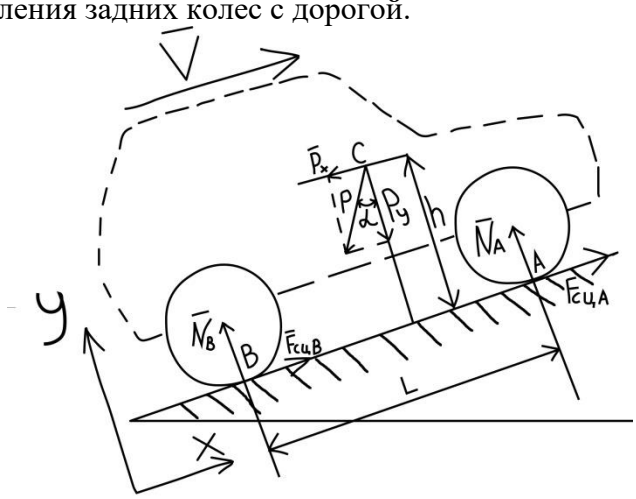


Рисунок 3 – Расчетная схема для полноприводного автомобиля

Автомобиль будет двигаться, если $F_{СЦА} + F_{СЦВ} \geq P_X$.
Учитывая, что

$$F_{СЦА} = f \cdot N_A, F_{СЦВ} = f \cdot N_B, P_X = P \cdot \sin\alpha, P_Y = P \cdot \cos\alpha,$$

можно записать:

(10) $\Rightarrow f \cdot N_A + f \cdot N_B - P\sin\alpha = 0, \quad f \cdot (N_A + N_B) - P\sin\alpha = 0,$ (13)

(11) $\Rightarrow N_A + N_B = P_Y, \quad N_A + N_B = P \cdot \cos\alpha.$ (14)

Подставляя в уравнение (13) выражение (14), получим:

$$f \cdot P \cdot \cos\alpha - P \cdot \sin\alpha = 0, f \cdot \cos\alpha - \sin\alpha = 0,$$

разделим на $\cos\alpha$, получим:

$$f - tg\alpha = 0, \quad tg\alpha = f,$$

Окончательно получаем:

$$\alpha \leq arctgf. \quad (15).$$

Выражение (15) – это условие движения на подъем переднеприводного автомобиля.

Анализируя полученные выражения можно сделать выводы [8-16]: у полноприводных автомобилей предельный угол подъема зависит только от коэффициента сцепления шин с дорогой f; у заднеприводного и переднеприводного автомобилей предельный угол подъема зависит от коэффициента сцепления шин с дорогой, высоты расположения центра тяжести, базы автомобиля.

Литература

1. Гребнев, А. В. Использование пидрегулятора для обеспечения устойчивости нестабильной механической системы / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 70-летию инженерного факультета, Киров, 14 февраля 2022 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – Вып. 18. – С. 44-46. – EDN KOITFI.

2. Гребнев, А. В. Интенсификация обработки резанием труднообрабатываемых материалов / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы X Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, посвященный 65-летию со дня образования инженерного факультета Вятской ГСХА, Киров, 07 февраля 2017 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – Вып. 18. – С. 113-116. – EDN YMGANM.

3. Гребнев, А. В. Расчет реактивного усилия на рулевом колесе автомобиля / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 96-98. – EDN WZAWPP.

4. Гребнев, А. В. Особенности применения пид-регулятора для уравновешивания нестабильной механической системы / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 98-100. – EDN AHUZZE.

5. Гребнев, А. В. Определение углов пространственной ориентации мобильного робота / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 105-108. – EDN ERBJOS.

6. Fominykh, A. V. Influence of crankshaft speed on biofuel combustion in a diesel engine / A. V. Fominykh, V. N. Kopchikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62065. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062065. – EDN HOXPRI.

7. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С.3-9. – EDN ZTKBBZ.

8. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спиртотопливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.

9. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.

10. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
11. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
12. Kozlov, A. N. Influence of ethanol on the combustion process and soot formation in the diesel cylinder / A. N. Kozlov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // Journal of Physics: Conference Series : International Scientific Conference "Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering - APITECH-2019", Krasnoyarsk, 25–27 сентября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. Vol. 1399. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 55051. – DOI 10.1088/1742-6596/1399/5/055051. – EDN NYRTZE.
13. Chuvashev, A. N. Influence of alcohol-fuel emulsions on effective indicators of the diesel depending on change of a corner of injection of fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12184. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012184. – EDN WCSUVY.
14. Chuvashev, A. N. Analysis of the use of methanol with a pilot portion diesel fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62089. – DOI 10.1088/1757-899X/862/6/062089. – EDN AQLMHW.
15. Chuprakov, A. I. The formation of soot in the cylinder of a diesel engine when operating on methanol-containing motor fuel / A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62087. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062087. – EDN DGUUSB.
16. Kopchikov, V. N. Reduced emission of nitrogen oxides by the diesel engine running on methanol and methyl ether of rapeseed oil / V. N. Kopchikov, A. V. Fominykh // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42028. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/4/042028. – EDN EFXOPH.

УДК 656.025.4

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МТА С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Гусарова П. Е. – обучающаяся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрены возможности применения технологий точного земледелия при возделывании зерновых культур в условиях Кировской области Особое внимание уделено основным этапам внедрения этих технологий, их преимуществам, затруднениям и перспективам развития.

Ключевые слова: технологии, GPS/ГЛОНАСС-технологии, БПЛА, анализ

Современные технологии становятся неотъемлемой частью сельского хозяйства, и беспилотные летательные аппараты (агродроны, дроны, БПЛА) играют в этом процессе ключевую роль. Использование агродронов для точного земледелия позволяет аграриям оптимизировать свои процессы, повысить урожайность и снизить затраты [1, 2].

В наши дни применение БПЛА возможно по следующим направлениям:

- Агромониторинг. Дроны могут проводить регулярные обследования полей, собирая данные о состоянии растений и почвы.
- Распределение равномерное удобрений и средств защиты растений. Современные дроны могут эффективно распылять удобрения и пестициды.
- Съемка для 3D-моделирования. БПЛА могут создавать трехмерные модели полей, что помогает в анализе рельефа и планировке.
- Оценка урожайности. Агродроны могут использоваться для прогнозирования урожайности на основе собранных данных о состоянии растений.
- Использование тепловизионных камер. Тепловизоры на дронах позволяют выявлять участки с недостаточным поливом или перегревом растений.
- Мониторинг пастбищ. БПЛА могут использоваться для проверки состояния пастбищ и управления скотом.
- Изучение почвы. Дроны могут собирать данные о состоянии почвы, что помогает в планировании севооборота и улучшении структуры почвы.
- Анализ здоровья растений. Агродроны с мультиспектральными камерами могут выявлять стрессовые состояния растений и определять необходимость в удобрениях.
- Сбор данных для научных исследований. Дроны могут использоваться в научных исследованиях для сбора данных о влиянии различных агрономических практик.

Итак, технологии точного земледелия (ТЗ) представляют собой комплекс научных и практических подходов, направленных на повышение эффективности сельскохозяйственного производства за счет дифференцированного управления ресурсами [1].

Рассмотрим реализацию ТЗ в нашей области при производстве зерна, с применением: наиболее характерных технологий и машинно-тракторных агрегатов (МТА).

1. Условия возделывания зерновых культур в Кировской области

1.1. Природно-климатические особенности

Кировская область расположена в лесной зоне, что задает специфику ее почвенно-климатических условий. Основными характеристиками региона являются:

- Умеренно континентальный климат с холодной зимой и теплым летом.
- Среднегодовое количество осадков составляет около 500–600 мм, однако их распределение по сезонам неравномерно.
- Почвы: преобладают дерново-подзолистые и серые лесные почвы, которые характеризуются невысоким естественным плодородием [8].
- Рельеф местности: холмистый, что создает дополнительные сложности при обработке полей.

Поэтому, возделывание зерновых культур в регионе является достаточно сложным процессом, требующим точного учета изменчивости почвенных и погодных условий.

1.2. Основные зерновые культуры [4, 6, 7, 9]

В Кировской области традиционно выращиваются следующие зерновые культуры:

- Озимая пшеница и ячмень, которые занимают значительную долю посевных площадей.
- Овес и рожь, адаптированные к местным условиям.
- Яровая пшеница, как альтернатива озимым культурам.

Эти культуры имеют каждая свои требования к условиям выращивания, что усложняет управление ресурсами на больших площадях без применения современных технологий.

2. Основные принципы технологий точного земледелия

Технологии точного земледелия основаны на использовании современных методов сбора, анализа и применения данных для оптимизации процессов сельскохозяйственного производства. Основные принципы ТЗ включают:

1. Дифференцированный подход: использование различных стратегий в зависимости от изменчивости почв, рельефа и других факторов.
2. Автоматизация и цифровизация: применение GPS/ГЛОНАСС-технологий, датчиков, карт полей и программного обеспечения для мониторинга и управления.
3. Экономическая эффективность: снижение затрат на удобрения, семена, топливо и другие ресурсы за счет их точного распределения.
4. Экологичность: минимизация негативного воздействия на окружающую среду путем сокращения избыточного использования химикатов.

3. Этапы внедрения технологий ТЗ

3.1. Создание цифровых карт полей

Первым шагом является создание точных карт полей, которые отражают их размеры, форму и рельеф. Для этого используются:

- GPS/ГЛОНАСС -оборудование для фиксации границ.
- БПЛА для съемки территории.
- Программное обеспечение для обработки данных и составления карт.

На основе этих карт проводят детальное зонирование полей, выделяя участки с различными характеристиками почв, уровнем урожайности и другими параметрами [10].

3.2. Анализ почв и их изменчивости

Изучение почвенных свойств является ключевым этапом внедрения ТЗ. Для этого применяются [3, 5, 8]:

- Лабораторные анализы проб почвы, взятых с разных участков поля.
- Электромагнитные датчики для оценки содержания гумуса, влаги и других показателей.
- Картографирование почвенного покрова, которое позволяет визуализировать изменения характеристик по площади поля.

3.3. Дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений

На основе полученных данных создаются карты рекомендаций для дифференцированного внесения ресурсов. Это позволяет:

- Уменьшить расход удобрений на участках с высоким естественным плодородием.
- Компенсировать недостаток питательных веществ на менее продуктивных участках.
- Снизить риск загрязнения окружающей среды из-за избыточного применения химикатов.

3.4. Мониторинг состояния посевов

Для контроля состояния посевов используются:

- БПЛА с мультиспектральными камерами для оценки NDVI (индекса растительности).
- Спутниковые снимки для анализа больших территорий.
- Датчики влажности почвы и температуры воздуха.

Эти данные помогают своевременно выявлять проблемы, такие как недостаток влаги или болезни растений, и принимать оперативные меры.

3.5. Уборка урожая с учетом зонирования

Современные комбайны, оснащенные GPS/ГЛОНАСС -системами, позволяют собирать урожай с автоматическим учетом его объема и качества [4, 5, 6]. Это создает базу данных для анализа эффективности принятых решений и корректировки стратегии на следующий сезон.

4. Преимущества и трудности применения технологий точного земледелия [7, 8, 9, 11]

4.1. Преимущества

- Экономия ресурсов: снижение затрат на удобрения, семена и топливо.
- Повышение урожайности: за счет оптимизации условий выращивания.
- Минимизация экологического воздействия: уменьшение загрязнения почв и водоемов.
- Улучшение планирования: возможность прогнозировать результаты и принимать обоснованные решения.

4.2. Затруднения

- Высокие первоначальные затраты: покупка оборудования и программного обеспечения требует значительных инвестиций.
- Необходимость обучения персонала: работа с новыми технологиями требует специальных знаний.
- Ограниченная доступность сервисов: в некоторых районах Кировской области может быть сложно перемещать и обслуживать оборудование [5, 6, 12].

5. Перспективы развития технологий точного земледелия в Кировской области

Внедрение ТЗ в регионе только начинается, но уже сейчас видны перспективы:

- Развитие инфраструктуры для работы с GPS/ГЛОНАСС-технологиями.
- Расширение спектра доступного оборудования и программного обеспечения.
- Увеличение государственной поддержки для хозяйств, внедряющих инновационные технологии.

В качестве выводов получаем следующее. Технологии точного земледелия открывают новые возможности для повышения эффективности сельскохозяйственного производства в Кировской области. Они, наряду с энергосберегающими технологиями [13-20], позволяют минимизировать затраты на производство, улучшить качество продукции и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

В условиях Кировской области, где преобладают сложные почвенно-климатические условия, применение ТЗ становится особенно актуальным для повышения конкурентоспособности аграрного сектора.

Литература

1. Александров, А. В. Точные технологии в сельском хозяйстве: теория и практика / А. В. Александров. – Москва : КолосС, 2018. – 248 с.
2. Применение современных дронов в сельском хозяйстве. – URL: https://www.msb-leasing.ru/news/promotions/primenenie-sovremennyh-dronov-v-selskom-hozajstve (дата обращения: 30.03.2026).
3. Баранов, В. Д. Современные методы точного земледелия: учебное пособие / В. Д. Баранов, Е. А. Смирнова. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 312 с.
4. Ковалев, А. П. Технологии точного земледелия: от теории к практике / А. П. Ковалев. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2018. – 288 с.

5. Кригер, А. Г. Применение дистанционных методов зондирования Земли в сельском хозяйстве / А. Г. Кригер, В. Н. Петров. – Москва : Геоинформмарк, 2020. – 144 с.
6. Иванов, М. А. Цифровизация сельского хозяйства: современные подходы и перспективы / М. А. Иванов. – Москва : Россельхозакадемия, 2021. – 176 с.
7. Романов, В. А. Точные технологии в растениеводстве: практическое руководство / В. А. Романов. – Москва : Агроконсалтинг, 2018. – 256 с.
8. Савченко, И. В. Методы анализа почв и их применение в точном земледелии / И. В. Савченко. – Киров : Вятская ГСХА, 2020. – 168 с.
9. Смирнов, Е. А. Современные технологии возделывания зерновых культур в России / Е. А. Смирнов. – Москва : Агропромиздат, 2019. – 184 с.
10. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.
11. Филиппов, А. В. Технологии точного земледелия: экономическая эффективность и экологические преимущества / А. В. Филиппов. – Москва : Экономика, 2021. – 216 с.
12. Шилин, В. В. Математические модели принятия решений в исследовании предпочтений покупателей кроссоверов / В. В. Шилин, Е. Н. Суслопаров // Технические науки - от теории к практике. – 2015. – № 42. – С. 121-126.
13. Шиврин, В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки / В. И. Шиврин // Знания молодых - будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 294-297.
14. Andreev, V.L. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V.L. Andreev, V.V. Shilin, V.V. Ilichev, T.S. Holodenina // BIO Web of Conferences, Vol. 42 (2022) 03009. doi:10.1051/bioconf/20224203009.
15. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.
16. Шилин, В. В. Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственной продукции за счет реализации энергосберегающих технологий при совершенствовании логистических систем управления материальными и информационными потоками / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 219-224.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК, 2012. – № 6. – С. 51-54.
18. Ресурсосберегающие технологии производства и послеуборочной обработки зерна: учебное пособие для лабораторных и практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 112 с.
19. Курбанов, Р. Ф. Влияние эффлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – С. 43-52.
20. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых-будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 277-279.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ГИЛЬЗОВАНИЯ ЦИЛИНДРОВ

Давлятбеков Ю. Б. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной работе рассмотрен ряд ключевых аспектов, связанных с технологическими процессами ремонта двигателей с применением метода гильзования цилиндров. В первую очередь, проведен вводный обзор самого процесса гильзования, его истории и развития, а также основных принципов, на которых он основан. Далее освещен процесс подготовки к гильзованию, который включает в себя диагностику состояния цилиндров, выбор подходящих материалов для гильз и подготовку оборудования. Этот этап является критически важным, так как от него зависит успешность всего последующего процесса.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, гильза, гильзование, методы восстановления

Современные технологии в процессе гильзования играют важную роль в повышении качества и эффективности ремонта. В работе будет уделено внимание новым материалам, оборудованию и методам, которые используются в процессе гильзования, а также их влиянию на конечный результат.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что двигатели внутреннего сгорания продолжают оставаться основным источником энергии для большинства транспортных средств, и их надежная работа является критически важной для обеспечения безопасности и комфорта на дорогах. В условиях постоянного роста цен на новые автомобили и запчасти, а также увеличения требований к экологии и экономии ресурсов, методы ремонта, такие как гильзование, становятся все более востребованными. Гильзование позволяет не только восстановить работоспособность двигателя, но и значительно снизить затраты на его ремонт по сравнению с полным его восстановлением или заменой.



Рисунок – 1 Примеры гильзования цилиндров в двигателях внутреннего сгорания

Гильзование цилиндров представляет собой важный технологический процесс, направленный на восстановление работоспособности двигателей внутреннего сгорания, и используется для увеличения их срока службы. Этот метод включает установку гильз из металлических сплавов, которые служат стенками цилиндров, заменяя изношенные участки блока [1].

Процесс начинается с подготовки, которая включает в себя листвование старых поврежденных участков и расточку отверстий в блоке цилиндров до необходимых размеров. На этом этапе очень важно учитывать точность, так как она влияет на итоговое качество работы и долговечность изделия. Неправильные размеры могут привести к неэффективной

работе двигателя и дальнейшему износу [1][2]. Необходимо также обеспечить корректное совпадение осей и приемлемое состояние поверхности [3].

Вторым этапом процесса является установка гильз. Они могут быть изготовлены из различных материалов, в зависимости от условия эксплуатации и требований к двигателю. Например, гильзы для дизельных двигателей часто делаются из чугуна, тогда как для бензиновых - из алюминиевых сплавов, что позволяет уменьшить вес [2]. Способы установки могут варьироваться, но чаще всего используются методы запрессовки, при которых гильза нагревается, а блок цилиндров охлаждается, что обеспечивает легкое вхождение гильзы в посадочное место [3].

Ключевой особенностью гильзования является возможность замены только изношенных компонентов, а не всего блока цилиндров. Это приводит к значительной экономии на ремонте двигателя, так как новая гильза может просто устанавливаться в предварительно подготовленное место, что существенно снижает трудозатраты и время ремонта [4]. Кроме того, гильзование позволяет получать более высокие прочностные характеристики благодаря использованию современных материалов, которые значительно повышают износостойкость [5].

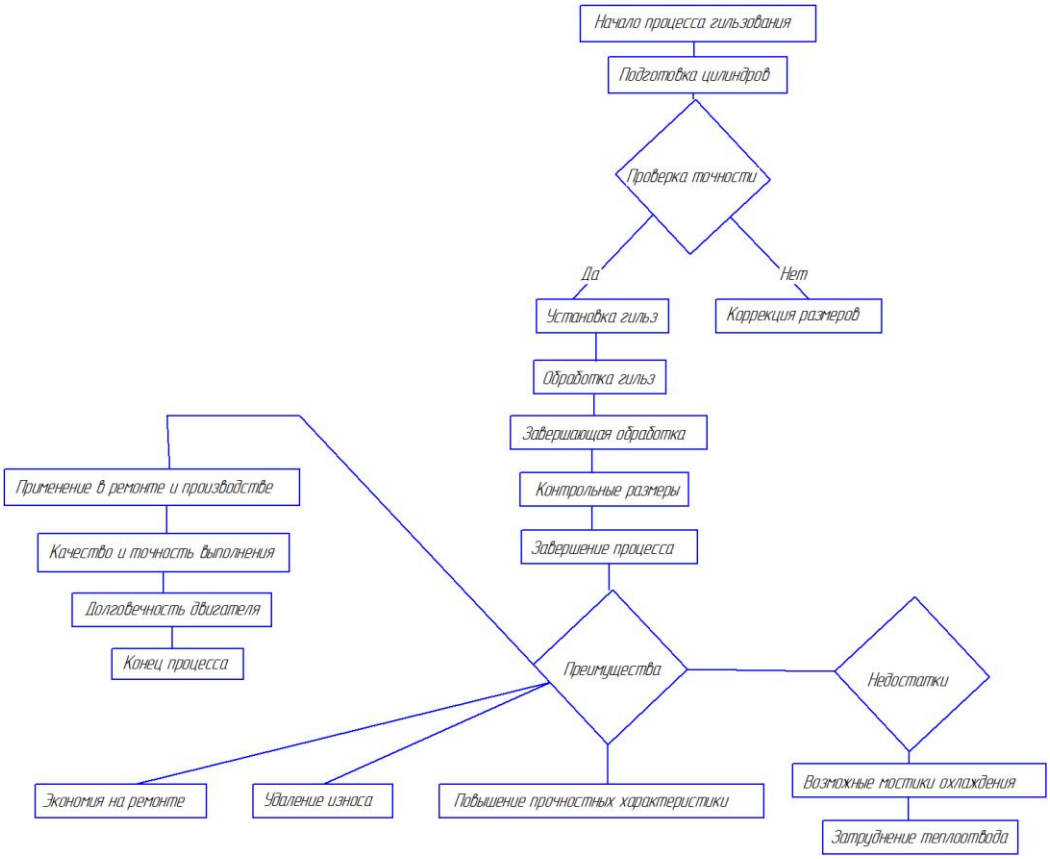


Рисунок – 2 Диаграмма процесса гильзования цилиндров

После установки гильз важно провести завершающую обработку, включая шлифовку и доводку, что позволяет обеспечить идеальную форму и размер гильз для эффективной работы двигателя. Завершение процесса, как правило, включает в себя контрольные замеры и диагностику для проверки целостности и надежности соединений. Установка гильз требует высокой точности и внимательности, так как недостатки на этом этапе могут привести к снижениям мощности двигателя или его поломке в будущем [2][4].

Метод гильзования имеет свои преимущества и недостатки. Среди положительных сторон можно отметить простоту процесса, его относительную дешевизну и возможность быстрого ремонта, в то время как негативные аспекты могут включать возможность возникновения мостиков охлаждения, что иногда затрудняет теплоотвод [5]. Каждый из этих

аспектов учитывается при принятии решения о целесообразности использования метода гильзования в конкретном случае.

Гильзование также нашло свое применение как в ремонте старых двигателей, так и в производстве новых, что делает этот метод актуальным и универсальным в современном машиностроении. Следовательно, качество и точность выполнения процента могут значительно повлиять на дальнейшую эксплуатацию двигателя и его долговечность [1][4].

Подготовка к гильзованию двигателей включает ключевые технологические процессы, которые обеспечивают успешное восстановление работоспособности блока цилиндров. Гильзование представляет собой замену старых или поврежденных цилиндров на новые гильзы, что позволяет вернуть двигателю характеристики, близкие к оригинальным. Процесс гильзования начинается с детального осмотра и диагностики состояния блока цилиндров и включает последующие этапы: расточку, запрессовку и дальнейшую обработку гильз.

Первый шаг подготовки заключается в расточке цилиндров. Для этого блок цилиндров очищается от загрязнений и подвергается визуальному осмотру, чтобы выявить наличие трещин, коррозии и других повреждений. Далее, при помощи специальных станков, растачиваются отверстия в блоке для соответствия новым гильзам. На этом этапе важно обеспечить максимальную точность, чтобы избежать проблем в дальнейшем, например, утечек или неправильного зажигания [7]. Расточка также подразумевает работу с допускаемыми размерами, что критично для установки новых деталей.

Следующим этапом является запрессовка гильз. Для этого блок цилиндров обычно нагревается до температуры 80-100°C, в то время как гильзы оцилиндровываются и охлаждаются с помощью жидкого азота. Это позволяет уменьшить размеры гильз, что значительно облегчает процесс их установки. Используемая методика подразумевает потребность в использовании высокоточных прессов для достижения надежной фиксации гильз в теле блока [6]. Запрессовка должна выполняться с достаточно высоким усилием, чтобы исключить возможность дальнейших смещений гильз в процессе эксплуатации [7].

На следующем этапе проводится расточка уже установленных гильз. Главная цель этого процесса – добиться необходимой точности размеров к финальной хонинговке, которая придаст обработанным гильзам необходимую шероховатость и допустимые размеры под дальнейшую сборку двигателя. Важно учесть, что гильзы после расточки могут потребовать дополнительной механической обработки для достижения заданных параметров [7].

Данный процесс также включает обращение с покрытиями гильз, которые могут влиять на эксплуатационные характеристики. К примеру, внутренние поверхности гильз часто поддаются азотированию для повышения износостойкости и уменьшения трения [8]. Это особенно актуально для высокооборотистых и сильно нагруженных двигателей, где снижение трения и удлинение срока службы компонентов играют важное значение в общей эффективности работы двигателя.

Гильзование цилиндров имеет свои особенности в зависимости от конструкции блока. Например, для двигателей с "мокрыми" гильзами возможно лишь заменить изношенные элементы, что упрощает процесс ремонта. В более сложных случаях, когда имеются серьезные повреждения, может понадобиться полное гильзование, что требует высокой квалификации и точного выполнения всех технологических процессов [9].

Необходимость в гильзовании может возникнуть из-за значительного износа цилиндров или их повреждений, что приводит к потере компрессии и снижению мощности двигателя. Данный метод способен восстановить геометрические размеры и работоспособность системы в целом, что делает его важным этапом в капитальном ремонте [8]. Актуальность гильзования наблюдается не только в автопроме, но и в других отраслях, где применяются двигатели внутреннего сгорания.

В процессе подготовки к гильзованию важно учитывать все технологические рекомендации и стандарты, чтобы обеспечить надежность работы отремонтированного двигателя. Следует тщательно подходить к выбору материалов и оборудования, проводить

все работы с максимальной точностью и правильностью. Правильно выполненные этапы подготовки обеспечат долгосрочную эксплуатацию гильзованного двигателя и минимизацию возможных сбоев в работе.

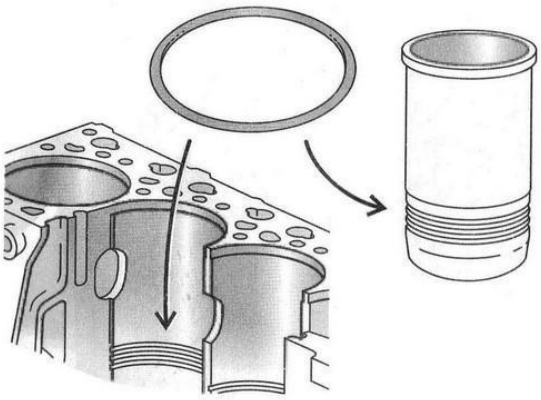


Рисунок – 3 Процесс установки гильз в цилиндры двигателей внутреннего сгорания

Установка гильз в двигатели внутреннего сгорания — это сложный и технически ответственный процесс, который требует высокой квалификации и специализированного оборудования. Первым этапом подготовки к установке является выбор типа гильз, которые могут быть сухими или мокрыми. Сухие гильзы не контактируют с охлаждающей жидкостью, поэтому для их установки необходимо обеспечить плотную посадку. Мокрые гильзы, в свою очередь, требуют применения уплотнительных прокладок для предотвращения утечки жидкости [6].

Основные этапы установки гильз включают предварительный прогрев блока цилиндров до температуры 80-100°C и одновременное охлаждение гильз в жидком азоте. Это температурное воздействие способствует расширению блока цилиндров и сжатию гильз, что облегчает их установку. После достижения необходимых температур гильзы устанавливаются в отверстия блока под определённым нажимом, исключая возможность их проседания [6].

Затем осуществляется расточка отверстий с припуском для последующей хонинговки, а также обработка плоскостей сопряжения с головкой блока цилиндров. На этом этапе важно важно следить за требованиями по точности размера, так как неправильные параметры могут привести к серьёзным неисправностям двигателя [6].

Кроме того, необходимо обратить внимание на правильное распределение нагрузки, чтобы избежать деформации гильз во время эксплуатации. Гильзование позволяет вернуть блоку цилиндров его функциональные характеристики, а снова установленные гильзы увеличивают его срок службы. Но очень важно контролировать выступание гильз над плоскостью блока, чтобы гарантировать компрессию и герметичность [1].

Материалы, использующиеся для изготовления гильз, также играют важную роль в сроке службы. Современные подходы к повышению износостойкости гильз, такие как нанесение хромового покрытия, позволяют значительно увеличить их длительность работы. Важно учитывать, что не все материалы подходят для конкретного типа двигателей, поэтому выбор должен быть основан на рекомендациях производителей [10].

Процесс установки гильз является не только технологически сложным, но и подразумевает необходимость соблюдения огромного количества нормативов и стандартов. Несоблюдение технологий при установке гильз может вызвать трещины и деформации, что повлияет на работу двигателя в целом. Правильное выполнение всех этапов установки гильз обеспечит эффективность работы двигателя и его долговечность, что в свою очередь говорит о профессионализме исполнителя и квалификации механиков.

Установка гильз является ключевым шагом в восстановлении двигателей и требует внимательной подготовки, точных измерений и высококачественных материалов.

Современные технологии и подходы позволяют значительно улучшить качество ремонта, что позволяет продлить срок службы двигателя и его надежную работу.

Завершение процесса гильзования требует тщательного контроля и выполнения нескольких ключевых операций, обеспечивающих надежную эксплуатацию восстановленного двигателя. Одной из основных задач на этом этапе является проверка точности установки гильз и их сборка. Необходимо убедиться в том, что гильзы установлены в соответствии с заданными параметрами, а также провести контрольные измерения, используя специализированное оборудование, чтобы удостовериться, что все параметры находятся в пределах допустимых значений [2].

Следующим важным шагом является нанесение герметика на поверхность гильз, что обеспечивает надежную герметизацию соединений. Герметизация необходимо производить особым образом, чтобы предотвратить попадание масла в камеру сгорания. Также важно контролировать равномерность нанесения и не допускать образования пузырей, которые могут снизить эффективность соединения [11].

После завершения устройства гильз необходимо произвести процедуру осушки и очистки внутренней поверхности цилиндров. Это критически важный шаг, так как посторонние частицы могут негативно сказаться на эксплуатационных характеристиках двигателя. Для этого используются специальные чистящие средства и воздуховоды. При этом следует обратить внимание на поверхность, чтобы избежать повреждений или царапин, которые могут нарушить работу цилиндров и поршней [2].

Когда все этапы подготовки завершены, необходимо проводить контрольные испытания на стенде. Это включает в себя проверку давления, температуры и шумов, возникающих в процессе работы. Важно убедиться, что все компоненты работают в соответствии с техническими характеристиками и стандартами [6]. Это не только подтвердит успешность процесса гильзования, но и позволит выявить возможные недостатки до дальнейшей эксплуатации двигателя.

Важным аспектом послеоперационных действий является правильная общая сборка двигателя. Все элементы должны быть установлены в строго определенной последовательности. Неправильная сборка может привести к повреждению двигателя и, как следствие, к повышенным затратам на ремонт. В этом контексте особенно важно следить за моментами затяжки болтов и гаек, которые нужно выполнять в строгом соответствии с рекомендациями производителя [12].

Гильзование цилиндров представляет собой передовую технологию, позволяющую эффективно восстанавливать изношенные двигатели. Это решение находит применение в различных областях, от легковых автомобилей до промышленных единиц. Основное преимущество метода заключается в восстановлении исходных размеров и качества поверхности цилиндра, что немаловажно для продления срока службы двигателя [13]. К дополнительным плюсам следует отнести улучшение герметичности блока цилиндров. Эта характеристика позволяет значительно повысить эксплуатационные показатели двигателя, такие как его мощность и экономичность.

Важным аспектом гильзования является и простота ремонта, особенно в случае моторов с мокрыми гильзами. Замена только поврежденной гильзы дает возможность избежать полной замены всего блока цилиндров, что значительно снижает затраты и временные затраты на восстановление двигателя. Это особенно актуально для промышленных и транспортных средств, где простои могут ставить под угрозу эффективную работу всей системы [2]. Процесс замены гильз достаточно прост, что способствует распространению данной технологии среди механиков и автосервисов.

Кроме того, гильзование цилиндров способствует облегчению конструкции двигателей. Использование гильз позволяет применить более легкие и прочные материалы, такие как алюминиевые сплавы. Это не только снижает общий вес двигателя, но и обеспечивает лучшие теплотехнические характеристики. Подобные конструкции могут

значительно улучшить общую производительность автомобилей [14]. Легкость блоков также может помочь в повышении маневренности и управляемости транспортных средств.

Адаптация к новым материалам благодаря гильзованию позволяет двигателям использовать более современные технологии, что особенно важно в условиях постоянного обновления и улучшения автомобильной отрасли. Двигатели с алюминиевыми блоками цилиндров, имеющими гильзы, могут эффективно работать в тяжелых условиях, что делает их привлекательными для использования в спортивном и высокопроизводительном транспорте [15]. Это указывает на растущую тенденцию в автомобильной промышленности к использованию улучшающих технологий.

Кроме того, успешное применение метода позволяет минимизировать количество отходов, возникающих в процессе ремонта. В условиях современного производства и широкого внедрения экологических практик это имеет важное значение. Установка гильз вместо замены целого блока цилиндров снижает материальные затраты и способствует более рациональному использованию ресурсов [16]. В свою очередь, это влияет на снижение общих затрат на обслуживание транспортного средства.

Таким образом, гильзование цилиндров становится тревожно важным процессом в сфере ремонта двигателей, обеспечивающим высокий уровень эффективности и надежности восстановленных единиц. Этот метод предоставляет множество преимуществ для автомобильной и промышленных отраслей – от экономии ресурсов до повышения производительности и надежности двигателей. Внедрение технологии гильзования в практику ремонта позволяет значительно продлить срок службы двигателя, что экономически выгодно для компаний и частных владельцев. Общая тенденция к использованию метода гильзования говорит о его актуальности и востребованности как в производстве, так и в ремонте двигателей различного назначения.

Метод гильзования цилиндров двигателя обладает значительными недостатками и ограничениями, которые стоит учитывать при его применении. Одной из основных проблем является деформация блоков цилиндров, особенно если они выполнены из алюминия, при установке чугунных гильз. Деформация может проявляться в виде эллипсности цилиндров, что негативно влияет на эффективность работы двигателя и его надежность [16]. Эта ситуация возникает, когда выбранные параметры натяжения гильз не соответствуют прочности алюминиевого сплава, что может привести к его разрушению.

Следующей важной особенностью является высокая сложность технологического процесса гильзования. Для успешной реализации этого метода необходимо специализированное оборудование и высокая квалификация специалистов, что может существенно увеличить стоимость ремонта и время, необходимое для его завершения. Требования к точности выполнения операций, включая нагрев блоков и охлаждение гильз, делают процесс гильзования достаточно сложным и длительным [15].

Кроме того, существует ограничения, касающиеся некоторых современных двигателей, которые используют покрытия, такие как "никасиль" или "алюсил". Эти покрытия не предполагают возможности гильзования, что часто приводит к необходимости полной замены блока двигателя [17]. Это обстоятельство сильно ограничивает применение метода, так как владельцам современных автомобилей приходится выбирать между дорогостоящим ремонтом и заменой целых блоков.

Также необходимо учитывать и риск размещения гильз в конструкциях, не предусмотренных для этого. Это может снизить надежность всего механизма и создать дополнительные неполадки, что в конечном счете приведет к еще большему расходу на обслуживание [18]. Двигатели с алюминиевыми блоками требуют особого отношения, так как неправильная установка или выбор неподходящих гильз может привести к серьезным поломкам и необходимости нового ремонта.

Часто также приводят к проблемам несоответствие характеристик сплавов, используемых в гильзах и блоках цилиндров. Неправильная комбинация материалов может привести к различным нестыковкам, влияющим на износ и срок службы двигателя, исключая

возможность использования гильзования в ряде случаев [19]. Это явление особенно заметно на деформируемых алюминиевых блоках, в которых размещенные конструкции не могут обеспечить должной прочности и надежности.

Очень актуальной проблемой является также вопрос потери времени и увеличения расходов на обслуживание, связанные с необходимостью проведения технологических операций по подготовке. Это включает в себя и диагностику состояния блока, и вопросы, связанные с последовательностью операций при установке и обработке гильз, что требует дополнительных ресурсов и времени у ремонтных и сервисных центров [16].

Выводы о целесообразности применения метода гильзования должны приниматься с учетом всех вышеперечисленных моментов. Ремонт двигателя с использованием данного метода может стать невыгодным или даже проблемным, если не учитывается специфика конструкции двигателя, характер повреждений и материал, из которого он изготовлен.

Гильзование блоков цилиндров представляет собой процесс, который восстанавливает функциональные характеристики двигателя. Этот метод требует точного соблюдения технологии, чтобы обеспечить высокое качество работы, длительный срок службы отремонтированных деталей и соответствие современным требованиям.

Процесс гильзования начинается с предварительной расточки блока цилиндров, что позволяет подготовить отверстия для установки гильз. Важно, чтобы расточка проводилась с высокой точностью, поскольку любые отклонения могут повлиять на установку гильз и, соответственно, на работу двигателя в целом [20]. В процессе расточки следует учитывать, что блок может иметь различные дефекты, которые необходимо устранить до установки гильз. Это требует применения специализированного оборудования, что также влияет на конечный результат.

Запрессовка гильз является следующим ключевым этапом в процессе. При этом блок цилиндров нагревается, а сами гильзы охлаждаются в жидком азоте, что создает температурные условия для легкой установки и минимизирует вероятность появления задиров при взаимодействии материалов. Например, при нагреве блока до 80–100 градусов по Цельсию, важно следить за тем, чтобы температура не превышала допустимые значения, так как это может привести к деформациям металла [21]. Гильзы опускаются в отверстия блока, и при установке необходима особая осторожность, чтобы избежать повреждений.

Заключительный этап включает финишную расточку установленных гильз. Это необходимо для достижения точных размеров внутренней поверхности и гладкости, что критично для дальнейшей работы поршней и других соприкасающихся деталей. Использование различных технологий обработки, таких как хондинг, позволяет достичь высоких показателей качества, увеличивая срок службы гильз и, соответственно, всего двигателя [21].

Эффективность ремонта и надежность работы после гильзования во многом зависят от выбора материалов. Гильзы могут изготавливаться из различных сплавов, специально разработанных с учетом особенностей работы высоконагруженных цилиндров. Например, гильзы для алюминиевых блоков с высоким содержанием кремния требуют особенного внимания, так как они подвержены образованию задиров в условиях высоких температур и давления [2].

Кроме того, важно уделять внимание взаимодействию материалов, особенно при различных коэффициентах температурного расширения. Понимание этих факторов позволяет выбрать оптимальные технологии и материалы для достижения максимального результата в гильзовании [4].

Таким образом, гильзование блоков цилиндров — это сложный и технологически насыщенный процесс, требующий высокой квалификации специалистов, применения современных инструментов и технологий. Каждый этап процесса требует тщательной проработки и соответствия установленным стандартам, что позволяет обеспечить высокое качество ремонта и продлить срок службы двигателей.

Гильзование цилиндров является важным и актуальным процессом в области ремонта двигателей внутреннего сгорания, который позволяет не только восстановить работоспособность двигателя, но и значительно продлить его срок службы. В ходе работы были рассмотрены ключевые аспекты, касающиеся технологических процессов, связанных с гильзованием, а также преимущества и недостатки данного метода.

Одним из основных выводов, к которым пришла работа, является то, что гильзование цилиндров представляет собой высокоэффективный способ восстановления цилиндров, который позволяет избежать полной замены блока цилиндров, что, в свою очередь, значительно снижает затраты на ремонт. В условиях современного производства, где экономическая эффективность и надежность являются приоритетами, гильзование становится все более популярным. Этот метод позволяет не только восстановить геометрию цилиндров, но и улучшить их эксплуатационные характеристики, что в конечном итоге приводит к повышению общей производительности двигателя.

В процессе подготовки к гильзованию необходимо учитывать множество факторов, таких как выбор материала для гильз, который должен обладать высокой прочностью и термостойкостью. Современные технологии предлагают различные варианты материалов, включая чугун и алюминий, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Важно отметить, что правильный выбор материала напрямую влияет на долговечность и надежность восстановленного двигателя.

Процесс установки гильз также требует высокой квалификации и точности. Он включает в себя несколько этапов, начиная от механической обработки и заканчивая термической обработкой, что позволяет обеспечить идеальную посадку гильз в цилиндрах. Завершение процесса гильзования включает в себя послеоперационные действия, такие как контроль качества и тестирование, которые необходимы для подтверждения работоспособности двигателя после ремонта. Эти этапы являются критически важными, так как они позволяют выявить возможные дефекты и предотвратить их дальнейшее развитие.

Несмотря на множество преимуществ, метод гильзования имеет и свои недостатки. К ним можно отнести необходимость в высококвалифицированном персонале, а также наличие специализированного оборудования, что может увеличить первоначальные затраты на ремонт. Кроме того, не все двигатели могут быть успешно отремонтированы с помощью гильзования, что ограничивает применение данного метода в некоторых случаях. Тем не менее, с учетом современных технологий и оборудования, многие из этих недостатков могут быть минимизированы.

В заключение, можно сказать, что гильзование цилиндров является неотъемлемой частью современного ремонта двигателей внутреннего сгорания. Этот метод не только позволяет восстановить работоспособность двигателя, но и значительно улучшает его эксплуатационные характеристики. С учетом всех рассмотренных аспектов, можно утверждать, что гильзование является экономически эффективным и надежным способом ремонта, который будет продолжать развиваться и совершенствоваться в будущем. Важно, чтобы специалисты в области ремонта двигателей продолжали изучать и внедрять новые технологии, что позволит обеспечить высокое качество и надежность выполняемых работ, а также удовлетворить потребности современного рынка.

Литература

1. Гильзовка цилиндров: определение износа, выбор, замена... // vdvigatel.ru. – URL: https://vdvigatel.ru/articles/gilzovka-tsilindrov-opredelenie-iznosa-vybor-zamena-video/ (дата обращения: 30.03.2026).
2. Что такое гильзовка блока цилиндров? Зачем она нужна? // www.zaoair.com. – URL: https://www.zaoair.com/customers/articles/gilzovka-bloka-tsilindrov/ (дата обращения: 30.03.2026).
3. Как гильзуют блок цилиндров? — ХонСервис на DRIVE2 // www.drive2.ru. – URL: https://www.drive2.ru/o/b/562029113506792037/ (дата обращения: 30.03.2026).

4. Гильзовка цилиндров: описание процесса ремонта блока... // atf.ru. – URL: https://atf.ru/articles/materialy_dlya_avtotekhniki/gilzovka-tsilindrov-opisanie-protsessa-remonta-bloka-tsilindrov/ (дата обращения: 30.03.2026).
5. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
6. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции Вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
7. Подскажите, что такое гильзовка блока??? // otvet.mail.ru. – URL: https://otvet.mail.ru/question/33959632 (дата обращения: 30.03.2026).
8. Гильзовка двигателя – как осуществляется капитальный ремонт... // atf.ru. – URL: https://atf.ru/articles/materialy_dlya_avtotekhniki/gilzovka-dvigatelya-kak-osushchestvlyaetsya-kapitalnyy-remont-motora-ustanovka-sukhikh-gilz/ (дата обращения: 30.03.2026).
9. Гильзовка блока цилиндров: для чего нужна и как облегчить... // dzen.ru. – URL: https://dzen.ru/a/z2qjchpjf3zqv-ck (дата обращения: 30.03.2026).
10. Моторный центр :АБ-Инжиниринг: Нюансы гильзования // www.ab-engine.com. – URL: https://www.ab-engine.com/abs/02_04_gilza.html (дата обращения: 30.03.2026).
11. Likhanov V., Lopatin O., Mikheev G., Belova N., Maksimov A. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System // Transportation Research Procedia 61. – 2022. – 219-223. – EDN PEKHOV.
12. Akimov A.P., Lekomtsev P.L., Likhanov V.A., Lopatin O.P., Vasiliev A.O. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 2094. – 2021. - 052068. – EDN KUFPIH.
13. Жидкая гильзовка двигателя: что это такое, и работает... | Дзен // dzen.ru. – URL: https://dzen.ru/a/zgaylvc38shbjse0 (дата обращения: 30.03.2026).
14. Гильзовка двигателя: особенности процедуры - Рамблер/новости // news.rambler.ru. – URL: https://news.rambler.ru/army/49088484-gilzovka-dvigatelya-osobennosti-protsedury/ (дата обращения: 30.03.2026).
15. Для чего нужна гильзовка блока цилиндров | Статья от центра... [Электронный ресурс] // abmotors.by. – URL: https://abmotors.by/tpost/ddxioraax1-dlya-chego-nuzhna-gilzovka-bloka-tsilind, свободный. - Загл. с экрана
16. Гильзованный двигатель, его плюсы и минусы | Плюсы и минусы // plusiminusi.ru. – URL: https://plusiminusi.ru/gilzovannyj-dvigatel-ego-plyusy-i-minusy/ (дата обращения: 30.03.2026).
17. Скажите, гильзованый двигатель это хреново? // otvet.mail.ru. – URL: https://otvet.mail.ru/question/1689788 (дата обращения: 30.03.2026).
18. Плюсы и минусы гильзовки Страница 2 // www.snowmobile.ru. – URL: https://www.snowmobile.ru/forum/index.php?threads/41231/page-2 (дата обращения: 30.03.2026).
19. Lopatin, O.P. Development of a methodology for assessing the impact of vehicles on the acoustic environment // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548. – 2020. – 062049. – EDN URAHKQ.
20. Lopatin, O.P. Development of tractor gas-diesel modifications // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548. – 2020. – 062034. – EDN XQLTBZ.
21. Автоэксперты рассказали о плюсах и минусах гильзованного... // news.rambler.ru. – URL: https://news.rambler.ru/tech/48032772-avtoeksperty-rasskazali-o-plyusah-i-minusah-gilzovannogo-dvigatelya/ (дата обращения: 30.03.2026).

22. Одноразовые, но не совсем: способы капремонта современных... // www.kolesa.ru. – URL: https://www.kolesa.ru/article/odnorazovye-no-ne-sovsem-sposoby-kapremonta-sovremennyh-motorov-2015-04-23 (дата обращения: 30.03.2026).
23. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
24. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
25. Технологические процессы ремонта двигателей с // scientifictext.ru. – URL: https://scientifictext.ru/images/pdf/2017/dno-6-19/tekhnologicheskie-protsessy.pdf (дата обращения: 30.03.2026).
26. Lopatin, O.P. The effect of operational modes of diesel engines to emissions of nitrogen oxides // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862. – 2020. – 062087. – EDN HAGOJO.
27. Что такое гильзовка блока цилиндров двигателя? Как гильзуют... // fb.ru. – URL: https://fb.ru/article/522088/2023-chto-takoe-gilzovka-bloka-tsilindrov-dvigatelya-kak-gilzuyut-blok-tsilindrov (дата обращения: 30.03.2026).
28. Расточка и гильзовка блока цилиндров | Статья от центра АБ... // abmotors.by. – URL: https://abmotors.by/tpost/t0yszb7mv1-rastochka-pod-remontnii-razmer-gilzovka, (дата обращения: 30.03.2026).
29. Lopatin, O.P. Study of the influence of the degree of exhaust gas recirculation on the working process of a diesel // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 042021. – EDN YMEIOW.
30. Лопатин, О. П. Индикаторные диаграммы тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, М. А. Олейник // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров, 2004. – С. 104-107. – EDN XCTTTH.
31. Lopatin, O.P., Likhanov, V.A., Belov A.A., Vasiliev A.O., Alekseev E.P. Development of a methodology for calculating the integral toxicity of exhaust gases of a diesel engine running on alternative fuels // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 042003. – EDN SUOZCK.
32. Maksimov I.I., Alatyrev A.S., Smirnov M.P., Likhanov V.A., Lopatin O.P. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 032052. – EDN XHCRTS.
33. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.
34. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978_5_6048477_3_2. – EDN XCGZJA.
35. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С.3-9. – EDN ZTKBBZ.
36. Одноразовые моторы: жизнь после смерти // www.drom.ru. – URL: https://www.drom.ru/info/misc/29368.html (дата обращения: 30.03.2026).
37. Размышлизмы о гильзовке и ремонте двигателя в целом // www.drive2.ru. – URL: https://www.drive2.ru/o/b/498774759316652472/ (дата обращения: 30.03.2026).

УДК 631.331

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПОСЕВА СВЕКЛЫ

Данилова А. Л. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Свекла является важнейшей сельскохозяйственной культурой, которая используется в пищевой, сахарной и кормовой промышленности. Успех всего цикла выращивания данного корнеплода во многом определяется качеством посева, который закладывает основу будущего урожая. Современные технологии и средства механизации позволяют значительно повысить эффективность и качество посева свеклы.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, технологии механизации, средства механизации, посев свеклы

Сахарная свекла относится к пропашным культурам, её возделывают с шириной междурядий 45 см (на неполивных землях) или 60 см (на поливных), чтобы механизировать уход в процессе вегетации. Главной задачей посева является оптимальное размещение в почве семян с целью получения максимального урожая. Для этого важно обеспечить правильную глубину заделки семян, равномерное расстояние между растениями в ряду и хорошее уплотнение почвы, что способствует быстрым и дружным всходам. Кроме того, точность посева снижает конкуренцию между растениями за питательные вещества и влагу, улучшая развитие корнеплодов и повышая их качество [1-7].

К сеялкам для посева пропашных культур относятся: пневматические универсальные навесные сеялки СУПН-8 и СУПН-6, навесные свекловичные сеялки ССТ-12Б и ССТ-8А.

Пневматические универсальные навесные сеялки СУПН-8 и СУПН-6 (рисунок 1) предназначены для пунктирного посева калиброванных и некалиброванных семян пропашных культур с одновременным, раздельным от семян, внесением минеральных гранулированных удобрений.

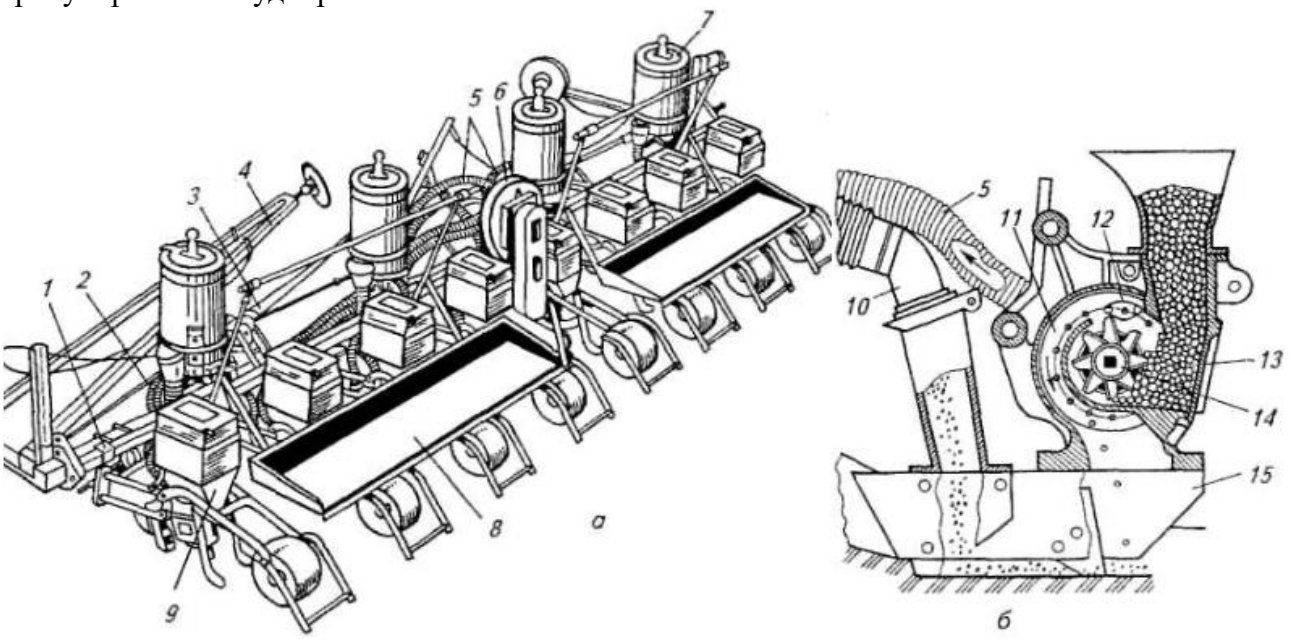


Рисунок 1 – Сеялки СУПН-8 и СУПН-6: а – общий вид; б – схема технологического процесса; 1 – рама; 2 – опорно-приводное колесо; 3 – кронштейн; 4 – маркер; 5 – воздуховод; 6 – вентилятор центробежного типа; 7 – туковысевающий аппарат; 8 – подножка; 9 – секция; 10 – тукопровод; 11 – высевающий диск; 12 – сбрасывающая вилка; 13 – заборная камера;14 – ворошитель; 15 – сошник»

Сеялки представляют собой комплексные устройства, состоящие из прочной рамы-фермы, центробежного вентилятора с гидравлическим приводом, аппаратов для внесения удобрений (тарельчато-скребковых), опорно-приводных колес с трансмиссией, а также вспомогательных элементов вроде подножек и маркеров. В зависимости от модели (СУПН-6

или СУПН-8), на раме размещается шесть или восемь посевных секций. Каждая секция включает подвеску, сошник и высевающий аппарат. Для контроля процесса и уровня семян в бункерах предусмотрен специальный прибор. Привод рабочих органов осуществляется от опорно-приводных колес через трансмиссию. Перед началом работы включается гидромотор, который запускает вентилятор, создающий вакуум в высевающем аппарате. Ключевым элементом высевающего аппарата является вращающийся перфорированный диск. Семена присасываются к его отверстиям под действием вакуума, а ворошитель обеспечивает их равномерное поступление. Затем диск перемещает семена в зону без вакуума, где они точно высеваются в борозду, сформированную сошником. Специальный механизм предотвращает одновременное присасывание нескольких семян. Полозовидные сошники формируют две бороздки для раздельного посева семян и удобрений. Минеральные удобрения из соответствующих аппаратов подаются к сошникам и укладываются рядом с семенами, после чего оба компонента заделываются в почву при помощи загортачей. Прикатывающие колеса уплотняют почву над рядками, а шлейфы выравнивают поверхность засеянного поля и покрывают зону рядков мульчирующим слоем почвы. Глубину заделки семян регулируют изменением положения корпуса сошника по высоте относительно прикатывающего катка. Для изменения нормы высева семян в широких пределах к сеялке прилагаются два комплекта высевных дисков: в одном комплекте диски имеют по 14 отверстий, в другом – по 22. Кроме того, в механизме привода высевных дисков имеется многоступенчатый цепной редуктор, позволяющий изменять частоту вращения дисков, чем достигается изменение нормы высева семян. Сеялка СУПН-8 агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4. СУПН-6 предназначена для тракторов меньшей мощности (тягового класса 0,9-1,4). Производительность агрегатов достигает: до 3,36–5,6 га/ч при рабочей скорости 5,4-10 км/ч (до 12 км/ч) для СУПН-8 и 2,5–3,7 га/ч при рабочей скорости до 9 км/ч для СУПН-6.

Свекловичные сеялки ССТ-12Б и ССТ-8А (рисунок 2) предназначены для пунктирного посева калиброванных семян сахарной свеклы с одновременным внесением в почву минеральных удобрений.

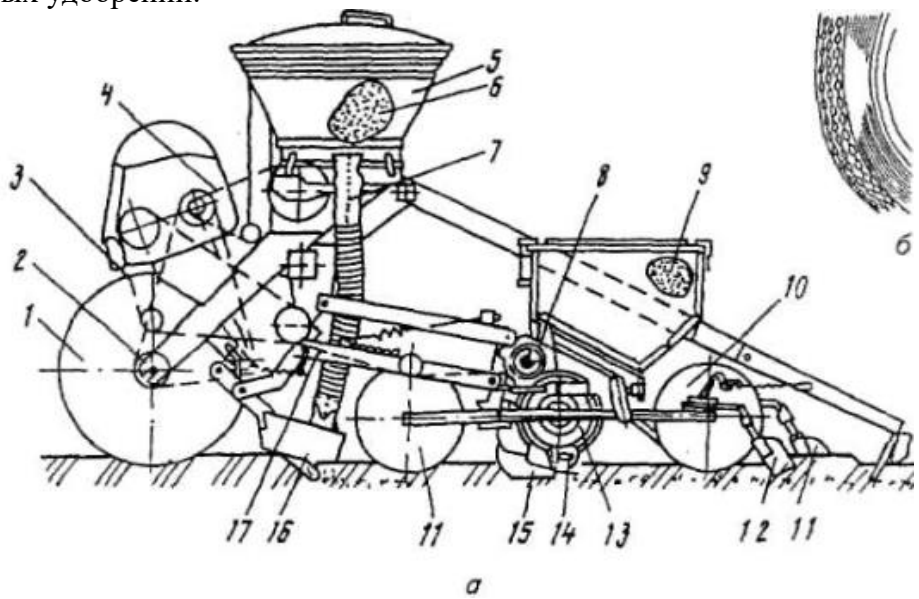


Рисунок 2 – Сеялки ССТ-12Б и ССТ-8А: а – технологическая схема

Сеялку ССТ-12Б применяют в основных зонах свеклосеяния для посева с междурядьем 45 см, а ССТ-8А – в зонах орошаемого свеклосеяния с повышенным увлажнением и на торфяниках для посева с междурядьем 60 см. Сеялку ССТ-12Б с помощью набора соединительных валиков можно переоборудовать в восьмирядную для посева с междурядьем 60 см и использовать во всех зонах. Обе сеялки высевают калиброванные одноростковые, а также дражированные семена сахарной свеклы, обеспечивая одновременное внесение минеральных удобрений отдельно от семян. Конструкция машин

включает раму, опорные колеса, приводящие в движение высевающие и туковысевающие аппараты, семенные и туковые секции, маркеры, подножные доски и подручники. Привод дисков осуществляется от опорных колес через цепную передачу. Семена из бункера заполняют ячейки высевающего диска, а излишки удаляются счесывающим роликом. Затем семена по одному выталкиваются в борозду, формируемую семенным сошником. Удобрения, захватываемые высевающим диском и направляемые скребками, подаются в борозду, созданную туковым сошником. После этого борозда закрывается почвой и прикатывается задним колесом для обеспечения контакта семян с влагой. Завершающие загортачи формируют небольшой холмик из влажной почвы высотой 1-3 см, регулируемый изменением положения их крыльев. Количество высеваемых семян регулируют изменением частоты вращения дисков и перекрытием одного ряда ячеек сектором, что дает возможность высевать от 12 до 50 семян на 1 м рядка. Для высева дражированных семян сахарной свеклы применяют приспособления, состоящие из сменных высевающих дисков, отражателей и других деталей. Ширина захвата сеялок ССТ-12Б и ССТ-8А соответственно составляет 5,4 и 4,8 м. Сеялку ССТ-12Б навешивают на тракторы класса тяги 20 кН, а сеялку ССТ-8А – на тракторы класса тяги 14-20 кН.

Использование современных технологий и средств механизации позволяет не только ускорить процесс посева свеклы, но и повысить его качество, что способствует получению высоких урожаев и стабильной работы хозяйства. Обзор технических средств для посева свеклы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [8-22].

Литература

1. Тенденции развития инженерного обеспечения в сельском хозяйстве : учебник для вузов / А. И. Завражнов, Л. В. Бобрович, С. М. Ведищев [и др.]. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 688 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/198563 (дата обращения: 24.02.2026).
2. Кузнецов, И. Ю. Практикум по овощеводству : учебное пособие / И. Ю. Кузнецов, Р. Р. Алимгафаров, Б. Г. Ахияров. – Уфа : БГАУ, 2021. – 171 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/326558 (дата обращения: 25.02.2026).
3. Технологии овощеводства : учебное пособие / М. И. Машенков, Г. Ф. Ярцев, А. П. Глинушкин [и др.]. – Оренбург : Оренбургский ГАУ, 2020. – 478 с – URL: https://e.lanbook.com/book/172659 (дата обращения: 24.02.2026).
4. Сеялка СУПН-6\8 // MGTrans – 2024. – URL: https://mgtrans.ua /supn-6-effektivnaya-nadezhnaya-seyalka-universalnaya-supn-6-8 (дата обращения: 25.02.2026).
5. Сеялка универсальная пропашная пневматическая СУПН-8 // Orelagro.ru – 2025. – URL: https://orelagro.ru/tehnika/seyalki/universalnye-pnevmaticheskie-tochnogo-vyseva/supn-8 (дата обращения: 25.02.2026).
6. Сеялки для посева пропашных культур // Helpiks – 2026. – URL: https://helpiks.org/7-60934.html?ysclid=mm26ic3ljn496687721 (дата обращения: 25.02.2026).
7. Шахаев, В. Л. Машины для посева и посадки сельскохозяйственных культур : учебно-методическое пособие // В. Л. Шахаев, Д. Н. Раднаев, С. В. Петунов. – Улан-Удэ : Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова, 2018. – 64 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/225920 (дата обращения: 25.02.2026).
8. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.
9. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
10. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.

11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
12. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
13. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
14. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
15. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
16. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
17. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
18. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
19. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
20. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
21. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
22. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.

УДК 006.91

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ РЕФОРМА ДМИТРИЯ ИВАНОВИЧА МЕНДЕЛЕЕВА

Дектерев И.О. – студент 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация: Статья посвящена историческому вкладу выдающегося русского ученого Дмитрия Ивановича Менделеева в формирование отечественной метрологии. Рассматриваются причины и предпосылки проведения метрологической реформы конца XIX века, основные принципы предложенной Менделеевым программы модернизации системы мер и весов, а также последствия внедрения этих изменений для экономики и науки России. Подчеркивается роль реформы в формировании единой национальной измерительной инфраструктуры, ставшей основой дальнейшего прогресса в науке и технике.

Ключевые слова: Метрология, стандарты, меры веса, единица измерения, метрическая система, стандартизация, Д.И. Менделеев.

Введение. Дмитрий Иванович Менделеев (1834—1907) известен открытием периодического закона и таблицы элементов, но его вклад в развитие метрологии не менее важен. Метрологические реформы Менделеева заложили основы современной российской измерительной системы, способствовали прогрессу в экономике и науке.

Причины реформы. В середине XIX века Российская империя столкнулась с серьезными проблемами, вызванными отсутствием четкой и согласованной системы мер и весов. Эти проблемы проявлялись следующим образом:

- Развитие внутреннего рынка тормозилось несистемностью единиц измерения, различия в мерах и единицах создавали трудности для торговых операций и замедляли экономическое взаимодействие регионов.
- Недостаточная точность измерений негативно влияла на модернизацию промышленности, ухудшалась конкурентоспособность отечественных продуктов на мировом рынке.
- Без единых стандартов исследователи сталкивались с трудностями сопоставления результатов научных экспериментов.
- Необходимость интеграции России в международное сообщество настоятельно диктовала потребность в переходе на общепринятые единицы измерения.

Реформы стали неизбежны, и государство поручило разработку плана преобразования известным ученым, среди которых оказался Дмитрий Иванович Менделеев.

Проект реформы и её реализация. Понимая важность международной практики, Менделеев предложил правительству проект перехода на десятичную метрическую систему, внедренную большинством европейских стран и утвержденную Международным комитетом мер и весов. Предложенный проект включал четыре основополагающих элемента:

1. Переход на десятичные соотношения единиц измерения, облегчивший расчёты и взаимопревращение единиц.
2. Установление официальных эталонных значений основных физических величин: метра, килограмма, литра и градусов Цельсия.
3. Организация государственных институтов надзора за соблюдением стандартов, регулярная проверка измерительных приборов и оборудования.
4. Подготовка профессиональных кадров в сфере метрологии и сертификации. Этот проект был поддержан правительством и начал реализовываться в конце XIX века.

Последствия реформы. Внедрение новой системы мер дало положительные результаты:

- торговля упростилась, национальные товары получили международный статус;
- качество продукции выросло благодаря точности измерений;
- развитие естественных наук ускорилось;
- создана устойчивая государственная инфраструктура метрологии.

Основой этой инфраструктуры стало учреждение Государственного института мер и весов (ныне ФГУП «ВНИИМС»), где хранились государственные эталоны единиц измерения, проводились калибровки и исследования.

Заключение. Метрологическая реформа, проведённая Дмитрием Ивановичем Менделеевым, оказалась важной частью экономического и культурного развития России конца XIX века. Унификация системы мер позволила обеспечить стабильность и надёжность производственного процесса, повысить качество продукции и ускорить интеграцию страны в глобальную экономику. Сегодня русская метрология продолжает развиваться и совершенствоваться, сохраняя значимость наследия великого ученого.

Литература

1. Шорников О.П. Жизнь и деятельность Д.И. Менделеева. СПб.: Политехника, 2018 г.
2. Гущин, С. Н. Повышение качества продукции на машиностроительных предприятиях / С. Н. Гущин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение". Сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2014 года / Редколлегия: Лиханов В.А., Бурдин А.М., Лопатин О.П. Том Выпуск 15. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 91-96.
3. Гущин, С. Н. Повышение качества измерительного процесса на машиностроительных предприятиях / С. Н. Гущин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение". Сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2014 года / Редколлегия: Лиханов В.А., Бурдин А.М., Лопатин О.П. Том Выпуск 15. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 86-90.
4. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность отработавших газов / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, С. Н. Гущин, А. В. Зонов // Актуальные проблемы инженерного обеспечения АПК: международная научно-практическая конференция: сборник научных трудов / ред.-изд. совет: Дугин П. И. (гл. ред.) и др. – Ярославль: ЯГСХА, 2006. – С. 95-100. – EDN YOEMC.
5. Создание новых видов спиртосодержащих топлив / В. А. Лиханов, С. А. Плотников, С. Н. Гущин, В. В. Лунева // Новые топлива с присадками: II Международная научно-практическая конференция, Санкт-Петербург, 18–21 июня 2002 года / Академия Прикладных Исследований. – Санкт-Петербург: Академия Прикладных Исследований, 2002. – С. 367g-367l.
6. Гущин С.Н. Влияние состава спиртосодержащего топлива на показатели процесса топливоподачи / С. А. Плотников, С. Н. Гущин, С. Р. Лебедев // Двигателестроение. – 2004. – № 3(217). – С. 43-45.
7. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность отработавших газов / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, С. Н. Гущин, А. В. Зонов // Актуальные проблемы инженерного обеспечения АПК: международная научно-практическая конференция: сборник научных трудов / ред.-изд. совет: Дугин П. И. (гл. ред.) и др. – Ярославль: ЯГСХА, 2006. – С. 95-100.

УДК 631.35

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ УБОРКЕ КОРМОВОЙ БРЮКВЫ

Докучаев А. П. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Кратко приведены: характеристики брюквы и технология её возделывания. Рассмотрена возможность улучшения показателей уборки кормовой брюквы при соблюдении технологических особенностей, обеспечивающих её сохранность и качество.

Ключевые слова: кормовая брюква, уборка, комбайн, корнеплод, технология

Кормовая брюква — это гибрид листовой капусты и репы, позднеспелая кормовая культура. Это двулетнее растение, дающее один крупный корнеплод [1].

В наше время эта культура широко выращивается в странах Северной Европы, Белоруссии, Прибалтике, в Канаде, Австралии, Новой Зеландии, в северо-западных и северных районах России, Сибири, на Дальнем Востоке.

Использование брюквы [1, 2, 3].

Брюкву можно выращивать как для реализации в свежем виде, так и в качестве сырья для производства безалкогольных напитков, чипсов, икры и сока. Кроме того, корнеплоды и ботва брюквы – ценный молокогонный корм. По химическому составу брюква близка к репе и турнепсу и тоже относится к сочным кормам – корнеклубнеплодам.

Химический состав корнеплодов зависит от сорта, почвенно-климатических условий и агротехники возделывания. В среднем 1 кг сырой брюквы содержит 0,14 ЭКЕ для КРС, что соответствует 1,35 МДж обменной энергии (12,3 МДж в 1 кг на сухое вещество). При этом протеиновая питательность брюквы невысока, но по содержанию незаменимых аминокислот превосходит свеклу. В составе брюквы преобладают лизин, метионин, аргинин, глутаминовая кислота, аланин.

Этот корм богат сахарами, преимущественно моносахарами (глюкоза, в меньшей степени фруктоза). Брюква богата аскорбиновой кислотой, желтомясые сорта – каротином. Что касается минеральной питательности, уровень кальция, фосфора, калия ниже, чем в репе, но довольно значительный, также брюква богата марганцем, железом, медью, хромом. Кроме того, брюква содержит стероидные сапонины, положительно влияющие на состояние клеточных мембран и иммунитет. В брюкве, как в репе и турнепсе, содержатся горчичные масла, содержание кротонового масла придает корму специфический привкус.

Выращивание брюквы.

Почва для посева должна быть влажная, богатая органическими удобрениями. В севообороте нельзя чередовать брюкву с капустой и редисом из-за общих болезней и вредителей.

Брюкву сеют в середине апреля – начале мая. Это холодостойкое растение, семена прорастают уже при температуре воздуха от -3°С до +2°С. Всходы выдерживают температуру до -3°С, а взрослые растения – до -6°С. Период вегетации составляет 110–115 дней.

Для роста брюквы оптимальна температура воздуха 15–20 °С. При более высоких температурах, как и при недостатке влаги, корнеплоды становятся жесткими, урожайность снижается. Поэтому брюкве требуется полив.

Уборка брюквы.

Начало созревания корнеплодов определяют по разомкнутости междурядий: ботва в это время начинает увядать, желтеет и частично отмирает. Уборку производят осенью до наступления морозов - подмерзшие корнеплоды непригодны к хранению. Слишком ранняя уборка связана с недобором массы корнеплодов.

На сроки уборки влияют:

- срок созревания конкретного сорта (раннеспелые разновидности выкапывают раньше, чем поздние);

- размер корнеплодов (крупные овощи снимают с грядки раньше, мелкие оставляют подольше, если позволяют погодные условия).

В условиях Нечернозёмной зоны, где высокая влажность воздуха и почвы, сроки уборки устанавливают в зависимости от хозяйственных возможностей, но не позднее наступления устойчивых заморозков. При наличии в хозяйстве других видов корнеплодов брюкву, как более устойчивую к осенним заморозкам культуру, убирают последней.

Технология уборки.

Обычно применяют раздельный метод:

- Ботва срезается ботвоуборочными машинами.
- Корнеплоды выкапываются корнеуборочными комбайнами.

Особенности уборки:

- Перед выкопкой возможна обработка ботвы десикантом.
- Чтобы избежать растрескивания, брюкву не убирают сразу после дождя.
- Высота падения корнеплодов при погрузке или разгрузке не должна превышать одного метра.

Во время уборки не следует допускать механических повреждений и подвяливания корней, так как с поврежденные, также подвяленные, они плохо хранятся [2, 3, 4].

Хранят в подвалах при температуре не выше 3–4°С и влажности 90–95%.

Собственно, уборку корнеплодов проводят: сначала скашивают ботву косилкой КИР-1,5 или ботвоуборочной машиной БМ-6. Высоту среза устанавливают так, чтобы оставались черешки длиной 2-2,5 см. Затем убирают корнеплоды (кормовая брюква, свёкла, кормовая морковь и др.) комбайном МКК-6 или машинами ККГ-1,4, РКС-6 и др. [4, 5].

Как уже ранее отмечалось, корнеплоды уязвимы к порезам, ударам и другим повреждениям. Их наличие отрицательно сказывается на сохранности. Поэтому, уже в процессе уборки необходимо избегать сильных ударов и повреждений при погрузке в прицепы [3, 4].

Один из путей выполнения этих условий – выбор наиболее эффективных машин для уборки корнеклубнеплодов. Как современный достойный вариант, комбайн прицепной Dewulf GKIISE (рисунок 1)

Рассмотрим основные характеристики [6].

1. Обеспечение высоких: производительности и качества.

GKIISE – прицепной 2-рядный комбайн теребильного типа с пальчиковой горкой и выгружающим элеватором. После набора ножей продукт перемещается поперечным транспортером шириной 800 мм к пальчиковой горке. Большая контактная поверхность пальчиковой горки (1000 х 1680 мм) обеспечивает непревзойденную чистящую способность. С пальчиковой горки продукт перемещается к выгружающему транспортеру. Распределитель, устанавливаемый в конце выгружающего транспортера, обеспечивает равномерное распределение продукта на выгружающем элеваторе.

2. Полновесное удаление ботвы начинается в приемной части.

Благодаря теребильным ремням длиной 14000 мм с профилем, обеспечивающим сверхэффективный захват, корнеплод подвешивается в теребильном аппарате единообразно и точно. Уникальной особенностью являются «плавающие лемехи» – две индивидуальные приемные части с независимыми лемехами гарантируют максимальную устойчивость даже при высоких скоростях движения.

3. Надежность комбайна Dewulf теребильного типа.

Выпускаемые Dewulf комбайны теребильного типа изготовлены из стандартных износостойких компонентов высокого качества. Подшипники каждого набора ножей герметично уплотнены с использованием «лабиринтного уплотнения». Это обеспечивает самую высокую степень износостойкости среди всех комбайнов, предлагаемых на мировом рынке. Каждый набор ножей приводится в движение одним необслуживаемым редукторным

приводом (Gearbox Drive). Два зубчатых колеса повышенной прочности обеспечивают идеальную синхронизацию ножей. Благодаря этому верхушки клубнеплоды не повреждаются и ножи сохраняются дольше [6].

4. Удобство работы обеспечивает высокую скорость уборки.

Используя панель управления, можно просматривать и регулировать все установки. Когда комбайнер хочет полностью сфокусироваться на сборе продукта, трактористам, едущим рядом, можно предоставить опциональный ПДУ для управления выгружающим элеватором.



Рисунок 1 – Уборка корнеплодов прицепным 2-рядным комбайном теребильного типа с пальчиковой горкой и выгружающим элеватором Dewulf GKIISE

Внедрение на стадии уборки описанной выше высокоэффективной техники позволяет избежать массовых повреждений урожая, обеспечивая в дальнейшем шанс на его сохранность.

Совершенствование всего процесса возделывания кормовых корнеплодов (брюквы) — это более сложный и многоаспектный процесс, который требует постоянного совершенствования технологий и методов. Они, наряду с энергосберегающими технологиями [7-20], позволяют минимизировать затраты на производство, улучшить качество продукции и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Литература

1. Брюква кормовая Куузику. – URL: https://agroserver.ru/b/bryukva-kormovaya-kuuziku (дата обращения: 30.03.2026).

2. Брюква для фермерского хозяйства: сорта, агротехника, применение. – URL: https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/brjukva-dlja-fermerskogo-hozjajstva-sorta-agrotehnika-primenenie?ysclid (дата обращения: 30.03.2026).

3. Технология возделывания брюквы. – URL: https://www.activestudy.info/texnologiya-vozdelyvaniya-bryukvy/ (дата обращения: 30.03.2026).

4. Земледелие : учебник для вузов / Г. И. Баздырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин [и др.] – Москва : Колос, 2000. – 551 с.

5. Савченко, И. В. Методы анализа почв и их применение в точном земледелии / И. В. Савченко. – Киров : Вятская ГСХА, 2020. – 168 с.

6. Прицепной 2-рядный комбайн теребильного типа с выгружающим элеватором. – URL: https://www.dewulfgroup.com (дата обращения: 30.03.2026).

7. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.

8. Жолобов, Н. В. Сепаратор зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Сельский механизатор. – 2017. – № 10. – С. 20-21.

9. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.
10. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых - будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 277-279.
11. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.
12. Шилин, В. В. Совершенствование технологии хранения машинно-тракторного парка в условиях предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, В. А. Салангин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 232-235.
13. Шилин, В. В. Совершенствование технологии технического обслуживания и текущего ремонта автомобильного транспорта в условиях подразделений предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, Д. П. Сысоев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 236-240.
14. Бурков, А. И. Разработка пневмосистемы для виброцентробежной машины МЗП-25/10 и ее использование при реконструкции семяочистительной линии / А. И. Бурков, В. Л. Андреев, В. В. Шилин // Inżynieria Systemow Bioagrotechnicznych: Zeszyt 2-3 (11-12). – Plock, 2003. – S. 147-157.
15. Andreev, V.L. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V.L. Andreev, V.V. Shilin, V.V. Ilichev, T.S. Holodenina // BIO Web of Conferences, Vol. 42 (2022) 03009. doi:10.1051/bioconf/20224203009.
16. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 142-144.
17. Жолобов, Н. В. Ресурсосберегающий пневмосепаратор Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов, К. В. Маишев // Сельский механизатор. – 2013. – № 6 (52). – С. 12-13.
18. Курбанов, Р. Ф. Современные технологии и комплексы машин для производства картофеля : учебное пособие для лабораторных работ по дисциплине «Инновационные технологии в механизации растениеводства» для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 160 с.
19. Курбанов, Р. Ф. Влияние эффлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – С. 43-52.
20. Шиврин, В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 294-297.

УДК 632.363

ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Долгов А. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор корморазда тчиков, используемых на фермах крупного рогатого скота, с подробной технической характеристикой.
Ключевые слова: корма, приготовление, измельчение, проектирование, расчёт, корморазда тчик, группа животных, поточно-технологическая линия

Полноценное кормление – один из основных путей повышения продуктивности животных, увеличения производства и снижения их себестоимости. По мере индустриализации животноводства возрастает требование к переработке и раздаче кормов. Это, в первую очередь, необходимость все более широкого внедрения поточных способов приготовления и раздачи корма, а так же максимального использования его питательных веществ животными [1-6].

Измельчитель – смеситель кормов серии КИС (рисунок 1). Предназначен для приготовления полнорационной кормосмеси (из длинноволокнистых кормов, корнеклубнеплодов, концентрированных кормов и др.), транспортировки и раздачи ее на фермах крупного рогатого скота.

Система измельчения – смешивания – вертикальный шнек. Привод рабочих органов от ВОМ трактора. Спирали шнека и стенки бункера изготавливаются из легированной марганецсодержащей стали 09Г2С, ножи – с плазменным порошковым твердосплавным напылением. Для защиты редуктора установлена предохранительная муфта.

Имеет увеличенный дорожный просвет (300 мм), ходовую часть на балансирной подвеске на четырех колесах, что повышает плавность хода, проходимость, уменьшает боковые колебания и удельное давление на опорную поверхность. Может комплектоваться системой электронного взвешивания исходных компонентов кормосмеси.

Выпускается с выгрузным устройством в виде транспортерной ленты, выгрузного окна на правую сторону и выгрузных окон на обе стороны.



Рисунок 1 – Общий вид измельчителя – смесителя серии КИС

Одноосный с использованием ходовой части зарубежного производства на двух колесах. Может комплектоваться системой электронного взвешивания исходных компонентов кормосмеси.

Таблица 1 – Техническая характеристика измельчителей – смесителей кормов серии КИС

Показатели	Модель измельчителя – смесителя кормов		
	КИС-8	КИС-9	КИС-10
Вместимость, $м^3$	8,9	8,9	10

Потребляемая мощность, кВт	45	45	45
Частота вращения, мин[1]:			
ВОМ трактора	540	540	540
шнека	26	26	26
Число ножей на шнеке	7	7	7
Высота разгрузки, мм	750	750	750
Ширина колеи, мм	1960	1960	1960
Высота (по заказу), мм	2400...2550	2400...2550	2600...2700
Размеры (ширина х высота), мм	2410х2550	2410х2550	2410х2700
Масса, кг	3900	3900	4200

Кормоприготовительные агрегаты АКМ-9 (рисунок 2). Предназначены для приготовления полнорационной кормосмеси (из длинноволокнистых кормов, корнеклубнеплодов, концентрированных кормов и др.), транспортировки и раздачи ее в кормушки или на кормовой стол на фермах крупного рогатого скота. При стационарном исполнении – выгрузка готовой кормосмеси осуществляется в мобильный кормораздатчик типа КТУ-10.



Рисунок 2 – Общий вид агрегата АКМ

Таблица 2 – Техническая характеристика кормоприготовительных агрегатов АКМ

Вмести-мость бункера, м^3	Расстояние между внеш-ними сторо-нами колес, мм	Габаритные раз-меры, мм	Число шнеков системы из-мельчения-смешивания	Марка агрегати-руемого трактора
Полуприцепные				
8	2000	4800х2350х2400	1	МТЗ-80/82
9	2000	4800х2350х2550	1	МТЗ-80/82
11	2100	4800х2350х2770	1	МТЗ-80/82
14	2000	6900х2350х2600	2	МТЗ-1221,15232
Полуприцепной низкорамный				
10	2000	5100х2350х2600	1	МТЗ-80/82
Стационарный				
11	-	4600х2350х2550	1	-

Привод полуприцепных от ВОМ трактора, стационарного — от электродвигателя. Без устройства для самозагрузки. Оснащены электронной системой взвешивания [7].

Раздатчик – измельчитель – смеситель кормов прицепной РИСП-10 (рисунок 3).

Предназначен для приема заданной дозы компонентов рациона (концентрированные корма с добавками, сено, сенаж, силос, гранулы и другие компоненты), транспортировки, измельчения, смешивания и равномерной раздачи полученной кормосмеси на фермах крупного рогатого скота при ширине кормового прохода не менее 2200 мм, высоте ворот не

менее 2600 мм, высоте кормушки не более 750 мм, а также на откормочных площадках вне помещений.

Состоит из кузова, нижнего шнека, двух верхних шнеков, выгрузного транспортера (с левой стороны), коробки цепных передач, колесной пары (балансира) и карданной передачи.

ИСРК-12 предназначен для эксплуатации внутри и вне помещений с температурой окружающего воздуха от -30 до +40°С.



Рисунок 3 – Общий вид раздатчика-измельчителя-смесителя

Таблица 3 – Техническая характеристика РИСП-10

Производительность при раздаче (максимальная), т/ч	36
Вместимость кузова, $м^3$	10
Грузоподъемность, кг	4000
Время измельчения и смешивания, мин	5...10
Число ножей	137
Равномерность смешивания, %	80
Скорость, км/ч:	
транспортная	20
рабочая (при раздаче)	4...6
Равномерность раздачи, %	85
Норма выдачи, кг/м (пог.)	10...30
Радиус поворота по наружному колесу, м	6
Колея, мм	1600
Высота, мм:	
загрузки	2445
выгрузки	800
Масса, кг	3800

Измельчитель – смеситель – раздатчик кормов ИСРК-12 (рисунок 4). Измельчитель – смеситель – раздатчик кормов, предназначен для приготовления (доизмельчения и смешивания) компонентов (зелёная масса, силос, сенаж, рассыпанное и прессованное сено, солома, комбикорма, корнеплоды в измельчённом виде, жидкие кормовые добавки) с применением электронной системы взвешивания кормовой смеси, которая обеспечивает возможность программирования 50 рецептов из 30 компонентов.

Кормораздатчик используется только внутри фермерской зоны, так как не предназначен для передвижения по дорогам общего назначения. Кормораздатчик агрегатируется с тракторами класса 1,4. Машина состоит из бункера, шнекового рабочего органа, весового механизма, механизма раздачи корма, привода рабочих органов.



Рисунок 4 – Общий вид измельчителя – смесителя – раздатчика кормов ИСРК-12

Таблица 4 – Техническая характеристика ИСРК-12

Показатели	Модель смесителя-кормораздатчика		
	ИСРК-12	ИСРК-12Ф	ИСРК-12Г
Тип	полуприцеп		
Грузопдъёмность, т/ Вместимость, $м^3$	4.0 / 12	3.5 / 12	3.5 / 12
Габаритные размеры, мм	6350х2200х2540	7000х2200х2540	6800х2350х2540
Ширина колеи, мм	1680±50		
Дорожный просвет, мм	420 (330)	420	420 (330)
Высота разгрузки (высота кормушки), мм	700		
Транспортная скорость с грузом/без груза, км/ч, не более	8.0 / 12.0		
Рабочая скорость при раздаче кормов, км/ч, не более	5		
Привод шнеков	от ВОМ трактора		
Количество / тип шнеков	2 / горизонтальные		
Масса, кг	4500	5400	5000

Бункер в горизонтальной плоскости имеет прямоугольную форму, а в вертикальной поперечной плоскости – призматическую с расширением вверх. На передней стенке бункера закреплен масляный бак гидросистемы машины, дисплей весового механизма управления рабочими органами. Имеется также смотровая площадка и лестница для подъёма на площадку. Сзади бункера имеется решётчатое окно для возможности загрузки различных рассыпных БВД (био-витаминные добавки) и премиксов.

Технологический процесс, выполняемый ИСРК-12, осуществляется следующим образом: в первую очередь в бункер кормораздатчика загружаются сухие гранулированные или мучнисты корма при отключённом ВОМ трактора. После переезда под загрузку других компонентов корма (сено, солома, силос) механизатор включает ВОМ трактора, корма загружаются в бункер, где при помощи шнеков происходит процесс измельчения и смешивания [8, 9].

Таким образом представленный материал, поможет при выборе той или иной технологии при раздаче кормов, так как здесь наиболее подробно собрана техническая характеристика каждого кормораздатчика.

Литература

1. Математическая модель управления электромоторизированным приводом робота для обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах / В. В. Кирсанов, Д. Ю.

Павкин, Е. А. Никитин, В. П. Заикин. – DOI 10.24411/2227-9407-2020-10060 // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 7 (110). – С. 14-24.– EDN ZCBKUU.
2. Семенюк, В. С. Основные направления государственной поддержки аграрного сектора экономики / В. С. Семенюк, Е. А. Никитин // Наука без границ. – 2019. – № 1 (29). – С. 5-9. – EDN YVONJJ.
3. Определение оптимальных режимов нагрева питательной среды в процессе ферментации в смесителе-ферментере кормов / П. А. Савиных, Н. В. Оболенский, С. Ю. Булатов, А. И. Свистунов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – № 3 (19). – С. 154-156. – EDN VCGSGL.
4. Булатов, С. Ю. Исследование процесса дозирования компонентов комбикорма шнеком ДШ-100 / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Г. Сергеев. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-10-36-40 // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 10 (292). – С. 36-40. – EDN PDGNKY.
5. Оболенский, Н. В. Исследование процесса смешивания компонентов комбикорма / Н. В. Оболенский, С. Ю. Булатов, А. И. Свистунов // Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы : сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 13 октября 2015 года / ответственный редактор А. А. Сукиасян Асатур. – Уфа : ООО "ОМЕГА САЙНС", 2015. – С. 45-50. – EDN UKZYIR.
6. Патент № 2228612 C2 Российская Федерация, МПК A01K 5/00. Мобильный кормораздатчик-увлажнитель : № 2002109250/12 : заявл. 09.04.2002 : опубл. 20.05.2004 / С. В. Гусев, В. В. Коновалов, С. И. Щербаков ; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN EGZPFD.
7. Патент № 2297780 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Устройство для перемешивания сухих кормов и внесения жировых добавок : № 2005123580/13 : заявл. 25.07.2005 : опубл. 27.04.2007 / И. А. Боровиков, В. В. Коновалов, С. В. Гусев ; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN ZKHRED.
8. Патент № 2422054 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Устройство для перемешивания сухих кормов и внесения добавок : № 2009149281/13 : заявл. 28.12.2009 : опубл. 27.06.2011 / Л. В. Иноземцева, Н. Г. Алимова, В. В. Коновалов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова". – EDN KVMYWU.
9. Патент № 2809843 C1 Российская Федерация, МПК A01C 1/06. Установка для увлажнения семян перед посевом : № 2023113904 : заявл. 29.05.2023 : опубл. 19.12.2023 / Ф. А. Киприянов, П. А. Савиных, П. Н. Солонщиков ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина". – EDN FMDTLE.

УДК 614.3.006.73

ПРОИЗВОДСТВО ВОССТАНОВЛЕННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Дубовцев Е. Н. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор технология по производству восстановленного молока.

Ключевые слова: молоко, продукт, технология, принцип, способ, технология, оборудование, технологическая линия

Молоко – скоропортящийся продукт, вследствие этого во многих странах, где молочная промышленность не развита, оно является дефицитным продуктом. Свежее молоко имеет ограниченный срок хранения и легко портится при воздействии бактериальных ферментов, прямого солнечного света и т.д. В случаях, когда поставки молока трудноосуществимы – например, в странах с тропическим климатом или в регионах, где производители находятся на значительном удалении от потребителя, – свежее молоко заменяется видами молока, обладающими длительным сроком хранения, такими как сгущенное и стерилизованное (УВТ) молоко [1,2].

В основе подобных технологий лежат одинаковые принципы, которые во многом совпадают. Первоначально они применялись к питьевому молоку, затем последовало производство концентрированного молока и подслащенного сгущенного молока. В настоящее время с помощью рекомбинации производят йогурт, масло и сыр. На протяжении многих лет эти технологии были усовершенствованы от простых периодических до сложных высокопроизводительных систем.

Наиболее важными операциями, которые лежат в основе процесса восстановления и рекомбинации, являются следующие:

– переработка сырья;

– взвешивание и смешивание;

– фильтрование, гомогенизация и пастеризация.

Восстановленное молоко – это жидкое молоко, полученное добавлением воды к порошкообразному обезжиренному молоку (ПОМ) или порошку цельного молока (ПЦМ). Рекомбинированное молоко – это молоко, полученное добавлением воды к обезжиренному сухому молоку и добавлением молочного жира в таком количестве, которое необходимо для получения желаемой массовой доли жира.

Восстановленные молочные продукты – продукты, полученные смешением воды и сухих или концентрированных продуктов в количестве, обеспечивающем необходимое соотношение вода/сухие вещества.

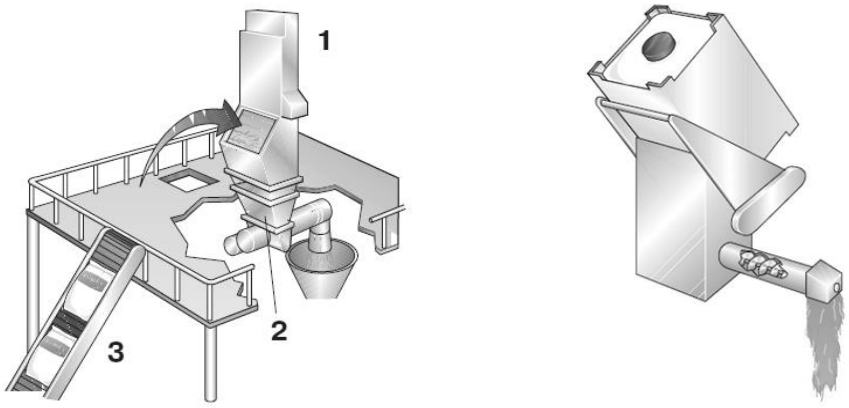
Дозировка сухого обезжиренного молока основана на том простом правиле, что вес сухого продукта составляет одну десятую веса производимого молока. При небольших объемах производства наиболее рациональным решением является ручная разгрузка рассчитанного количества упаковок известного веса в резервуар для смешивания, но для крупных объемов производства эта операция может быть механизирована.

При разгрузке сухого молока образуется большое количество пыли. Следовательно, разгрузка крупногабаритных упаковок потребует специального оборудования, включая пылеулавливающие устройства (рисунок 1 а) [1].

Сухое молоко может поставляться в контейнерах. В этом случае целесообразным является использование шнекового конвейера с переменной скоростью, который захватывает порошок со дна приемного бункера и перемещает его в воронку для смешивания. Контейнер может быть установлен в нужное положение с помощью опрокидывающего устройства (рисунок 1 б) или с помощью подъемника [3].

На высокомеханизированных предприятиях сухое молоко поступает насыпью. Он хранится в башенных танках и с помощью пневмосистем перемещается в дозатор, из

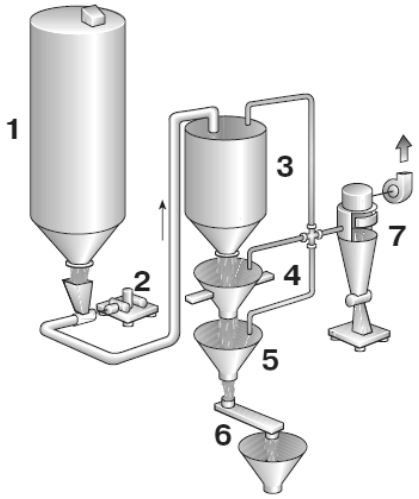
которого он поступает на переработку через весовое устройство и шнековый конвейер. Система, изображенная на рисунке 2, включает узел для централизованного улавливания пыли.



а б

а – оборудование для разгрузки мешков с сухим молоком; б – опрокидывающее устройство для контейнеров с сухим молоком; 1 – пылеотделительное устройств; 2 – сито; 3 – транспортер для мешков

Рисунок 1 – Оборудование для подачи сухого молока



1– башенный танк для сухого молока; 2 – нагнетатель; 3 – промежуточная емкость; 4 – весы-дозатор; 5 – дозатор; 6 – шнековый питатель; 7 – пылевой фильтр

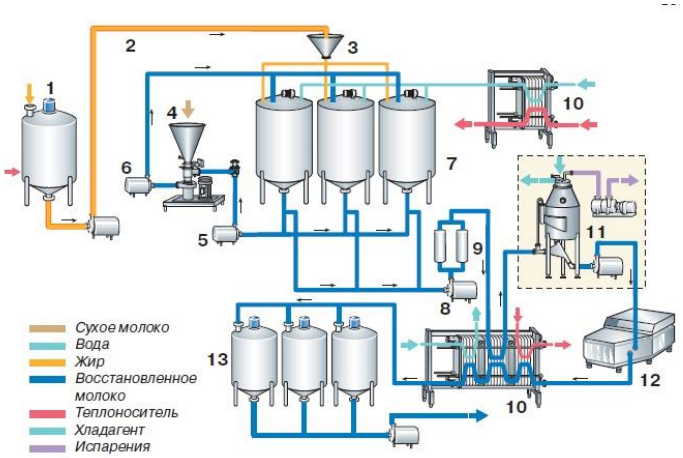
Рисунок 2 – Оборудование для подачи сухого молока насыпью на крупных заводах

Установки для восстановления молока имеют производительность вплоть до 15 000 л/ч. На крупных заводах для достижения требуемой производительности устанавливаются параллельные линии.

Последовательность технологических операций на крупных установках в целом такая же, как и на малых, за исключением того, что там требуется большее количество танков для хранения и плавления жира, смешивания и промежуточного хранения конечного продукта. Степень механизации может отличаться от приведенной выше схемы.

На крупных предприятиях необходимо использовать весовой танк для дозировки жира с целью обеспечения необходимой точности. На установках малой мощности весовой танк часто заменяется насосом-дозатором.

На рисунке 3 показана крупнотоннажная установка для восстановления молока непрерывного действия, в котором жир дозируется в резервуары для смешивания [3].



1 – резервуар для жира; 2 – изолированный трубопровод для жира; 3 – весовой бункер для жира; 4 – воронка с высокоскоростным смесителем; 5 – циркуляционный насос; 6 – вспомогательный насос; 7 – танки для смешивания; 8 – разгрузочный насос; 9 – фильтры; 10 – пластинчатые теплообменники; 11 – вакуумный деаэратор (вариант); 12 – гомогенизатор; 13 – танки для хранения

Рисунок 3 – Установка для восстановления молока с подачей жира в танки для смешивания

Перед подачей в танки для смешивания 7 питьевая вода нагревается в пластинчатом теплообменнике, т.к. сухое обезжиренное молоко лучше растворяется в теплой воде, чем в холодной.

Циркуляционный насос 5 запускается после того, как резервуар заполняется наполовину и вода проходит через обводную линию из резервуара для смешивания к высокоскоростной смесительной системе 4.

В высокоскоростном смесителе, показанном на рисунке. 3, сухие ингредиенты пропускаются через загрузочный бункер со скоростью до 45 кг в минуту. Между циркуляционным насосом 5 и вспомогательным насосом 6 создается вакуум, который втягивает ингредиенты в отверстие крыльчатки смесителя.

В трубе-диффузоре жидкие и сухие ингредиенты подаются раздельно до тех пор, пока они не достигнут отверстия крыльчатки. Шиберная заслонка, активированная вручную или с помощью дистанционного управления, прерывает подачу в приемный бункер, как только последний из сухих ингредиентов поступит в смесительную камеру.

Мешалка в резервуаре для смешивания запускается одновременно с циркуляционным насосом. В процессе смешивания вода продолжает поступать в резервуар до тех пор, пока не будет подано необходимое ее количество.

После окончания подачи сухого молока мешалка и циркуляционный контур останавливаются, а содержимое резервуара выдерживается до полного растворения сухого обезжиренного молока. Продолжительность этого процесса при температуре воды 35–45°С составляет около 20 минут. После этого мешалка активируется опять. Одновременно смеситель подсоединяется для приема следующей партии ингредиентов для восстановления.

Теперь подается обезжиренный молочный жир из танка для хранения жира 1. Его количество измеряется с помощью весового бункера 3. Мешалка, специально предназначенная для оптимального распределения жира, включается на несколько минут и тонко диспергирует частицы жира в обезжиренном молоке. Трубопроводы для нагретого жира обычно изолированы с целью предотвращения снижения температуры жира ниже точки плавления. После тщательного перемешивания всех добавленных компонентов в одном танке процесс повторяется в следующем.

Смесь обезжиренного молока и жира перекачивается из танка после окончательного смешивания с помощью насоса 8, который подает смесь на сдвоенные фильтры 9, где удаляются все посторонние включения, например веревки, куски мешковины. После

предварительного нагрева в теплообменнике 10 продукт перекачивается в гомогенизатор 12, где завершается диспергирование жировых шариков [4-9].

В процессе растворения сухого молока содержание воздуха в продукте значительно увеличивается, что может явиться причиной пригорания продукта в пастеризаторе и вызвать проблемы при его гомогенизации. Для его удаления перед гомогенизатором может быть установлен деаэратор 11. Продукт подогревается на 7–8°С выше температуры гомогенизации перед подачей в деаэратор, в котором разрежение отрегулировано таким образом, что продукт на выходе имеет температуру, необходимую для гомогенизации, обычно 65°С.

Гомогенизированное молоко пастеризуется и охлаждается в пластинчатом теплообменнике 10, а затем перекачивается в танки для промежуточного хранения 13 или на упаковку [3]. Восстановление является альтернативным способом снабжения продуктом, который имеет сходство со свежим молоком, где существует его реальный дефицит. Развитие производства восстановленного молока и молочных продуктов находится на высоком уровне, имеется широкий ряд разработанных технологий и оборудования.

Литература

1. Разработка конструкции высокоэффективных кормораздатчиков для приготовления полнорационных кормов / С. Г. Карташов, А. Г. Пономарев, Е. М. Клычев [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2019. – № 1 (34). – С. 86-92. – EDN LHSQHE.
2. Никитин, Е. А. Система роботизированного обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-6-26-30 // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 26-30. – EDN VGLIWV.
3. Спектральный анализ как инструмент определения качества смешивания многокомпонентной кормовой смеси / В. В. Кирсанов, М. В. Беляков, Е. А. Никитин [и др.]. – DOI 10.31563/1684-7628-2023-67-3-41-46 // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2023. – № 3(67). – С. 41-46. – EDN RCOBBX.
4. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197. – EDN ZJZXMF.
5. Методика оценки эффективности технологических линий приготовления и раздачи кормов / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, В. П. Капустин, А. В. Прохоров // Наука в центральной России. – 2018. – № 6 (36). – С. 35-42. – EDN VOTQLL.
6. Механизация приготовления кормов : учебное пособие / С. М. Ведищев, В. П. Капустин, Ю. Е. Глазков [и др.]. – Ч. 2. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. – 127 с. – ISBN 978-5-8265-1482-5. – EDN ZGKDTL.
7. Патент № 2836716 C1 Российская Федерация, МПК B01F 27/72, B01F 33/00, B01F 101/06. Установка для приготовления жидких кормовых смесей : заявл. 26.08.2024 : опубл. 19.03.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет". – EDN OPHFHM.
8. Патент № 2836811 C1 Российская Федерация, МПК B01F 23/50, A01J 11/00. Установка для приготовления жидких кормовых смесей : заявл. 19.04.2024 : опубл. 24.03.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет". – EDN FYQYFJ.
9. Солонщиков, П. Н. Классификация устройств для приготовления заменителя цельного молока / П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 152-157. – EDN BDISGM.

УДК 621.646.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА СМЕСИ

Дубровин А. С. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор результатов испытания смесителя на показатели качества смеси.

Ключевые слова: насос, рабочее колесо, смеситель, однородность, производительность, потребляемая мощность, измерение

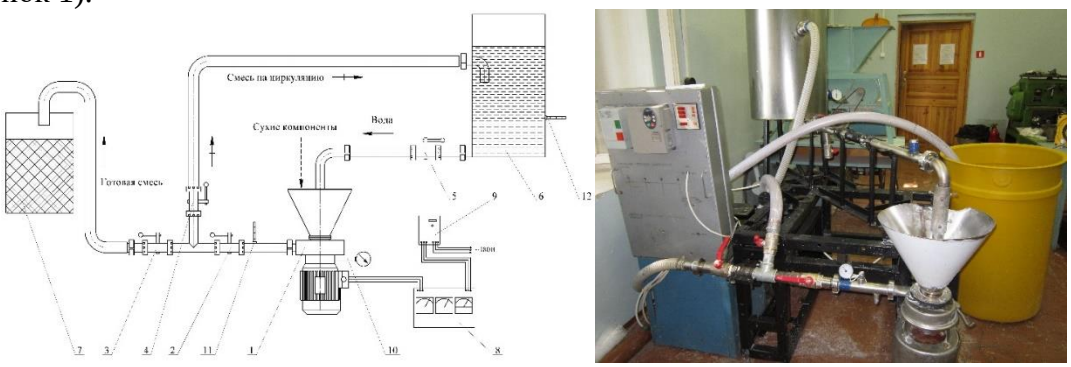
Актуальность экспериментального определения параметров качества смеси продиктована необходимостью обеспечения строгого соответствия готовой продукции технологическим регламентам и государственным стандартам. В промышленном производстве точность оценки однородности состава напрямую влияет на эксплуатационные характеристики материалов, безопасность лекарственных средств и питательную ценность пищевых продуктов.

Физический эксперимент является единственным достоверным способом подтверждения достижения требуемого коэффициента неоднородности. Поскольку теоретические расчеты часто оперируют идеализированными условиями, только экспериментальные замеры позволяют учесть реальное влияние таких факторов, как склонность компонентов к сегрегации, различие в гранулометрическом составе и влияние адгезионных сил [1-3].

Важным аспектом является оптимизация временных затрат на процесс смешивания. Экспериментальное определение динамики изменения качества смеси позволяет установить момент достижения целевого показателя гомогенности, предотвращая избыточное перемешивание. Это ведет к существенной экономии электроэнергии и предотвращает механическое разрушение хрупких компонентов смеси.

Кроме того, разработка и внедрение новых методов контроля качества, таких как оптический анализ, кондуктометрия или радиоизотопное сканирование, требуют экспериментальной апробации. Исследования в этой области позволяют автоматизировать системы управления производством, обеспечивая непрерывный мониторинг состава в режиме реального времени и исключая человеческий фактор при оценке готовности продукта. В результате смешивания, первоначально находящиеся раздельно компонент после равномерного распределения каждого из них в смешиваемом объеме материала, образуют однородную смесь [4-7].

Для изучения процессов смешивания в устройстве ввода и смешивания, собиралась лабораторная установка с открытым контуром по проточной и циркуляционной схеме (рисунок 1).



а б

1 – устройство; 2,3,4,5 – шаровые краны; 6 – бак с водой; 7 – бак с готовой смесью;
8 – мультиметр DMK-20; 9 – частотный преобразователь; 10 – тахометр; 11,12 – термометры;

Рисунок 1 –Схема (а) и общий вид (б) лабораторной установки для определения параметров смешивания

Схема работает следующим образом (рис 1). По проточной схеме: перед началом работы кран 4,5 закрывают, а краны 2,3 открывают. После запуска электродвигателя откры-

вают кран 5 и засыпают в загрузочную камеру сухие компоненты. Полученная смесь поступает в бак 5.

При циркуляции кран 3 закрыт, а 2,4 открыты, соответственно при открытии крана 5 вода начинает двигаться по замкнутому контуру, затем дозировано засыпают сухие компоненты в загрузочную камеру. По прошествии некоторого времени, готовую смесь перекачивают в бак 5, закрыв кран 4 и открыв кран 3.

Проба полученной смеси непосредственно после приготовления заливается в стеклянный градуированный цилиндр либо прозрачный стакан, высота столба пробы замеряется. Далее фиксируются все наблюдаемые изменения с течением времени. На практике принято определять несколько характеристик стабильности:

– стабильность до появления каких-либо визуальных изменений в составе пробы эмульсии (полная);

– стабильность к седиментации – накоплению высоко- или низкоконцентрированного осадка или отстоя в пробе, выраженного в процентном отношении к первоначальной высоте столба пробы;

– стабильность к флокуляции – слипанию частиц составляющих ингредиентов и образованию капель;

– стабильность к коалесценции – полному разделению среды на составляющие фазы.

Данные показатели характеризуют интенсивность воздействия активных и пассивных рабочих органов устройства ввода и смешивания на перекачиваемую среду.

При использовании мела определяли на весах массу смеси, затем отстаивали в течении 24 часов. После этого отстоявшийся меловой осадок высушивали в течении 24 часов при комнатной температуре. После замера массы сухого остатка тара промывалась и взвешивалась. Масса тары вычиталась из показаний.

Чтобы оценивать качество смешивания одной случайной величиной, что математически значительно проще, смесь считают двухкомпонентной. Для этого выделяют из смеси один какой-то компонент, называемый контрольным (ключевым), а все остальные объединяют во второй условный компонент. По степени распределения контрольного компонента в массе судят о качестве смеси. Для оценки 2-х компонентной смеси в качестве контрольного был выбран сухой компонент.

Количественной характеристикой завершенности процесса смешивания является степень однородности:

$$\Theta = \frac{\Phi_o\left(z_i\right)}{\Phi\left(z-3\right)} = \frac{\Phi_o\left(z_i\right)}{0{,}9973}, \qquad (1)$$

где Φ_0 – нормированная функция Лапласа.

В качестве критерия оценки процесса смешивания можно использовать коэффициент неоднородности (вариации), выражаемый в %

$$\nu_c = 100 \cdot \frac{S}{\overline{x}}, \qquad (2)$$

где S – величина среднего квадратического отклонения контрольного компонента.

Для определения эффективности работы устройства как растворителя молочных продуктов использовали экспресс-метод – показатель полноты растворения (ППР). Используя данный показатель можно изучить динамику процесса растворения в зависимости от различных параметров технологических режимов. Чем ниже значение ППР, тем выше эффективность растворения, то есть большое количество растворяемого материала ушло в раствор [8-10]. Таким образом данные показатели позволяют определить качество приготавливаемых смесей в устройстве ввода и смешивания, и тем самым можно оценивать эффективность устройства в качестве смесителя.

Литература

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619220 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при различной скорости движения потока» : № 2024617811 : заявл. 11.04.2024 : опубл. 22.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN NWNPHC.
2. Солонщиков, П. Н. Работа центробежного насоса при появлении вихревых потерь / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков // Науке нового века - знания молодых : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей : сборник научных трудов, Киров, 07 апреля 2011 года : в 3 ч. – Киров : Вятская ГСХА, 2011. – Ч. 2. – С. 158-163. – EDN YGQHMT.
3. Солонщиков, П. Н. Исследование и оптимизация режимов работы питающего устройства установки для приготовления жидких кормовых смесей / П. Н. Солонщиков. – DOI 10.24412/2227-9407-2024-12-24-35 // Вестник НГИЭИ. – 2024. – № 12 (163). – С. 24-35. – EDN ZHNWZQ.
4. Результаты экспериментальных исследований количественных и энергетических показателей измельчителя зерна / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, С. Л. Низовцев, А. Г. Сергеев. – DOI 10.51794/27132064-2022-1-59 // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 1 (45). – С. 59-63. – EDN TVPDBW.
5. Оболенский, Н. В. Исследование процесса смешивания компонентов комбикорма / Н. В. Оболенский, С. Ю. Булатов, А. И. Свистунов // Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы : сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 13 октября 2015 года / ответственный редактор А. А. Сукиасян. – Уфа : ООО "ОМЕГА САЙНС", 2015. – С. 45-50. – EDN UKZYIR.
6. Программа управления системой дозирования сухих сыпучих компонентов комбикорма / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Н. Пронин [и др.]. – DOI 10.31857/S2500208224010187 // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 1. – С. 82-88. – EDN FMPJZS.
7. Влияние частоты вращения мешалки и длины ее лопаток на качество смеси / М. В. Фомина, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков, В. В. Коновалов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 63-69. – EDN YZMYXR.
8. Pneumatic system of a seeder with pneumatic sowing / V. Konovalov, A. Kravtsov, V. Zaitsev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019, Rostov-on-Don, 10–13 сентября 2019 года. Vol. 403. – Rostov-on-Don: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012131. – DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012131. – EDN HQJUJI.
9. Mathematical modelling of traction resistance of the improved opener of grain seeder / G. S. Gumarov, V. V. Konovalov, A. E. Sarsenov [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. Vol. 17. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 00044. – DOI 10.1051/bioconf/20201700044. – EDN LBIISX.
10. Патент № 2123783 C1 Российская Федерация, МПК A01K 5/02. Кормораздатчик : № 97113591/13 : заявл. 23.07.1997 : опубл. 27.12.1998 / В. Т. Щедрин, С. М. Ведищев, В. П. Жиряков ; заявитель Тамбовский государственный технический университет. – EDN CLPRGS.

УДК 629.735

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Евтушенко К., Нелюбин В. А., Огородов Е. С. – студенты 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены особенности применения беспилотных летательных аппаратов при внесении средств защиты растений. Проанализированы основные преимущества технологии, включая повышение точности обработки, снижение расхода рабочей жидкости и отсутствие механического воздействия на почву. Рассмотрены ограничения применения агродронов и выполнено сравнение с традиционными наземными опрыскивателями. Сделан вывод о целесообразности их использования в составе комбинированных технологических схем обработки посевов.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, внесение средств защиты растений, точное земледелие, дистанционное зондирование, дифференцированное внесение, ультрамалые нормы внесения, агротехнологии

Введение

Внесение средств защиты растений является обязательной технологической операцией при производстве сельскохозяйственной продукции и напрямую влияет на урожайность и экономические показатели хозяйства. Традиционно обработка выполняется с использованием наземных опрыскивателей, обладающих высокой производительностью, однако их применение сопровождается уплотнением почвы, повреждением посевов и зависимостью от состояния поля. Кроме того, равномерность распределения рабочего раствора и точность дозирования во многом зависят от технического состояния машины и квалификации оператора.

Развитие беспилотных летательных аппаратов позволило сформировать альтернативный способ внесения средств защиты растений, основанный на использовании автоматизированных летательных платформ с системой навигации и программным управлением. БПЛА обеспечивают выполнение обработки без контакта с поверхностью поля, позволяют задавать норму внесения и параметры полёта в цифровом виде и интегрируются с системами дистанционного зондирования и анализа данных.

Актуальность применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве связана с необходимостью повышения точности обработки посевов, снижения расхода препаратов и уменьшения негативного воздействия техники на почву. Целью работы является анализ инженерных преимуществ использования БПЛА при внесении средств защиты растений и оценка их применения в современных технологиях обработки сельскохозяйственных культур.

Преимущества применения БПЛА при внесении средств защиты растений

Использование беспилотных летательных аппаратов при выполнении операций по внесению средств защиты растений обладает рядом технологических и эксплуатационных преимуществ по сравнению с традиционными наземными опрыскивателями. Основные из них связаны с повышением точности обработки, отсутствием механического воздействия на почву и растения, возможностью работы в сложных условиях эксплуатации и снижением расхода рабочей жидкости.

1.1Точность внесения и цифровое управление технологическим процессом

Точность внесения средств защиты растений при использовании беспилотных летательных аппаратов обеспечивается системой программного управления полётом и спутниковой навигацией.Перед началом обработки создаётся полётное задание, в котором указываются границы поля, маршрутаппарата, высота и скорость полёта, а также норма внесения рабочего раствора.Данные параметры загружаются в бортовой контроллер БПЛА и

выполняются в автоматическом режиме, что позволяет поддерживать стабильные условия обработки и снижать вероятность пропусков и перекрытий.

Для получения информации о состоянии посевов применяется аэросъёмка сельскохозяйственных полей с использованием беспилотных летательных аппаратов, оснащённых оптическими или мультиспектральными камерами. В ходе съёмки формируется серия перекрывающихся аэрофотоснимков, покрывающих всю площадь поля. Такие данные используются для оценки неоднородности развития растений и выявления участков, требующих обработки [1-4].

Полученные изображения обрабатываются с использованием фотограмметрического программного обеспечения, напримерAgisoftMetashape. В процессе обработки выполняется объединение отдельных снимков в ортофотоплан — геопривязанное изображение местности, на котором сохраняются реальные координаты объектов. На основе ортофотоплана и мультиспектральных данных могут рассчитываться индексные показатели состояния растительности, например NDVI (NormalizedDifferenceVegetationIndex, нормализованный относительный вегетационный индекс), отражающий интенсивность фотосинтетической активности растений.

Полученные карты состояния посевов используются для формирования карт дифференцированного внесения средств защиты растений. В таких картах задаётся норма внесения препарата для различных участков поля в зависимости от состояния растений. Задание загружается в систему управления агродрона, после чего аппарат выполняет обработку по заданному маршруту с изменением нормы внесения на отдельных участках поля. Использование цифровых карт поля и данных дистанционного мониторинга позволяет более рационально применять средства защиты растений и повышает эффективность обработки. Общая схема применения беспилотных летательных аппаратов при внесении средств защиты растений.



Рисунок 1 — схема применения беспилотных летательных аппаратов при внесении средств защиты растений

1.2 Отсутствие механического воздействия на почву и растения

При использовании наземных опрыскивателей обработка посевов сопровождается перемещением сельскохозяйственной техники по поверхности поля. Для движения агрегатов формируются технологические колеи, ширина и количество которых зависят от конструкции машины и схемы обработки. Площадь таких колей может составлять **2–6 % площади поля**, при этом растения на этих участках повреждаются или полностью уничтожаются при проходе техники. Дополнительные потери урожая возникают вследствие механического повреждения растений колесами машин и уплотнения почвы в зоне их движения. По данным агротехнических исследований, суммарные потери урожайности сельскохозяйственных культур при выполнении технологических операций наземной техникой могут достигать **5–10 %**[2, 5-8].

Беспилотные летательные аппараты выполняют обработку посевов без контакта с поверхностью поля. Перемещение аппарата происходит над растениями на небольшой высоте, что исключает давление на почву и образование технологических колей. Отсутствие механического воздействия позволяет сохранить структуру почвы и исключить повреждение растений, что особенно важно при обработке культур на поздних стадиях вегетации, когда использование наземной техники приводит к значительным потерям урожая.

1.3 Возможность обработки в сложных условиях эксплуатации

Эффективность применения наземных опрыскивателей во многом зависит от состояния почвы и погодных условий. При повышенной влажности грунта движение тяжёлой сельскохозяйственной техники затрудняется из-за риска пробуксовки и образования глубокой колеи. Давление колесной техники на почву может достигать **100–200 кПа**, что приводит к уплотнению влажного грунта и ухудшению его структуры. В таких условиях выполнение обработки часто откладывается до высыхания почвы, что может приводить к нарушению агротехнических сроков внесения средств защиты растений.

Беспилотные летательные аппараты не оказывают давления на поверхность поля и могут выполнять обработку независимо от несущей способности грунта. Это позволяет проводить внесение средств защиты растений после выпадения осадков, на переувлажнённых почвах и на участках с рыхлым или слабонесущим грунтом, где использование наземной техники затруднено.

Дополнительным преимуществом является возможность выполнения обработки в вечерние и ночные часы. При высокой температуре воздуха и низкой относительной влажности происходит ускоренное испарение рабочей жидкости и увеличение сноса капель препарата ветром, что снижает эффективность обработки. В связи с этим внесение средств защиты растений часто выполняется при более благоприятных метеорологических условиях — в вечернее или ночное время. Использование наземной техники в таких условиях осложняется ограниченной видимостью и необходимостью безопасного перемещения агрегатов по полю. Беспилотные летательные аппараты выполняют полёт по заранее заданному маршруту в автоматическом режиме, что позволяет проводить обработку посевов в ночное время без снижения точности выполнения технологической операции.

1.4 Снижение расхода рабочей жидкости и средств защиты растений

Одним из преимуществ применения беспилотных летательных аппаратов при внесении средств защиты растений является возможность использования ультрамалых норм расхода рабочей жидкости. При традиционном штанговом опрыскивании сельскохозяйственных культур норма расхода рабочего раствора обычно составляет **150–200 л/га**[1, 3,9,10], что связано с особенностями конструкции наземных опрыскивателей и необходимостью обеспечить равномерное покрытие растений при движении техники на значительной высоте над поверхностью посевов. При использовании агродронов распыление выполняется с малой высоты полёта, как правило **2–4 м над растениями**, что повышает эффективность осаждения капель на поверхность листьев. Благодаря этому становится возможным применение технологии ультрамалых объёмов внесения, при которой норма расхода рабочего раствора составляет около **5–7 л/га**. Снижение объёма рабочей жидкости позволяет уменьшить затраты на приготовление раствора, сократить время на заправку оборудования и повысить оперативность выполнения обработки.

Дополнительным фактором повышения эффективности является точность следования заданному маршруту. Программное управление полётом позволяет минимизировать перекрытия при обработке поля и обеспечить более равномерное распределение препарата. В совокупности использование ультрамалых объёмов внесения и автоматизированного управления обработкой способствует снижению общего расхода средств защиты растений.

Несмотря на перечисленные преимущества, применение беспилотных летательных аппаратов имеет ряд эксплуатационных ограничений, которые необходимо учитывать при их использовании в сельскохозяйственном производстве.

2. Ограничения применения беспилотных летательных аппаратов при внесении средств защиты растений

Несмотря на ряд технологических преимуществ, применение беспилотных летательных аппаратов имеет ряд ограничений, связанных с конструктивными особенностями техники и условиями эксплуатации. Одним из основных факторов является ограниченная производительность обработки. Объём бака агродронов обычно составляет **10–40 л**, что требует регулярной посадки аппарата для дозаправки рабочей жидкостью и замены аккумуляторных батарей. В результате при обработке больших сельскохозяйственных

площадей время выполнения работ может увеличиваться по сравнению с применением крупногабаритных наземных опрыскивателей.

Дополнительным ограничением является зависимость работы беспилотных аппаратов от погодных условий. При увеличении скорости ветра возрастает вероятность сноса капель рабочего раствора, что снижает точность обработки и равномерность распределения препарата по поверхности растений. По этой причине выполнение обработки рекомендуется проводить при ограниченной скорости ветра и отсутствии интенсивных осадков.

Также следует учитывать ограниченную грузоподъёмность беспилотных аппаратов. Небольшой объём перевозимого рабочего раствора влияет на производительность обработки и требует более частого пополнения бака по сравнению с наземными опрыскивателями. В связи с этим применение агродронов наиболее эффективно при обработке небольших участков, выполнении локального внесения препаратов и работе на территориях, где использование наземной техники затруднено. Кроме того, использование беспилотных летательных аппаратов требует наличия специализированного оборудования, программного обеспечения и подготовленного персонала, способного выполнять планирование полётов, управление аппаратом и обработку полученных данных. Это может увеличивать затраты на внедрение технологии в сельскохозяйственном производстве.

3.Сравнительный анализ технологий внесения средств защиты растений

Основные различия между технологиями внесения средств защиты растений при использовании наземных опрыскивателей и беспилотных летательных аппаратов представлены в таблице 1**.**

Таблица 1. Сравнение технологий внесения средств защиты растений

Параметр	**Наземные опрыскиватели**	**Беспилотные летательные аппараты**
Норма рабочего хода	150 – 200 л/га	5-7л/га
Высота внесения	0,5 – 1,5 м над растениями	2-4 м над растениями
Воздействие на почву	Уплотнение почвы образование технологических колей	Отсутствует
Потери посевов	До 2-6% площади поля из-за колеи	Отсутствует
Потери урожая от механического воздействия	До 5-10%	Отсутствует
Работа на увлажненной почве	Ограничена из-за проходимости	Возможна
Работа в ночное время	Ограничена условиями видимости	Возможна
Точность движения по маршрута	Зависит от оператора и навигации техники	Автоматическое следование заданному маршруту
Производительность обработки	Высока, подходит для больших площадей	Ниже из-за ограниченного объёма бака
Объём бака	Сотни и тысячи литров	10-40л
Зависимость от ветра	Малая	Высокая

4. Заключение

Проведённый анализ показал, что применение беспилотных летательных аппаратов при внесении средств защиты растений обладает рядом технологических преимуществ по сравнению с традиционными наземными опрыскивателями. К основным из них относятся высокая точность выполнения обработки за счёт автоматизированного управления полётом, отсутствие механического воздействия на почву и растения, возможность выполнения работ на переувлажнённых почвах и снижение расхода рабочей жидкости благодаря применению

ультрамалых норм внесения. Вместе с тем следует учитывать, что на современном этапе развития технологии беспилотные летательные аппараты не могут полностью заменить традиционные наземные опрыскиватели. Ограниченная грузоподъёмность, меньшая производительность обработки и зависимость от погодных условий ограничивают эффективность их применения на больших сельскохозяйственных площадях.

В связи с этим беспилотные летательные аппараты целесообразно рассматривать как вспомогательное средство внесения средств защиты растений, дополняющее традиционную сельскохозяйственную технику. Наиболее эффективным является комбинированное применение технологий, при котором наземные опрыскиватели используются для обработки больших площадей, а БПЛА применяются для точечного внесения препаратов, обработки труднодоступных участков и выполнения работ в условиях, ограничивающих использование наземной техники.

Литература

1. Труфляк Е. В. Сельскохозяйственные беспилотные летательные аппараты : учебное пособие для вузов / Е. В. Труфляк. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 192 с.

2. Кирюшин, В. И. Точное земледелие : учебник для вузов / В. И. Кирюшин, Т. Н. Дронова. – Москва : КолосС, 2019. – 408 с.

3. Беспилотники в сельском хозяйстве // Своё фермерство – медиаплатформаРоссельхозбанка. – URL: https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/bespilotniki-v-sel-skom-hozjajstve (дата обращения: 30.03.2026).

4. Беспилотный агроном // Своё фермерство – медиаплатформаРоссельхозбанка. – URL: https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/bespilotnyj-agronom (дата обращения: 30.03.2026).

5. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // Direct.Farm. – URL: https://direct.farm/post/ii-i-drony-roskosh-ili-neobkhodimost-dlya-malogo-fermera-31912 (дата обращения: 30.03.2026).

6. AgisoftMetashape — программное обеспечение для фотограмметрической обработки данных аэросъёмки // Agisoft. – URL: https://www.agisoft.com (дата обращения: 30.03.2026).

7. Геоскан. Беспилотные летательные аппараты для аэрофотосъёмки и мониторинга территорий // Геоскан. – URL: https://www.geoscan.aero (дата обращения: 30.03.2026).

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023668337 Российская Федерация. Управление движением и работой навесного оборудования мобильного роботизированного устройства : № 2023667208 : заявл. 17.08.2023 : опубл. 25.08.2023 / А. Н. Козлов, П. Н. Вылегжанин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN PNZIUZ.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024669132 Российская Федерация. «Управление движением мобильной гусеничной платформы» : № 2024667588 : заявл. 30.07.2024 : опубл. 14.08.2024 / А. В. Гребнев, А. Н. Козлов, П. Н. Вылегжанин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN EETZJI.

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024682155 Российская Федерация. Расчет технологического режима работы системы опрыскивания : № 2024668342 : заявл. 02.08.2024 : опубл. 18.09.2024 / А. Н. Козлов, Е. С. Сироткин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RPYDLZ.

УДК 621.9-52

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАЛОГАБАРИТНЫХ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Евтушенко К. Е., Нелюбин В. А. – обучающиеся 1 курса
института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены конструктивные особенности малогабаритных фрезерных станков с числовым программным управлением. Проведен анализ существующих компоновочных схем и основных конструктивных решений, применяемых в станках данного типа. На основе выполненного анализа обоснован выбор компоновки разрабатываемого трёхкоординатного станка малых габаритов. Представлена разработанная модель и описаны особенности конструкции.

Ключевые слова: ЧПУ, малогабаритные станки, фрезерование, КОМПАС-3D, подвижный стол

1. Основные элементы конструкции малогабаритных фрезерных станков с ЧПУ

Конструкция малогабаритного фрезерного станка с числовым программным управлением повторяет структуру полноразмерного металлорежущего оборудования и включает несущую конструкцию, систему перемещения, приводные механизмы, инструментальный узел и систему управления [3]. Отличие определяется габаритами, массой и мощностью приводов, а также степенью сложности системы управления.

Станина — основной несущий элемент конструкции станка, на котором размещаются все остальные узлы и механизмы. Станина воспринимает нагрузки, возникающие в процессе обработки, и обеспечивает жёсткость всей системы. От её конструкции и массы во многом зависит точность работы станка и устойчивость к вибрациям.

Портал — пространственная конструкция, образованная двумя вертикальными стойками и соединяющей их поперечной балкой. В портальной компоновке на поперечной балке перемещается каретка со шпиндельным узлом. Такая схема позволяет увеличить рабочую область обработки при сохранении компактных габаритов станка.

Каретка — подвижный элемент конструкции, перемещающийся по линейным направляющим. Каретка служит основанием для установки различных узлов станка, включая шпиндельный узел или элементы системы перемещения стола, и обеспечивает их позиционирование относительно заготовки в соответствии с управляющей программой.

Шпиндель — узел станка, обеспечивающий вращение режущего инструмента. В шпинделе закрепляется фреза или другой режущий инструмент, а вращательное движение передается от электродвигателя. Частота вращения шпинделя выбирается в зависимости от материала заготовки и режима обработки.

Линейные направляющие — элементы системы перемещения, обеспечивающие точное движение подвижных узлов станка по заданным координатам. Направляющие воспринимают нагрузки от перемещаемых элементов и обеспечивают сохранение геометрической точности перемещения.

Приводная система станка включает двигатели и механизмы передачи движения, обеспечивающие перемещение узлов по координатам. В малогабаритных станках чаще всего применяются шаговые двигатели или сервоприводы, а преобразование вращательного движения в поступательное осуществляется с использованием шарико-винтовых или ременных передач. Выбор типа передачи определяется требованиями к точности, плавности хода и конструктивной простоте.

Система управления — электронный комплекс, обеспечивающий выполнение управляющей программы и координацию работы приводов станка. В малогабаритных установках функции формирования и передачи управляющей программы нередко выполняет

персональный компьютер, взаимодействующий со станком через специализированный контроллер.

2. Основные компоновки трёхкоординатных фрезерных станков с ЧПУ

Компоновка станка с числовым программным управлением определяет взаимное расположение его основных узлов и оказывает прямое влияние на жёсткость конструкции, точность обработки, габариты и технологические возможности оборудования. Кинематическая схема станка определяет способ взаимного перемещения инструмента и заготовки в рабочем пространстве. В малогабаритных фрезерных станках применяется трёхкоординатная система перемещения по осям X, Y и Z. При одинаковом числе координат конструкция станка реализуется различными способами, отличающимися расположением подвижных узлов и распределением нагрузок. Наиболее распространены следующие компоновочные схемы станков [1].

Компоновка с крестовым столом — схема, в которой заготовка закрепляется на рабочем столе, перемещающемся по двум взаимно перпендикулярным координатам X и Y. Инструментальный узел при этом перемещается только по вертикальной оси Z. Такая конструкция характерна для вертикально-фрезерных станков и обеспечивает высокую жёсткость системы, поскольку основная масса узлов опирается на неподвижную станину. Ограничением данной схемы является сравнительно небольшая рабочая зона, определяемая ходом стола.

Портальная компоновка — схема, при которой инструментальный узел располагается на поперечной балке, соединяющей две вертикальные стойки. Эта конструкция образует портал, внутри которого перемещается каретка со шпинделем. Перемещение может осуществляться либо самим порталом вдоль основания станка, либо кареткой вдоль поперечной балки. Заготовка обычно располагается на неподвижной поверхности. Такая компоновка позволяет увеличить рабочую область обработки при сохранении компактных размеров оборудования и поэтому широко применяется в малогабаритных фрезерных станках.

Смешанная компоновка — конструкция, сочетающая элементы предыдущих схем. В подобных станках часть перемещений выполняется рабочим столом, а часть — порталом или инструментальным узлом. Например, стол может перемещаться по одной координате, тогда как портал выполняет движение по другой. Такая схема позволяет более гибко распределить массу подвижных элементов и оптимизировать размеры конструкции, однако она усложняет кинематику станка и требует более точной настройки системы перемещения.

Независимо от выбранной компоновки, перемещения по линейным осям выполняют различные функции. Перемещения по координатам X и Y обеспечивают позиционирование инструмента или заготовки в горизонтальной плоскости и формируют траекторию обработки. Перемещение по оси Z отвечает за вертикальное положение инструмента и глубину резания. Выбор компоновочной схемы определяется совокупностью требований к станку, включая необходимую жёсткость конструкции, допустимую массу подвижных элементов, габариты оборудования и характер выполняемых технологических операций. В малогабаритных станках наиболее распространение получила портальная компоновка, при которой инструментальный узел перемещается по порталу, а стол остаётся неподвижным или перемещается по одной координате. Такая схема обеспечивает достаточную жёсткость при относительно небольших габаритах и позволяет рационально разместить все узлы в ограниченном объёме.

Для расширения технологических возможностей станков с ЧПУ применяются дополнительные вращательные оси. В четырёхкоординатных системах добавляется поворотная ось, обычно обозначаемая A, обеспечивающая вращение заготовки вокруг одной из линейных координат. В пятикоординатных станках используются две дополнительные вращательные оси, позволяющие изменять пространственную ориентацию инструмента или детали относительно обрабатываемой поверхности. Такие системы применяются для

обработки сложных пространственных деталей, однако в малогабаритных установках используются значительно реже из-за усложнения конструкции и системы управления.

3. Области применения и особенности малогабаритных станков с ЧПУ

Малогабаритные станки с числовым программным управлением представляют собой компактное металлообрабатывающее оборудование, предназначенное для обработки деталей небольших размеров. Несмотря на уменьшенные габариты, такие установки сохраняют базовые принципы работы полноразмерных станков и обеспечивают достаточную точность позиционирования при выполнении широкого спектра технологических операций. Это позволяет рассматривать их не как упрощённые модели, а как самостоятельный класс оборудования, ориентированный на решение конкретных задач.

Характерной особенностью малогабаритных станков является упрощённая структура системы управления и интеграция с персональным компьютером. В большинстве случаев функции формирования управляющей программы выполняются на внешнем устройстве с использованием CAD/CAM-систем, после чего программа передаётся на контроллер станка. Такой подход снижает сложность аппаратной части и делает систему более доступной при сохранении функциональности.

Использование числового программного управления позволяет существенно повысить эффективность технологического процесса. В отличие от ручной обработки, на станках с ЧПУ возможно объединение нескольких операций в рамках одного установа, что снижает влияние человеческого фактора, уменьшает количество переустановок заготовки и повышает точность и повторяемость обработки. Кроме того, программное управление обеспечивает реализацию сложных траекторий движения инструмента, недоступных при традиционных методах обработки.

При компактных габаритах малогабаритные станки способны выполнять широкий спектр операций, включая фрезерование поверхностей и контуров, обработку пазов, сверление отверстий, резку материалов и гравировку. Это делает их универсальными установками, пригодными для работы с древесиной, пластиками, цветными металлами и другими материалами, не требующими высокой мощности резания.

Малогабаритные станки с ЧПУ находят применение [2] при изготовлении прототипов, деталей малосерийного производства, элементов оснастки и в учебных целях. Их использование особенно эффективно в условиях ограниченного пространства и ресурсов, где применение полноразмерного оборудования затруднено или нецелесообразно.

Таким образом, область применения малогабаритных станков определяется не их упрощённостью, а соответствием решаемым задачам. Их конструктивные особенности формируются исходя из необходимости обеспечения работоспособности в условиях ограниченных габаритов и ресурсов, что требует адаптации компоновки, системы перемещения и конструкции корпуса. В этом смысле малогабаритные станки следует рассматривать как самостоятельный класс оборудования, обладающий собственной логикой проектирования, определяемой условиями малогабаритной реализации.

4. Выбор компоновки и разработка конструкции малогабаритного станка с ЧПУ

Анализ конструктивных особенностей и компоновочных схем малогабаритных станков с ЧПУ показывает целесообразность применения компактных конструкций, сочетающих достаточную жёсткость с технологичностью изготовления. Выбор компоновки и конструктивных решений определяется не только требованиями к точности обработки, но и наличием материальной базы, а также возможностью реализации проекта в условиях ограниченных ресурсов.

В рамках настоящей работы поставлена задача проектирования и создания малогабаритного трёхкоординатного фрезерного станка с числовым программным управлением, предназначенного для обработки древесины, полимерных материалов и цветных металлов при малых нагрузках резания. Особое внимание уделяется обеспечению достаточной жёсткости конструкции при использовании доступных материалов, а также упрощению технологического процесса изготовления и сборки.

При разработке конструкции учитывались имеющиеся комплектующие, включая линейные направляющие, винтовые передачи, шаговые двигатели и систему управления. Это позволило сформировать требования к компоновке станка и определить рациональную схему расположения основных узлов, обеспечивающую устойчивость конструкции и удобство эксплуатации.

4.1 Выбор компоновочной схемы станка

В процессе проектирования были рассмотрены различные компоновочные схемы, включая варианты с подвижным порталом и подвижным столом. Выбор компоновки осуществлялся с учётом конструктивных особенностей разрабатываемого станка, в частности использования фанеры в качестве материала корпуса.

Применение схемы с подвижным порталом в данном случае ограничено недостаточной жёсткостью конструкции. При перемещении портала возникают дополнительные динамические нагрузки, обусловленные массой шпиндельного узла, направляющих и приводных элементов, что приводит к увеличению вибраций и снижению точности обработки. Использование фанеры как основного конструкционного материала не позволяет обеспечить требуемую жёсткость портала при таких условиях.

В связи с этим была выбрана схема с подвижным столом по оси X, неподвижным порталом и перемещением каретки по оси Y, а также вертикальным перемещением шпиндельного узла по оси Z. Данное решение позволяет снизить массу подвижных элементов, уменьшить динамические нагрузки на конструкцию и обеспечить более устойчивую работу станка при сохранении конструктивной простоты и технологичности изготовления. Принятая компоновочная схема станка представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 — Компоновочная схема станка с указанием координатных осей

4.2 Общая конструкция станка

В разработанной конструкции реализована трёхкоординатная система перемещения, обеспечивающая движение рабочего органа по осям X, Y и Z. Перемещение по оси X осуществляется за счёт подвижного стола, установленного на двух линейных направляющих, закреплённых на основании станка. Привод стола реализован с использованием шарико-винтовой передачи, расположенной по центру конструкции.

Перемещение по оси Y обеспечивается движением каретки по направляющим, установленным на поперечной балке портала. Привод осуществляется с использованием шарико-винтовой передачи, обеспечивающей перемещение узла по заданной координате.

Вертикальное перемещение по оси Z реализуется отдельным узлом, установленным на каретке портала, и обеспечивает изменение положения инструмента по высоте при выполнении операций обработки.

В качестве приводов координатных осей применяются шаговые двигатели, обеспечивающие перемещение рабочих узлов в соответствии с управляющей программой. Передача вращения от двигателей к винтовым передачам осуществляется через соединительные муфты.

4.3 Конструкция корпуса и особенности сборки

Корпус станка выполнен из листовой фанеры, детали которого изготовлены методом лазерной резки по разработанным авторами чертежам в CAD-системе (КОМПАС-3D). Проектирование элементов корпуса осуществлялось с учётом выбранной компоновочной схемы, требований к жёсткости и особенностей сборки конструкции. Применение данной технологии позволило обеспечить высокую точность геометрии элементов и исключить необходимость выполнения дополнительной механической обработки при изготовлении и сборке конструкции.

Для обеспечения требуемой жёсткости при использовании материала с пониженной жёсткостью в конструкцию введены дополнительные элементы усиления. Применены укосины, установленные между основанием и боковыми стойками портала, а также в зоне соединения стоек с поперечной балкой. Данные элементы обеспечивают пространственную жёсткость конструкции и снижают деформации.

Основные элементы корпуса соединяются с использованием соединений типа «шип–паз», сформированных при лазерной резке. Такая технология обеспечивает точное взаимное позиционирование деталей и позволяет реализовать сборку конструкции без выполнения дополнительных операций механической обработки. Вместе с тем в процессе практической реализации было установлено, что фактическая геометрия листового материала влияет на точность сопряжения элементов. Для компенсации отклонений и повышения жёсткости отдельных узлов дополнительно применялись крепёжные элементы, что позволило обеспечить требуемую устойчивость конструкции.

При разработке конструкции особое внимание было уделено обеспечению сборочной технологичности. Расположение узлов и отверстий проектировалось с учётом доступа к крепёжным элементам, что позволило выполнить сборку без затруднений и дополнительных доработок.

Особенностью реализации привода по оси X является размещение шагового двигателя на основании станка в связи с применением схемы с подвижным столом. Для обеспечения соосности двигателя и шарико-винтовой передачи был разработан отдельный крепёжный элемент в виде фланца. Фланец выполнен с использованием соединений типа «шип–паз», что обеспечивает его точное позиционирование относительно корпуса и упрощает сборку узла.
На этапе проектирования также было учтено различие по высоте между линейными направляющими и элементами шарико-винтовой передачи. Для компенсации данной разности была разработана специальная проставочная деталь, изготовленная с использованием аддитивных технологий. Применение данной детали позволило обеспечить соосность элементов системы перемещения и корректную работу узла подвижного стола.

Принятые конструктивные решения обеспечивают технологичность изготовления, простоту сборки и воспроизводимость конструкции. Отсутствие необходимости выполнения дополнительных операций механической обработки позволяет осуществлять сборку станка в условиях учебных мастерских без применения специализированного оборудования. При этом следует учитывать, что точность и жёсткость конструкции определяются качеством используемого материала, что ограничивает область применения станка режимами с малыми нагрузками резания и обработкой материалов с невысокой прочностью.

Заключение

Проведённый анализ показал, что при уменьшении габаритов станков с ЧПУ определяющим фактором становится не столько выбор отдельных узлов, сколько согласование компоновочных и конструктивных решений с учётом ограничений по жёсткости и используемым материалам. В этих условиях применение традиционных схем без адаптации приводит к снижению точности и устойчивости работы.

Разработанная конструкция демонстрирует, что обеспечение работоспособности малогабаритного станка достигается не усложнением отдельных элементов, а системным подбором взаимосвязанных решений. Выбор схемы с подвижным столом, применение укосин, использование соединений типа «шип–паз» и реализация дополнительных

конструктивных элементов позволили адаптировать классическую структуру станка к условиям использования фанеры в качестве основного материала.

Принципиальным является то, что ключевые параметры конструкции — жёсткость, геометрия и сборочная технологичность — были заложены на этапе проектирования. Это позволило избежать существенных доработок при сборке и обеспечить корректную работу системы перемещения, включая согласование направляющих и винтовых передач, а также установку привода.

Таким образом, показано, что малогабаритные станки с ЧПУ могут рассматриваться как самостоятельный класс оборудования, требующий не упрощения конструкции, а её адаптации под конкретные условия реализации. Эффективность таких установок определяется не уровнем используемых компонентов, а согласованностью конструктивных решений, обеспечивающих работоспособность системы в заданных ограничениях. При этом малогабаритные станки с ЧПУ следует рассматривать не как упрощённую альтернативу промышленному оборудованию, а как самостоятельный инструмент, эффективность которого определяется соответствием конструкции конкретным технологическим задачам.

Литература

1. Компоновка фрезерных станков с ЧПУ / А. М. Дожделев, А. Ю. Лаврентьев, Д. Д. Какорин, И. П. Туляев // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2022. – Т. 12-2, № 75. – С. 126–129. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/komponovka-frezernyh-stankov-s-chpu (дата обращения: 22.03.2026).
2. Кулешов, И. М. Анализ особенностей малогабаритных фрезерных станков с ЧПУ, поиск их применения на производстве / И. М. Кулешов, Д. С. Макашин // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2024. – № 2. – С. 473–477. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-osobennostey-malogabaritnyh-frezernyh-stankov-s-chpu-poisk-ih-primeneniya-na-proizvodstve (дата обращения: 22.03.2026).
3. Кузнецов, Ю. Н. Станки с числовым программным управлением : учебное пособие / Ю. Н. Кузнецов. – Москва : Инфра-М, 2019. – 320 с.
4. Черпаков, Б. И. Металлорежущие станки : учебник / Б. И. Черпаков, Т. А. Альперович. – Москва : Академия, 2003. – 368 с.
5. Гребнев, А. В. Измерение скорости вращения сервоприводов / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 13-15. – EDN YSOBOI.
6. Гребнев, А. В. Использование пидрегулятора для обеспечения устойчивости нестабильной механической системы / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 70-летию инженерного факультета, Киров, 14 февраля 2022 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – Вып. 18. – С. 44-46. – EDN KOITFI.

УДК 623.459

ПРИБОРЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

Елькина Е. В. – обучающаяся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены приборы радиационного и дозиметрического контроля, представлена их классификация.

Ключевые слова: радиационный контроль, дозиметр, индикация, химические вещества, концентрация

Дозиметрические приборы предназначаются для: -контроля облучения - получения данных о поглощенных или экспозиционных дозах излучения людьми и сельскохозяйственными животными; -контроля радиоактивного заражения радиоактивными веществами людей, сельскохозяйственных животных, а также техники, транспорта, оборудования, средств индивидуальной защиты, одежды, продовольствия, воды, фуража и других объектов; - радиационной разведки - определения уровня радиации на местности. Приборы, предназначенные для измерения доз ионизирующих излучений или величин, связанных с дозами. Дозиметрические приборы могут служить для измерения доз одного вида излучения (g-дозиметры, нейтронные дозиметры и т.д.) или смешанного излучения. Дозиметрические приборы для измерения экспозиционных доз рентгеновского и g-излучений обычно градуируют в рентгенах и называются рентгенметрами. Дозиметрические приборы для измерения эквивалентной дозы, характеризующей степень радиационной опасности, иногда градуируют в бэрах и их часто называют бэрметрами. Радиометрами измеряют активности или концентрацию радиоактивных веществ . [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

В зависимости от типа детектора различают: ионизационные дозиметры, сцинтилляционные, люминесцентные, полупроводниковые, фотодозиметры и т. д.

Дозиметрические приборы классифицированы по назначению, типу детекторов, измерению вида излучений, характеру электрических выходных сигналов детектора, преобразуемых электронной схемой.

По назначению все приборы делятся на следующие группы.

Индикаторы - простейшие приборы, применяемые для обнаружения ионизирующих бета- и гамма-излучений и ориентировочной оценки мощности дозы. Эти приборы имеют простейшие электрические схемы со световой и звуковой сигнализацией. При помощи индикаторов определяют возрастает или убывает мощность дозы. Детектором служит газоразрядный счетчик Гейгера.

Рентгеномеры предназначены для измерений мощности дозы рентгеновского и гамма-излучений в диапазоне от сотых долей рентгена до нескольких рентген в час (Р/ч). В качестве детекторов в рентгенометрах применяются ионизационные камеры или газоразрядные счетчики.

Радиомеры (измерители радиоактивности) применяются для обнаружения и определения степени радиоактивного заражения поверхностей, оборудования, объемов воздуха, главным образом альфа- и бета-частицами, а также для измерения малых уровней гамма-излучений. Детекторами в радиометрах служат газоразрядные и сцинтилляторные счетчики.

Дозиметры предназначены для определения суммарной дозы облучения гамма-излучениями, полученной персоналом рентгенологов и радиологов и др. Индивидуальные дозиметры представляют собой миниатюрные и малогабаритные ионизационные камеры или фотокассеты с пленкой.

Набор, состоящий из комплекта ионизационных камер и зарядно-измерительного устройства, представляет собой комплект индивидуального дозиметрического контроля. В качестве детекторов в комплекте применяются ионизационные камеры, торцовые счетчики и счетчики на фотосопротивлениях. Дозиметры применяются для измерения всех видов ионизирующих излучений, а также нейтронных потоков.

Все дозиметрические приборы по принципу действия разделены на дискретные (импульсные) и непрерывные (аналоговые). В первых - частицы или фотоны контролируемого излучения преобразуются детекторами в последовательные короткие импульсы электрических сигналов, т.е. электрическая схема выполняет функцию преобразования и усиления сигналов [8, 9, 10, 11, 12].

Дозиметрические приборы подразделяются на следующие основные группы.

1. Дозиметры - приборы для измерения дозы ионизирующего излучения (экспозиционной, поглощенной, эквивалентной), а также коэффициента качества.

2. Радиометры - приборы для измерения плотности потока ионизирующего излучения.

3. Универсальные приборы - устройства, совмещающие функции дозиметра и радиометра, радиометра и спектрометра и пр.

4. Спектрометры ионизирующих излучений - приборы, измеряющие распределение (спектр) величин, характеризующих поле ионизирующих излучений.

Образцовые приборы и установки предназначены для поверки по ним других средств измерений, как рабочих, так и образцовых, менее высокой точности. Образцовые приборы запрещается использовать в качестве рабочих.

Дозиметрические приборы подразделяются на:

- измерители дозы (дозиметры);
- измерители мощности дозы;
- интенсиметры.

Измерителями дозы называют дозиметры, измеряющие экспозиционную или поглощенную дозу ионизирующего излучения.

Измерители мощности дозы - дозиметры, измеряющие мощность экспозиционной или поглощенной дозы ионизирующего излучения.

Интенсиметры - дозиметры, измеряющие интенсивность ионизирующего излучения.

Дозиметры применяются для дозиметрического контроля людей, измерения дозы облучения при контроле различных радиохимических процессов, при воздействии ионизирующих излучений на растительность, живые объекты, различные вещества и материалы, измерения дозы в биологических тканях человека и животных с учетом биологической эффективности ионизирующих излучений и различного состава объекта облучения (ткань, кости и др.). Для выполнения перечисленных задач отечественная промышленность выпускает широкий ассортимент дозиметров [13].

Дозиметрические приборы делятся по предназначению на 3 класса; также выделяют 4 основные группы дозиметрических приборов; их подразделяют на образцовые и рабочие; существует классификация: дозиметры, измерители мощности дозы, интенсиметры. Стационарные дозиметры применяются чаще всего для осуществления контроля над процессом облучения объектов до заранее заданных доз. Для дозиметрического контроля персонала стационарные дозиметры практически не применяются. В практической деятельности для измерения доз наибольшее распространение получили индивидуальные дозиметры.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2.Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.
6. Солонщиков, П. Н. Пожаробезопасность зданий и сооружений : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – 52 с.
7. Солонщиков, П. Н. Оценка устойчивости объектов агропромышленного комплекса в чрезвычайной ситуации : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – 39 с.
8. Солонщиков, П. Н. Приборы химической разведки и химического контроля : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – 63 с.
9. Солонщиков, П. Н. Оценка радиационной обстановки : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – 27 с.
10. Солонщиков, П. Н. Оценка химической обстановки : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – 27 с.
11. Солонщиков, П. Н. Электробезопасность. Расчет основных параметров : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, Ю. Ф. Микрюков, А. М. Мошонкин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 32 с.
12. Солонщиков, П. Н. Расчет устройств для очистки воздуха от пыли : учебное пособие П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 33 с.
13. Солонщиков, П. Н. Расчет средств защиты от шума и вибрации : учебное пособие / П. Н. Солонщиков, Р. М. Горбунов. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 33 с.
14. Солонщиков, П. Н. Система обучения безопасности и пропаганды охраны труда : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, Р. М. Горбунов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – 30 с.
15. Солонщиков, П. Н. Средства индивидуальной защиты : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, Р. М. Горбунов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – 35 с.

УДК 004.384

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ИЗВЕСТКОВАНИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ

Ерохина Н. С. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В современных условиях развития сельского хозяйства проблема известкования почв приобретает особую значимость. Кислые почвы занимают значительные площади в различных районах, что негативно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. Применение технологий и средств механизации известкования позволяет существенно повысить эффективность данного процесса, снизить затраты и улучшить качество обработки почвы.

Ключевые слова: известкование, механизация, кислые почвы, разбрасыватели, технология, оптимизация

Известкование – внесение в почву кальция и магния в виде карбоната, оксида или гидрооксида для нейтрализации кислотности – является главным и наиболее радикальным средством улучшения свойств кислых дерново-подзолистых почв. Этот прием оказывает многостороннее действие на улучшение агрохимических, агрофизических и биологических свойств почв, обеспечение растений кальцием и магнием, влияет на мобилизацию и иммобилизацию макро-и микроэлементов в почве, способствует созданию оптимальных физических, водно-физических, воздушных и других условий жизни культурных растений [1-7].

Большинство сельскохозяйственных культур положительно реагируют на известкование сильно- и среднекислых дерново-подзолистых почв и дают высокие прибавки урожая. Из зерновых культур наиболее отзывчивы на известкование озимая и яровая пшеница, ячмень, из пропашных – сахарная свекла и кормовые корнеплоды, из кормовых – многолетние травы. Известкование улучшает также качество растениеводческой продукции. Под влиянием известкования повышается содержание сахаров в корнеплодах, белка и жира в семенах, больше накапливается каротина и аскорбиновой кислоты в травах и корнеплодах. Известкование кислых почв положительно влияет на посевные качества семян. В последующем такие семена дают более высокие урожаи. Для каждого вида растений существует наиболее благоприятный для роста и развития интервал реакции почвенной среды. Большинство культурных растений и почвенных микроорганизмов лучше развиваются при реакции почвенного раствора, близкой к нейтральной (pH_{KCl}5,8 – 6,5).

Некоторые современные подходы к известкованию кислых почв:

Классификация методов:

Основное (мелиоративное) — проводят на почвах с повышенной кислотностью (pH 5,5 и менее) для обеспечения заданной или оптимального уровня реакции среды в почве. Применяют полные дозы материалов.

Повторное (поддерживающее**)** — применяют, чтобы сохранить созданный известкованием оптимальный для растений уровень реакции среды в почве. Оно должно компенсировать ежегодные потери извести в земле вследствие вымывания с атмосферными осадками и выноса с отчуждаемой растительной продукцией.

Традиционные технологии:

Внесение известковых материалов осенью под зяблевую вспашку или весной. Глубина обработки — около 15 см, рекомендуемые способы заделки — фрезерование, дискование или культивация с последующей запашкой.

На очень кислых почвах при внесении высоких доз извести перед вспашкой необходима поверхностная обработка почвы. При поверхностной обработке в последующем необходима перепашка для более равномерного перемешивания извести с почвой пахотного слоя**.** Известкование почвы для питомников садовых культур проводят на этапе их закладки. Обработку повторяют осенью одновременно с внесением в почву органических удобрений.

Важно**:** большую часть известковых материалов нельзя вносить одновременно со свежим навозом, чтобы избежать больших потерь азота.

Механизация процесса известкования кислых почв позволяет равномерно распределять известь по поверхности почвы и тщательно перемешивать её с почвой. Это важно, так как эффективность известкования зависит от кислотности почв: чем выше кислотность, тем острее потребность в известковании и больше прибавки урожая.

Виды машин для механизации известкования кислых почв**:**

1. Прицепные разбрасыватели — отличаются высокой производительностью, подходят для обработки больших площадей.

2. Навесные разбрасывающие системы — более маневренны и эффективны на небольших участках.

3. Шнековые системы — материал подаётся через шнековый механизм, обеспечивающий точное дозирование. Особенно эффективны при работе с мелкодисперсными известковыми удобрениями.

4. Центробежные разбрасыватели — используют принцип вращающегося диска, который равномерно распределяет материал по поверхности.

5. Пневматические распределители — используют воздушный поток для транспортировки материала, что обеспечивает максимально равномерное распределение даже на больших скоростях движения.

Преимущества механизированного известкования:

1. Равномерное внесение извести — это важно для нейтрализации кислотности пахотного слоя почвы.

2**.** Возможность комбинировать известкование с другими видами обработки — многие современные машины позволяют совмещать внесение известковых удобрений с другими агротехническими операциями.

3. Точность распределения — специализированное оборудование обеспечивает равномерное распределение материала, что повышает эффективность известкования.

Этапы известкования кислых почв:

Определение потребности почвы в известковании**.** Потребность определяют по обменной кислотности (pH солевой вытяжки). Например: при pH солевой вытяжки 4,5 и ниже потребность в известковании сильная, 4,6–5 — средняя, 5,1–5,5 — слабая, при pH больше 5,5 — отсутствует.

Выбор средств для известкования**.** Наиболее популярные мелиоранты — доломитовая мука и известняковая мука. Первая содержит больше карбоната магния, поэтому подходит для лёгких почв, для тяжёлых почв с высоким содержанием глины — известняковая мука или известь. Известь следует применять с осторожностью: она быстро растворяется, высвобождая кальций и нарушая почвенный баланс.

Внесение мелиорантов**.** Мелиоранты нужно хорошо распределить в пахотном слое почвы, поэтому чаще всего его вносят осенью под зяблевую вспашку или весной. Глубина обработки — около 15 см, рекомендуемые способы заделки — фрезерование, дискование или культивация с последующей запашкой.

Периодичность известкования**.** В среднем периодичность на лёгких почвах при внесении полной дозы — раз в 5–7 лет, на тяжёлых — раз в 8–10 лет.

Важно**:** одновременное внесение извести и навоза запрещено, поскольку они образуют нерастворимые соединения, которые не усваиваются растениями. Дозу известковых материалов рассчитывают с учётом степени кислотности почв, их гранулометрического состава и особенностей возделываемых культур.

Некоторые методы расчёта:

По величине гидролитической кислотности. Величину гидролитической кислотности в мг-экв/100 г почвы умножают на 1,5. Например: если гидролитическая кислотность почвы составляет 4 мг-экв/100 г почвы, то доза извести — 4 × 1,5 = 6 т/га.

С учётом гранулометрического состава почвы. На тяжёлых почвах и под культуры, очень чувствительные к повышенной кислотности (свёкла, кукуруза, клевер, люцерна, капуста и др.), лучше вносить полную дозу извести, рассчитанную по гидролитической кислотности. На более лёгких малобуферных почвах и для культур, не чувствительных к кислотности (картофель, лён, люпин и др.), дозу извести необходимо уменьшить на 30–50%. Вносить извести больше, чем нужно, не следует, так как при её избытке микроэлементы в почве (бор, марганец, цинк и пр.) переходят в недоступные для растений соединения.

Влияние на урожайность. Известкование кислых почв повышает урожайность сельскохозяйственных культур**.** Это связано с тем, что внесение извести способствует изменению pH в сторону нейтральной среды, что положительно воздействует на биологические и физико-химические свойства почвы. На средне- и сильнокислых дерново-подзолистых почвах известкование увеличивает урожайность озимой пшеницы на 3–7 ц, ржи, яровой пшеницы, ячменя — на 2–5 ц, клеверного сена — на 8–15 и больше, сахарной, кормовой свёклы и капусты — на 40–100 ц, кукурузы (зелёная масса) — на 30–70 ц, картофеля — на 10–20 ц на 1 га. При известковании сильнокислых почв урожайность повышается в большей степени, чем средне- и слабокислых, и прибавки урожая возрастают с повышением нормы извести. Однако эффект от известкования варьируется в зависимости от свойств почвы, дозы и физико-химических характеристик мелиоранта, биологических особенностей растений, продолжительности контакта мелиоранта с почвой. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на применение известковых мелиорантов может также зависеть от погодных условий конкретного вегетационного периода.

Адаптация системы известкования к конкретным почвенным условиям и требованиям возделываемых культур. Например, на торфяных почвах культурные растения развиваются при pH 4,5, так как кислотность здесь обусловлена ионами водорода. На избыточно увлажнённых, глеевых почвах кислотность обусловлена присутствием в ППК ионов железа и марганца, поэтому на этих почвах доза извести рассчитывается до pH 6,5, так как только при этом значении pH фитотоксичность этих элементов прекращается. Использование известковых материалов, содержащих широкий спектр частиц различного размера. Это помогает поддерживать относительно постоянный уровень реакции почвенной среды в течение продолжительного времени. Применение известковых мелиорантов замедленного действия на лёгких по гранулометрическому составу почвах, содержащих кальций в форме карбонатов ($CaCO_3$) не приводит к перенасыщению лёгких почв кальцием.

Обзор технических средств для известкования кислых почв выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [7-16].

Литература

1. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.

2. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.

3. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.

5. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л.

Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21
7. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. –2012. – № 6. – С. 7-9.
8. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
9. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
10. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
13. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
14. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
15. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
16. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин В.Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
.

УДК 636.085.52

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ЗАГОТОВКИ СИЛОСА

Житлухин К. Э. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Полноценное кормление животных является одним из основных факторов, способствующих получению максимального количества продукции при минимальном расходовании кормов, раскрытию генетически обусловленной продуктивности, увеличению продолжительности их хозяйственного использования, сохранению породных и племенных качеств. Оно может быть реализовано только при соблюдении современных достижений по нормированному кормлению сельскохозяйственных животных, использованию качественных кормов, рационов, сбалансированных по основным элементам питания, полностью удовлетворяющих потребности животных в энергии, протеине, углеводах, липидах, минеральных веществах и витаминах.

Ключевые слова: кормовая база, зеленый корм, сено, силос, сенаж, кормовой рацион

Полноценное кормление животных является одним из основных факторов, способствующих получению максимального количества продукции при минимальном расходовании кормов, раскрытию генетически обусловленной продуктивности, увеличению продолжительности их хозяйственного использования, сохранению породных и племенных качеств. Оно может быть реализовано только при соблюдении современных достижений по нормированному кормлению сельскохозяйственных животных, использованию качественных кормов, рационов, сбалансированных по основным элементам питания, полностью удовлетворяющих потребности животных в энергии, протеине, углеводах, липидах, минеральных веществах и витаминах [1-3].

В этой связи кормопроизводство, как часть технологий, является основой животноводства и важнейшей отраслью сельского хозяйства. Одной из технологий заготовки и сохранения кормов является силосование. В кормлении жвачных животных основу рационов кормления составляют объемистые корма – сено, силос, сенаж, которые должны соответствовать требованиям ГОСТов по показателям питательности. Учитывая качество кормов, а также экономическую сторону вопроса, необходимо уделять особое внимание технологии заготовки кормов, подготовке их к скармливанию и технике кормления [4-6].

Основная цель производства однолетних и многолетних трав заключается в создании прочной кормовой базы для отрасли животноводства в виде пастбищ, зелёного корма, сенажа, сена, силоса, травяной муки, гранул и брикетов.

Заготовка кормов – один из самых ответственных и напряжённых периодов сельскохозяйственного производства. В летний период в хозяйствах заготавливают сено, солому, сенаж и силос.

Слово «силос» произошло от испанского слова «silo», обозначающее яму или подземное помещение, предназначенное для хранения зерна. Сегодня в русском языке силосом называют сочный корм, который приготавливается методом консервирования зелёной массы растений с ограничением поступления кислорода.

Силосование также оказывает значительное влияние на повышение производственной эффективности кормового рациона и, не в последнюю очередь, на экономичность производства молока.

При заготовке силоса необходимо соблюдать агротехнические требования:

- оптимальные сроки силосования;
- влажность;
- содержание питательных веществ;
- силосуемость.

Силосование – способ консервирования кормов, позволяющий сохранить исходные свойства кормов с наименьшими потерями. Силос является прекрасной составляющей рационов отрасли животноводства в зимнее время года и имеет ряд преимуществ перед другими видами заготовки кормов:

- потери питательных веществ при силосовании трав составляют редко более 10%, в то время как при сушке на сено они достигают 25-40% и более;
- силосование имеет возможность заготовлять дешёвый сочный и питательный корм на зимний период и для подкормки скота летом в засушливых районах;
- для силосования можно возделывать такие культуры, которые дают наивысший урожай зелёной массы, и убирать их можно независимо от погоды;
- на силосование можно использовать пожнивные культуры, отаву и различные отходы овощных культур.

Основными силосными культурами в хозяйствах служат: кукуруза, подсолнечник и их смеси с бобово-злаковыми травами, однолетние горохо-вико-злаковые смеси, многолетние злаковые травы, отходы овощеводства и другие.

В настоящее время применяют различные способы силосования растительной массы. Силос заготавливают в специальных сооружениях – башнях, траншеях, в буртах, курганах, рулонах, полимерных рукавах. По ряду биологических и организационно-хозяйственных признаков они имеет свои преимущества и недостатки. Силосные башни в последнее время используют все реже. Это связано с различными трудностями, основными из которых являются:

- большие затраты на строительство;
- сложность загрузки и трамбовки массы;
- необходимость закладки массы с влажностью не выше 60-65%;
- промерзание силоса зимой;
- несовершенная и малопроизводительная выгрузка силоса.

По масштабам заготовки силосование в траншеях пока является доминирующим способом получения сочного корма для длительного хранения и использования в кормлении животных. Поэтому основной объем силоса в нашей стране заготавливают в силосных траншеях различных типов. Траншеи могут быть наземные, полузаглубленные, заглубленные. Размер силосохранилищ в каждом конкретном хозяйстве обычно определяется потребностью в силосованном корме в зависимости от количества скота, суточных норм скармливания и продолжительности кормления силосом.

Наиболее приемлемыми в эксплуатации являются наземные траншеи с облицованными стенами и бетонным основанием, которые позволяют:

- заготавливать большое количество корма в короткое время;
- широко использовать технику и механизировать все трудоемкие процессы;
- проведение качественного уплотнения силосуемой массы;
- обеспечение возможности проведения мероприятий, предупреждающих вторичное брожение при выемке корма из хранилища;

Хорошо построенная траншея исключает поступление воздуха через стены в засилосованную массу и не требует дренажной системы для отвода дождевых и талых весенних вод. Силосная траншея используется длительное время и затраты на её строительство быстро окупаются.

В некоторых случаях силосование зеленой массы проводят в буртах и курганах прямо в поле. При данном способе закладки силоса теряется значительное количество питательных веществ и снижается качество готового корма (угар). Общие потери питательных веществ достигают 30-40%, так как трудно осуществить надёжную герметизацию силосуемой массы.

Также, кроме традиционных способов хранения силосной массы можно использовать современное силосование в рукав. Любой вид сельскохозяйственного корма может быть сохранён в полимерных рукавах. Процесс силосования в полимерный рукав происходит в следующей последовательности. Зелёную массу при помощи перевозчиков доставляется к

силосному прессу и выгружается на закладочный стол. Далее погруженная масса на ленте-транспортёре подаётся на прессовый ротор. Затем ротор прессует кормовой материал и закладывает его в полимерный рукав. При этом силосуемая масса уплотняется. На последнем этапе после того, как мешок полностью набивается, его сразу герметизируют.

Кроме описанной основной технологии применяют также силосование зелёных и других сочных кормов в смеси с соломой. Но съедают такой силос животные хуже. Поэтому к зелёной массе добавляют 20% измельчённой соломы, обработанной аммиаком.

Таким образом, учитывая преимущества и недостатки различных технологий заготовки силоса хозяйства могут на практике применить наиболее выгодную, которая позволяет получить корм высокого качества с минимальными потерями питательных веществ. На сегодняшний день – это заготовка силоса в полимерных рукавах и в капитальных облицованных траншеях. Выбор технологии зависит от его объёма, количества поголовья скота и направления специализации хозяйства. При заготовке небольших объёмов силоса целесообразно применять технологию заготовки в полимерных рукавах, при более масштабных объёмах производства корма – в хорошо оборудованных траншеях.

Литература

1. Барна, А. С. Изучение динамики уборки силоса / А. С. Барна // Знания молодых – будущее России : материалы XIX Международной студенческой научной конференции, Киров, 07–09 апреля 2021 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – Т. 1. – С. 206-208.
2. Патент № 2636975 C Российская Федерация, МПК A01C 7/00. Энергосберегающий прицепной посевной комплекс : № 2016141764 : заявл. 24.10.2016 : опубл. 29.11.2017 / В. Е. Саитов, Р. Г. Гатауллин, Р. Ф. Курбанов, А. В. Саитов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятская государственная сельскохозяйственная академия" (ФГБОУ ВО Вятская ГСХА).
3. Оценка значимости факторов, влияющих на выбор ресурсосберегающих технологий в растениеводстве / Р. Ф. Курбанов, П. А. Савиных, В. Н. Нечаев, М. Л. Нечаева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2 (136). – С. 145-151.
4. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.
5. Патент № 2403696 C1 Российская Федерация, МПК A01C 7/00. Сеялка дернинная : № 2009109471/12 : заявл. 16.03.2009 : опубл. 20.11.2010 / А. Д. Кормщиков, Р. Ф. Курбанов, И. Д. Лукин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Вятская государственная сельскохозяйственная академия (ФГОУ ВПО ВГСХА).
6. Патент № 2453095 C2 Российская Федерация, МПК A01C 7/00, A01B 49/06. Сеялка полосного посева : № 2010125386/13 : заявл. 21.06.2010 : опубл. 20.06.2012 / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Г. В. Широков, А. Н. Морозов ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Вятская государственная сельскохозяйственная академия (ФГОУ ВПО ВГСХА).

УДК 631.552/.554

РАСЧЕТ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО ЗВЕНА ПРИ ЗАГОТОВКЕ СИЛОСА

Житлухин К. Э. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Крупнейшим обслуживающим звеном агропромышленного комплекса (АПК) является транспортный. Определяющее значение в нём занимает автомобильный транспорт. Его значимость в транспортном звене АПК можно определить несколькими факторами: им перевозится подавляющий объем грузов, занимает определяющее значение в осуществлении производственных процессов сельского хозяйства. Перевозка зелёной массы для скармливания, силосования и других целей в среднем составляет 30–50 % от общего объема перевозок урожая сельскохозяйственных культур. В связи с тем, что сроки уборки и транспортировки зеленой массы ограничены, для её перевозок требуется значительное количество транспортных средств. Ритмичная работа автомобилей и комбайнов будет выполняться при соблюдении поточности работ. С учетом этого используют представленную методику расчетов транспортного звена.

Ключевые слова: транспортное звено, зеленая масса, автомобиль, темп уборки

Крупнейшим обслуживающим звеном агропромышленного комплекса (АПК) является транспортный. Определяющее значение в нём занимает автомобильный транспорт. Его значимость в транспортном звене АПК можно определить несколькими факторами: им перевозится подавляющий объем грузов, занимает определяющее значение в осуществлении производственных процессов сельского хозяйства [1-5].

Многие перевозки, осуществляемые в сельском хозяйстве, связаны с обслуживанием транспортно-производственных процессов, состоящих из последовательно выполняемых технологических, транспортных и грузовых операций. Сельскохозяйственные грузы имеют свою специфику, в некоторых из них происходят биохимические превращения. В связи с этим выдвигаются определенные требования к средствам и способам перевозки груза, регламентируя время и сроки проведения уборочно-транспортного процесса. Также основным фактором сельского хозяйства является то, что определяющее количество процессов выполняется под открытым небом и зависит от климатических, дорожных и почвенных условий [6-9]. Перевозка зелёной массы для скармливания, силосования и других целей в среднем составляет 30–50 % от общего объема перевозок урожая сельскохозяйственных культур. В связи с тем, что сроки уборки и транспортировки зеленой массы ограничены, для её перевозок требуется значительное количество транспортных средств [10]. Для организации рационального взаимодействия комбайнов и транспортных средств на поле необходимо производить расчет уборочно-транспортного звена. Ритмичная работа автомобилей и комбайнов будет выполняться при соблюдении поточности работ. С учетом этого используют следующую методику расчетов.

Вначале определяем суточный темп уборки:

$$P_{сут} = \frac{F}{D_к \cdot K_п}, \quad (2.1)$$

где $P_{сут}$ – суточный темп уборки, га/сут.;

F – общая площадь под многолетними травами на силос, га;

$D_к$ – календарные сроки уборки, дни;

$K_п$ – коэффициент погодности в период уборки.

Далее определяем часовую производительность комбайнового агрегата:

$$Wк = 0{,}36 \cdot B_к \cdot V_к \cdot \tau, \quad (2.2)$$

где $W_к$ – часовая производительность комбайнового агрегата, га/ч;

$B_к$ – ширина жатки, м;

$V_к$ – средняя рабочая скорость кормоуборочных агрегатов, м/с;

τ – коэффициент использования времени кормоуборочного агрегата.

С учетом продолжительности работ суточная производительность одного комбайнового агрегата составит:

$$W_{сут(к)} = W_к \cdot T_{сут}, \quad (2.3)$$

где $W_{сут(к)}$ – суточная производительность одного комбайнового агрегата, га/сут.;

$T_{сут}$ – согласованная продолжительность рабочего дня, ч.

С учетом формул (2.1) и (2.3) количество комбайнов определится:

$$N_к = \frac{P_{сут}}{W_{сут(к)}}, \quad (2.4)$$

Результаты расчетов округляем до целого в большую сторону.

Для расчета состава транспортного звена определяют часовую производительность комбайнового звена:

$$W_{чк} = n_к \cdot W_к \cdot U, \quad (2.5)$$

где $W_{чк}$ – часовая производительность комбайнового звена, т/ч;

$n_к$ – количество комбайнов, шт.;

U – урожайность трав, т/га.

Часовая производительность одного автомобиля определяется по выражению:

$$W_т = \frac{Q_г \cdot K_г}{t_р}, \quad (2.6)$$

где $W_т$ – часовая производительность автомобиля, т/ч;

$Q_г$ – грузоподъемность, т;

$K_г$ – коэффициент использования грузоподъемности;

$t_р$ – продолжительность одного рейса транспортного агрегата, ч.

Из формул (2.5) и (2.6) определяем число автомобилей:

$$N_т = \frac{W_{чк}}{W_т}, \quad (2.7)$$

где $N_т$ – расчетное число автомобилей, шт.

Результаты расчетов округляем до целого в большую сторону.

При необходимости расчетов следующей цепочки технологических звеньев поступают аналогично. Например, при перевозке силоса необходимо определить количество бульдозеров для работы на силосной траншее.

Суточная производительность одного бульдозера составляет:

$$W_{бул.} = W_{бч} \cdot T_{сут}, \quad (2.8)$$

где $W_{бул.}$ – суточная производительность одного бульдозера, т/сут.;

$W_{бч}$ – производительность бульдозера, т/ч.

Суточная производительность комбайновых агрегатов составляет:

$$W_{к.сут} = W_{чк} \cdot T_{сут}, \quad (2.9)$$

где $W_{к.сут}$ – суточная производительность комбайновых агрегатов, т/сут.

Расчетное число бульдозеров определяется по формуле:

$$N_б = \frac{W_{к.сут}}{W_{бул.}}. \quad (2.10)$$

Результаты расчетов округляем до целого в большую сторону.

В этой методике используют среднесуточный темп работ (2.1). Она является относительно постоянной. Однако в производстве динамика суточных объемов работ имеет нестабильный характер.

Литература

1. Барна, А. С. Изучение динамики уборки силоса / А. С. Барна // Знания молодых – будущее России : материалы XIX Международной студенческой научной конференции, Киров, 07–09 апреля 2021 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – Т. 1. – С. 206-208.
2. Патент № 2636975 C Российская Федерация, МПК A01C 7/00. Энергосберегающий прицепной посевной комплекс : № 2016141764 : заявл. 24.10.2016 : опубл. 29.11.2017 / В. Е. Саитов, Р. Г. Гатауллин, Р. Ф. Курбанов, А. В. Саитов ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Вятская государственная сельскохозяйственная академия.
3. Оценка значимости факторов, влияющих на выбор ресурсосберегающих технологий в растениеводстве / Р. Ф. Курбанов, П. А. Савиных, В. Н. Нечаев, М. Л. Нечаева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2 (136). – С. 145-151.
4. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.
5. Патент № 2403696 C1 Российская Федерация, МПК A01C 7/00. Сеялка дернинная : № 2009109471/12 : заявл. 16.03.2009 : опубл. 20.11.2010 / А. Д. Кормщиков, Р. Ф. Курбанов, И. Д. Лукин [и др.] ; ФГОУ ВПО ВГСХА).
6. Патент № 2453095 C2 Российская Федерация, МПК A01C 7/00, A01B 49/06. Сеялка полосного посева : № 2010125386/13 : заявл. 21.06.2010 : опубл. 20.06.2012 / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Г. В. Широков, А. Н. Морозов ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Вятская государственная сельскохозяйственная академия.
7. Шилин, В. В. Пути повышения эффективности технологии послеуборочной обработки зерна / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2020. – Вып. 20. – С. 111-116.
8. Шилин, В. В. Повышение эффективности технологии очистки зерна путем применения виброцентробежных сепараторов / В. В. Шилин // Инновации и достижения в сельском хозяйстве : материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Киров : Вятская ГСХА, 2020. – С. 114-118.
9. Шилин, В. В. Повышение эффективности очистки зерна виброцентробежным сепаратором путем разработки пневмосистемы с вертикальным кольцевым аспирационным каналом : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шилин Владимир Владимирович. – Киров, 2004. – 160 с.
10. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3 (3). – С. 80-86.

УДК 349.2

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОСВЕЩЁННОСТИ ПОМЕЩЕНИЯ

Забубенин Н. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются метод измерения освещённости помещения.

Ключевые слова: охрана труда, освещение, освещённость помещения

Измерение освещенности является важным этапом обеспечения безопасности и комфорта в помещениях, так как недостаток или избыток света напрямую влияет на зрительную работоспособность и психофизиологическое состояние человека. Для контроля световой среды используются специфические инструменты и методики.

Основным прибором для проведения замеров является люксметр. Принцип его действия основан на явлении фотоэффекта: световой поток падает на селеновый или кремниевый фотоэлемент, преобразуя энергию света в электрический ток, величина которого пропорциональна уровню освещенности. Современные цифровые люксметры оснащены фильтрами, которые подстраивают чувствительность прибора под спектральную чувствительность человеческого глаза.

Методика измерения включает несколько ключевых этапов. Первым делом определяется тип освещения: естественное, искусственное (общее или комбинированное) или совмещенное. Перед началом замеров искусственного освещения необходимо дать лампам стабилизироваться (накаливания — 5 минут, газоразрядные — 15–20 минут). Прибор располагают горизонтально в рабочих зонах или на уровне 0,8 метра от пола в жилых и административных помещениях.

Существует метод сетки, который применяется для пустых помещений или зон с равномерным распределением света. Помещение делится на равные квадраты, и замеры производятся в центре каждого из них. Для оценки качества освещения также рассчитывается коэффициент пульсации, который показывает частоту колебаний светового потока, что критично при работе с мониторами или движущимися механизмами.

Важным показателем при оценке естественного света является коэффициент естественной освещенности (КЕО). Он определяется путем одновременного измерения освещенности внутри помещения и снаружи под открытым небом. Это позволяет понять, насколько эффективно архитектурные решения (окна, фонари) обеспечивают доступ солнечного света в здание.

Результаты измерений сопоставляются с государственными нормативными стандартами, которые устанавливают минимально допустимые значения люкс для конкретных типов деятельности. Соблюдение этих норм позволяет снизить риск производственного травматизма и предотвратить развитие зрительного утомления.

Требуемый и достаточный световой поток можно рассчитать одним из трех методов:

- Удельная мощность. Используется для оценки общего освещения. Для расчета общей мощности необходимо стандартные данные (удельную мощность) умножить на площадь помещения. Чтобы правильно определить стандартный показатель, необходимо учитывать: тип светильников, назначение комнаты, разводку настенных и потолочных светильников. В этом случае после расчетов определяется удобная и комфортная конфигурация освещения и условия для человека.
- Норма применения. Для начала определяется расположение источников света с учетом конфигурации помещения и возможности отражения или поглощения света. Формула предусматривает умножение стандартной освещенности на площадь помещения на коэффициент безопасности и минимальный коэффициент освещенности. Все это делится на количество умноженных между ними ламп и коэффициент использования светового потока.

• Точка. Такой способ считается подходящим для любого помещения, его можно использовать для изготовления источников света на улице. Для получения результатов освещенность оценивается в отдельных точках, на которые падает свет. В этом случае осветительные приборы можно расположить как угодно. Оценка проводится по ключевым для пользователя точкам. Этот прием особенно актуален в помещениях, где есть темная отделка на стенах и потолке сложной конфигурации.

Эти методы не очень сложны в реализации, но все же существует гораздо более простой метод, представленный ниже.

Выбор метода расчета зависит, помимо прочего, от типа используемых ламп

Предлагаемый вариант расчета больше подходит для комнаты правильной формы — квадратной или прямоугольной. Освещение измеряется в люксах (Лк), расчет параметра светового потока будет состоять из двух фаз:

- Расчет непрерывного светового потока, необходимого для освещения помещения определенной квадратурой.
- Определение количества источников света.

На первом этапе рассчитываем необходимый параметр светового потока для помещения. Расчет ведется по формуле:

Svp = X * Y * Z, где

X — нормативный световой индикатор для помещения. Вы можете найти эти стандарты в списке ниже.

Y — площадь комнаты в м².

Z — поправочный коэффициент, учитывающий высоту потолков. Так, для потолков высотой до 2,7 м этот параметр = 1, для 2,7-3 — показатель 1,2, для помещений с потолком 3-3,5 м — 1,5, для помещения более 3,5 — коэффициент 2.

Стандарт для помещений дома:

Коридор, подъезд — 50-75 Лк.

Кладовая — 50 Лк.

Кухня — 150 Лк.

Любое пребывание — 150 Лк.

Детская — 200 Лк.

Санузел — 50 лк.

Гардероб или книжный шкаф — 300 Лк.

Сауна, бассейн — 100 Лк.

Количество необходимого света зависит от предназначения комнаты

Второй этап поможет определиться с количеством источников света, в данном случае берем светодиодные лампы. Примерные показатели, по которым можно ориентироваться:

Теперь остается только посчитать результат. Для этого полученный на первом этапе показатель необходимо разделить на параметр светового потока используемой лампы.

В итоге получаем необходимое количество ламп.

Рассчитываем на одно и то же помещение. Для ламп накаливания нужны:

При 60 Вт — 6000/700 = 8,57, округлить — 9 шт.

При 75 Вт — 6000/900 = 6,66, округлить — 7 шт.

На 100 Вт — 6000/1200 = 5 шт.

Флюоресцентные лампы:

15-16 Вт — 6000/700 = 8,57, круглые 9 шт.

18-20Вт — 6000/900 = 6,66, круглые 7 шт.

10-12 Вт — 6000/400 = 15 шт.

Эти расчеты основаны на нормах советских СНиПов, поэтому специалисты рекомендуют умножать результат в 1,5-2 раза в зависимости от отделки помещения и интерьерных решений.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Обзор вопросов по обеспечению электробезопасности в сетях до 1000 В / П. Н. Солонщиков, О. В. Солонщикова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 189-194.

2.Шевченко, А. В. Методика исследования гидравлических характеристик смесительной установки в режиме насоса / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 220-224.

3.Шевченко, А. В. Методика исследования смесительной установки в режиме смесителя / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 225-228.

4. Шевченко, А. В. Экспериментальное изучение смесительной установки в режиме перемешивания / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 229-231.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693390 Российская Федерация. Программа с алгоритмом прогнозирования электрической нагрузки жилых домов по данным месячного электропотребления: заявл. 14.10.2025: опубл. 27.11.2025 / С. Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А. И. Сидоров [и др.] ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет».

6. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85. – EDN ZVZKDO.

7. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.

8. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.

9. Баранов, Н. Ф. Вакуумное нанесение покрытий / Н.Ф. Баранов, П.Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 01 января – 31 января 2010 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 11. – С. 54-57. – EDN YJQRPN.

УДК 656.086

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ВОЗМОЖНОСТИ РОСТА И СКРЫТЫЕ УГРОЗЫ

Забубенин Н. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена анализу современных тенденций в сфере возобновляемой энергетики, ее роли в глобальном энергопереходе, а также сопряженным экологическим, экономическим и технологическим рискам. Рассматриваются данные о динамике развития солнечной, ветровой и гидроэнергетики, а также проблемы аккумулирования энергии и утилизации отслуживших компонентов. Особое внимание уделено социально-экономическим аспектам перехода на «зеленую» энергетику, включая вопросы занятости, энергетической безопасности и геополитические последствия.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, солнечная генерация, ветроэнергетика, накопители энергии, экологические риски, энергопереход

Глобальный переход к «зелёной» энергетике стал одним из ключевых трендов XXI века, обусловленным климатическими изменениями, истощением традиционных энергоресурсов и технологическим прогрессом. Доля возобновляемых источников в мировом энергобалансе неуклонно растёт: если в 2010 году ВИЭ обеспечивали около 20% электроэнергии, то к 2023 году этот показатель превысил 30%. Однако, несмотря на очевидные преимущества – снижение выбросов CO_2 и уменьшение зависимости от ископаемого топлива – развитие «зелёной» энергетики сопровождается рядом вызовов. К ним относятся нестабильность генерации, высокие первоначальные затраты, экологические последствия производства и утилизации оборудования, а также социально-экономические дисбалансы, вызванные отказом от традиционной энергетики.

Солнечная и ветровая энергетика демонстрируют наиболее быстрый рост среди всех видов ВИЭ. С 2010 по 2023 год установленная мощность солнечных электростанций (СЭС) увеличилась с 40 ГВт до более чем 1 ТВт, а ветрогенерации – со 180 ГВт до 900 ГВт. Лидерами в этой области стали Китай, США и страны Европейского Союза, где государственные субсидии и налоговые льготы стимулируют развитие отрасли. В то же время гидроэнергетика, несмотря на свою зрелость, сталкивается с ограничениями из-за экологических протестов и нехватки подходящих площадок для строительства новых ГЭС.

По состоянию на 1 марта 2025 года совокупная установленная мощность объектов ВИЭ в России составляет 6,59 ГВт. В структуре установленной мощности ВИЭ лидируют:

- ветровые и солнечные электростанции (на них приходится по 2,57 и 2,56 ГВт мощности соответственно);
- малые гидроэлектростанции мощностью до 50 МВт (1,3 ГВт).

Кроме того, эксплуатируются электростанции, функционирующие на основе биомассы, биогаза, свалочного газа, твёрдых бытовых отходов и геотермальной энергии, совокупной мощностью более 150 МВт.

Согласно Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2042 года, в секторе ВИЭ ожидаются наибольшие изменения. Доля генерации СЭС и ВЭС может увеличиться с 1,9% (4,7 ГВт) в 2023 году до 7,3% (21,9 ГВт) в 2042 году.

Эксперты Международного энергетического агентства (МЭА) прогнозируют, что к 2050 году доля ВИЭ в мировом энергобалансе может достичь 60–70%, при условии масштабных инвестиций в инфраструктуру и технологии накопления энергии. Однако этот сценарий зависит от множества факторов, включая политическую стабильность, доступ к редкоземельным металлам и скорость развития энергосистем.

Одним из главных недостатков солнечной и ветровой энергетики является их зависимость от погодных условий, что создаёт проблему балансировки энергосистем. Для её решения активно развиваются технологии накопления энергии, такие как литий-ионные аккумуляторы и системы на основе водорода. Однако производство этих накопителей

сопряжено с экологическими рисками: добыча лития, кобальта и никеля приводит к загрязнению почвы и воды, а переработка отработанных батарей остаётся сложной задачей.

Влияние экологического воздействия различных видов ВИЭ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние температурных аномалий на различные отрасли

Вид энергетики	**Выбросы CO_2 (г/кВт·ч)**	**Использование воды**	**Площадь земель**
Солнечная (ФЭП)	40–50	Низкое	Высокое
Ветровая	10–15	Минимальное	Умеренное
Гидроэнергетика	20–30	Высокое	Очень высокое

Ещё одной проблемой является утилизация солнечных панелей и лопастей ветрогенераторов, срок службы которых составляет 20–30 лет. По оценкам Международного агентства по возобновляемой энергии (IRENA), к 2030 году объём отходов от солнечных панелей достигнет 8 млн тонн в год. В настоящее время лишь 10% материалов перерабатывается, что создаёт угрозу для окружающей среды.

Переход на «зелёную» энергетику приводит к структурным изменениям на рынке труда. С одной стороны, создаются новые рабочие места в секторе ВИЭ – только в 2022 году в этой отрасли было занято более 13 млн человек. С другой стороны, сокращаются традиционные энергетические сектора, такие как угольная промышленность, что вызывает социальное напряжение в регионах, зависящих от этих отраслей.

Геополитические риски также усиливаются: страны, богатые литием, кобальтом и редкоземельными металлами (Китай, ДР Конго, Чили), получают стратегическое преимущество, что может привести к новым конфликтам за ресурсы. Кроме того, неравномерное развитие ВИЭ в разных регионах мира усугубляет энергетическое неравенство: если Европа и Северная Америка активно инвестируют в «зелёные» технологии, то развивающиеся страны Африки и Южной Азии сталкиваются с нехваткой финансирования.

«Зелёная» энергетика обладает значительным потенциалом для снижения антропогенного воздействия на климат и обеспечения устойчивого энергетического будущего. Однако её развитие требует комплексного подхода, включающего:

- совершенствование технологий накопления энергии;
- создание эффективных систем переработки отходов;
- социальную поддержку работников традиционных энергетических отраслей;
- международное сотрудничество для снижения геополитических рисков.

Без решения этих задач глобальный энергопереход может столкнуться с серьёзными препятствиями, замедляющими достижение климатических целей.

Литература

1. Моделирование безопасности и рисков на газопроводах / Ю. О. Логвин, К. Р. Таранцева, О. А. Логвина, В. В. Коновалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 125-132. – EDN PIIIAP.

2. Никитин, Е. А. Разработка роботизированного устройства по оптимизации процесса кормления крупного рогатого скота на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Молодой ученый. – 2020. – № 43 (333). – С. 2-5.

3. Никитин, Е. А. Система роботизированного обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 26-30.

4. Современная наука: теория, методология, практика : материалы IV Всероссийской национальной научно-практической конференции, Тамбов, 20–21 апреля 2022 года. – Тамбов : Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2022. – 336 с. – ISBN 978-5-6046669-9-9. – EDN KKLGNW.

5. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей

сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
6. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
7. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709.
8. Толстоухова, И. А. Обзор модуля пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 155-158.
9. Толстоухова, И. А. Обзор электропроводки и материалов используемых в жилищно-коммунальном секторе / И. А. Толстоухова, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 224-226.

УДК 349.2

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМА

Завалин Д. Л. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются способы измерения шума
Ключевые слова: охрана труда, шум, измерение шума

Актуальность контроля шумового воздействия обусловлена стремительным ростом уровня урбанизации и технической оснащенности производств, что превращает избыточный шум в один из самых распространенных вредных факторов окружающей среды. Длительное воздействие звукового давления выше нормы приводит не только к профессиональной тугоухости, но и к нарушениям в работе сердечно-сосудистой и нервной систем, снижению концентрации внимания и общей производительности труда.

Основным средством измерения шума является шумомер — электронный прибор, состоящий из микрофона, усилителя, корректирующих фильтров и индикатора. Современные цифровые шумомеры позволяют проводить спектральный анализ звука, разделяя его на частотные полосы, что необходимо для подбора эффективных средств звукоизоляции. Для индивидуального контроля уровня экспозиции шума в течение всей рабочей смены применяются персональные дозиметры шума.

Методы измерения варьируются в зависимости от характера звука. При постоянном шуме измеряется уровень звукового давления в децибелах (дБА) на уровне уха человека. Если шум непостоянный, импульсный или прерывистый, используется метод определения эквивалентного (энергетического) уровня звука, который усредняет показатели за определенный промежуток времени.

В производственных условиях замеры проводятся в точках наиболее частого пребывания персонала, при этом микрофон направляется в сторону источника шума и удерживается на расстоянии вытянутой руки, чтобы избежать искажений от отражения звука от тела оператора. В городской среде актуальны методы измерения транспортного шума на фасадах жилых зданий и в зонах отдыха.

Регулярный мониторинг с применением поверенных средств измерения позволяет своевременно внедрять инженерные решения по шумоглушению и обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических норм, защищая здоровье населения и работников предприятий.

Для того чтобы сравнивать характеристики шума, создаваемого машинами и механизмами с допустимыми санитарными нормами, а также для разработки методов борьбы с шумом необходимо знать уровень его интенсивности и спектральный состав.

Существуют два метода измерений уровней шума: субъективный и объективный. Для измерения субъективным методом служат приборы–фонометры, в которых измеряемый звук или шум сравнивается с чистым тоном определенной частоты, возбуждаемым специальным генератором. Однако из-за сложности измерений и зависимости их результатов от характеристик слуха оператора они имеют весьма ограниченное применение.

Для измерения уровней шума объективным методом широкое распространение получили шумомеры. В этих приборах шум воспринимается с помощью широкополосного микрофона, который преобразует звуковые колебания в электрические. Последние усиливаются и подаются на выпрямитель стрелочного прибора (измеритель). К выходу усилителя могут подключаться частотные анализаторы, самописцы и другие приборы.

Объективные шумомеры позволяют определить лишь приближенные значения уровней громкости шума из-за ограниченности частотных характеристик чувствительности.

Измерения уровней шума в промышленности производятся шумомерами различных типов, из которых наибольшее распространение получили шумомер Ш-63 с присоединенным к нему октавным полосовым фильтром ПФ-1 и шумомер Ш-3М с 1/3-октавным анализатором ЛИОТ. На рисунок 1 приведен общий вид шумомера Ш-63.

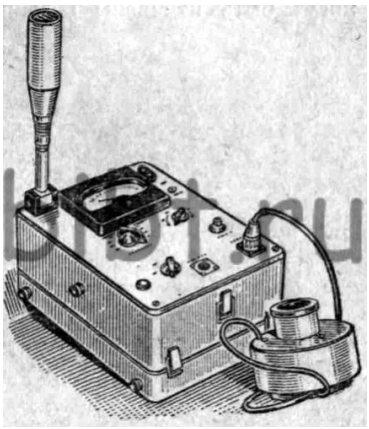


Рисунок 1 – Шумометр Ш-63

Шумомер имеет три шкалы (А, В и С), учитывающие частотный состав измеряемого шума. Характеристика шума по шкале А соответствует кривой громкости 40 фон, т. е. до некоторой степени субъективному восприятию уровня громкости и позволяет произвести ориентировочную оценку «неприятности» или «вредности» шума. Поэтому уровень шума, измеренный по шкале А в децибелах (дБ А), имеет большое значение для гигиенической практики оценки промышленных шумов.

Характеристика шума по шкале В соответствует кривой, равной громкости 70 фон.

Для получения спектра шума измерения должны производиться по шкале С. Прямолинейная частотная характеристика С в диапазоне 60–5000 Гц покажет чисто физическую величину – уровень звукового давления.

Спектральный состав шума исследуется специальными приборами, получившими название анализаторов шума. Чаще всего применяются октавные анализаторы, позволяющие измерять уровни звукового давления в октавных полосах.

Октавная полоса – это полоса, в которой верхняя граничная частота равна удвоенной нижней частоте (например, 45–90; 90–180 и т. д.). Октавная полоса характеризуется средней частотой (среднегеометрической из верхней f1 и нижней f2 граничных частот.

Для измерения постоянного (стационарного) шума производят замеры уровней шума шумомером в течение 5–10 мин. за это время берется несколько отсчетов показаний стрелки прибора. Из всех показаний находят минимальное и максимальное значения и вычисляют средний уровень шума. При гигиенической оценке источника шума ориентируются на максимальные значения. Полученные уровни шума выражаются в децибелах или в децибелах А в зависимости от частотной коррекции, на которой производились замеры, – С или А.

Импульсные шумы (взрывные, ударные и т. п.) не могут быть измерены обычными шумомерами, так как последние обладают большой инерционностью. Для измерения энергетического уровня импульса применяются специальные шумомеры 2203 «Брюль и Къер», PSJ 201, РФТ-ГДР (рисунок 2) и др.

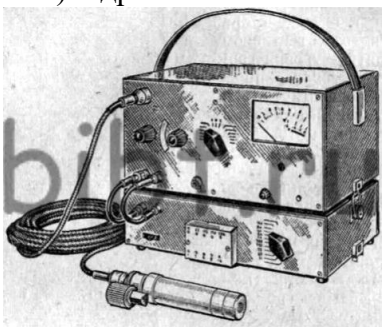


Рисунок 2 – Шумомер PSJ 201 с октавным фильтром

Нормированные значения предельно допустимых уровней звукового давления приведены в Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий СН 245–71. Предельно допустимые уровни звукового давления нормируются в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

В табл. 6 указаны действующие предельные спектры шума. Значения, указанные в таблице, должны быть уточнены в зависимости от характера шума и времени его воздействия. Так, например, указанные в табл. 6 значения могут быть увеличены для широкополосных шумов на 6 дБ, если суммарная длительность воздействия шума на человека составляет от 1 до 4 ч за смену, на 12 дБ – при длительности воздействия от 15 мин до 1 ч, на 18 дБ – при длительности воздействия от 5 до 15 мин и на 24 дБ– при длительности воздействия шума менее 5 мин. При разработке мероприятий борьбы с производственным шумом следует иметь в виду, что предельно допустимые уровни шума, установленные санитарными нормами, ориентированы не на устранение утомляющего действия шума, а лишь на исключение возможности развития профессионального заболевания (нормы учитывают технические трудности снижении уровня силы шума при разных производственных процессах).

Поэтому во всех случаях, где это возможно, следует добиваться более низких уровней шума по сравнению с теми, которые установлены санитарными нормами. Так, шум, не превышающий 30– 35 дБ, не ощущается как утомительный или заметный и может рекомендоваться как предельно допустимый для читальных залов, конструкторских и технологических бюро, а также для помещений умственного труда.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Технические средства по обеспечению электробезопасности в сетях до 1000 В / П. Н. Солонщиков, О. В. Солонщикова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 195-198.
2. Ensuring transport security during cargo transportation / P. Solonshickov, I. Tolstoukhova, A. Shevchenko, P. Kokorina // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03010. – DOI 10.1051/e3sconf/202447103010.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693390 Российская Федерация. Программа с алгоритмом прогнозирования электрической нагрузки жилых домов по данным месячного электропотребления: заявл. 14.10.2025: опубл. 27.11.2025 / С. Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А. И. Сидоров [и др.] ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет».
4. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85. – EDN ZVZKDO.
5. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
6. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.

7. Шевченко, А. В. Обзор насосного оборудования для обеспечения водоснабжения ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 171-174.
8. Шевченко, А. В. Гидродинамические характеристики смесительной установки при работе в режиме насоса / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 213-219.
9. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке: заявл. 26.05.2025: опубл. 24.11.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, В. Е. Саитов, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
10. Патент № 2836811 C1 Российская Федерация, МПК B01F 23/50, A01J 11/00. Установка для приготовления жидких кормовых смесей : заявл. 19.04.2024 : опубл. 24.03.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".

УДК 631.362.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ОЧИСТКИ

Зайцев А. А. – обучающийся 3 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена возможность улучшения показателей послеуборочной обработки при использовании более эффективных мобильных элементов очистки зерна, обеспечивающих качественное выполнение необходимых операций.

Ключевые слова: мобильный комплекс, ворох, очистка, хранение, зерно

При производстве зерна весомая доля затрат приходится на его послеуборочную обработку.

Такая обработка зерна решает две основные взаимосвязанные задачи - обеспечение длительного срока хранения зерна и доведение его до установленных кондиций по чистоте. Для решения первой задачи применяют различные способы, главным из которых является сушка в зерносушилках. Вторая задача выполняется очисткой зернового вороха от примесей, с последующим сортированием [1].

Использование стационарных очистительных машин возможно только в тех случаях, когда вся послеуборочная обработка зерна проводится в одном месте – в пределах складских помещений и других вспомогательных электрифицированных помещений. В связи с этим производитель продукции несет существенные материальные потери на транспортировку продукции к зерноочистительно-сушильным комплексам [2].

При наличии отдаленных от центральной усадьбы бригад возникает целесообразность в обработке зернового материала в непосредственной близости от места базирования подразделения [2, 3].

Своевременную и качественную очистку вороха зерна возможно произвести в месте базирования бригады с помощью мобильных зерноочистителей.

Мобильные средства очистки зерна (зерноочистительные комплексы, передвижные очистители) — это машины на колёсном шасси, которые можно оперативно перевозить между полями или хозяйствами. Они предназначены для предварительной очистки зернового вороха колосовых, крупяных, зернобобовых культур, кукурузы, сорго, подсолнечника и других культур [4, 5].

Некоторые модели мобильных зерноочистительных комплексов:

- МЗК-70. Предназначен для предварительной очистки от сорных примесей зернового вороха с последующей загрузкой очищенного материала в транспортное средство или складированием в бурт высотой до 8 метров. Производительность — 50–70 т/ч.

- МЗК-100. Предназначен для предварительной очистки зернового вороха, производительность — 85–100 т/ч. Для подачи зернового материала в приёмную камеру очистителя используется загрузочный транспортер скребкового типа.

- ЗСК-70. Предназначен для первичной очистки зернового вороха, поступающего с поля. В верхней части машины за счёт воздуха производится очистка от лёгких примесей, далее зерно попадает на верхний решётный стан, где отделяются крупные примеси. На нижнем решётном стане отделяются мелкие примеси, которые просыпаются сквозь ячейки решёт и выводятся шнеком из машины.

- МОВЕХ — модульный зерноочистительный комплекс открытого типа, предназначен для послеуборочной очистки зерна и семян зерновых колосовых, зернобобовых, рапса, кукурузы и крупяных культур продовольственного и фуражного назначения с исходной влажностью до 30%. Включает набор машин и оборудования, смонтированных в единую автоматизированную технологическую линию. [4, 5].

В основу конструкции этих комплексов обычно входят классические стационарные зерноочистительные машины. К примеру, основной элемент очистки МЗПК-60 – известная

машина предварительной обработки зернового вороха МПО-50, входящая в агрегат ЗАВ-50 [2, 3]. При компоновке мобильных средств очистки необходимо обеспечить загрузку материала и выгрузку зерна в условиях складских и иных помещений. В большинстве мобильных комплексов это требование успешно выполняется.

Помимо ранее описанных, широкое применение нашли передвижные комплексы типа: ОЗМ – 15, ОЗМ – 20, МЗПК-60, ПЗК – 30 «Вепрь», ПЗК – 60 «Зубр», ПЗК – 100 «Мамонт», СОК-25, Альфа MGC и другие [3, 5, 7].

В качестве средств очистки самоходные сепараторы АЛМАЗ МС-20/10, СВС-25 и др.

В конструкцию сепаратора ворохоочистителя самопередвижного СВС-25 входит машина первичной очистки МЗП-25 (рисунок 1).

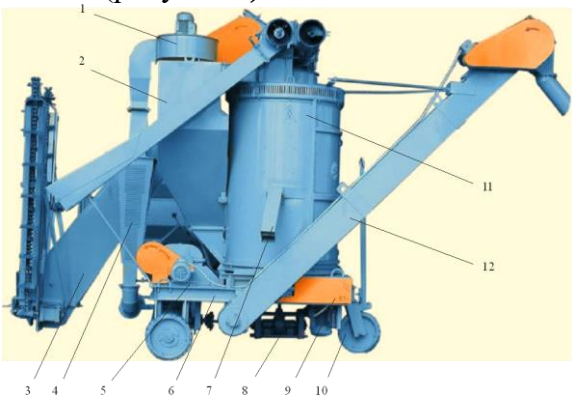


Рисунок 1 – Сепаратор ворохоочиститель самопередвижной СВС-25: 1 – вентилятор; 2 – осадочная камера; 3 – загрузочный транспортер; 4 – жалюзийный пылеуловитель; 5 – механизм самопередвижения; 6 – рама; 7 – патрубок выгрузки II сорта; 8 – вибратор; 9 – привод решетного барабана; 10 – колесо; 11 – корпус; 12 - отгрузочный транспортер

Помимо элемента очистки зернового материала, сепаратор ворохоочиститель снабжен системой аспирации, рамой 6 на колесах 10, двумя транспортерами (рисунок 3). Система аспирации в свою очередь содержит пневмосистему МЗП-25, вентилятор 1, осадочную камеру 2 и жалюзийный пылеуловитель 4 [6, 7].

В процессе очистки зерновой ворох по загрузочному транспортеру 3 поступает через загрузочное отверстие сперва в пневмосистему, затем в решетную часть машины 11. Пневмосистема выделяет воздушным потоком вентилятора 1 легкие примеси и пыль в осадочную камеру 2 и жалюзийный пылеуловитель 4 соответственно. Благодаря вращательному и колебательному движениям решетного барабана зерновой материал перемещается сверху вниз. Вращение обеспечивается приводом решетного барабана 9, колебательные воздействия вибратором 8.

Очищенное зерно выводится из машины отгрузочным транспортером 12.

Мобильные комплексы имеют компактные размеры и просты в обслуживании, могут быть использованы для очистки зерна в крестьянско-фермерских хозяйствах, имеющих небольшие площади посева зерновых культур. Для этой категории хозяйств экономически не выгодно строительство стационарных агрегатов.

Проведенный анализ источников показывает, что применение мобильных зерноочистительных машин, агрегатов и комплексов экономически целесообразно, особенно при работах в условиях отдаленных подразделений и крестьянско-фермерских хозяйствах. При этом перегон к месту хранения семян (зерна) будет минимальным. Что позволит существенно снизить издержки транспортировки зерна.

В наши дни выбор составных элементов, в том числе мобильных, технологических линий весьма обширен. Они определяют огромную составляющую всей сельскохозяйственной продукции [8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17], обеспечивая выполнение множества работ в агропромышленном комплексе [9, 18, 19, 20, 24, 25, 26].

Подбор оборудования линий обусловлен многими факторами, в том числе: климатическими и особенностями рельефа региона, уровнем и состоянием машинно-тракторного парка хозяйства, наличием или отсутствием подготовленных кадров инженерно-технической службы, состоянием внутренней дорожной сети и степенью удаленности от основных областных либо краевых магистралей [21, 22, 27].

Литература

1. Бурков, А. И. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание / А. И. Бурков, Н. П. Сычугов. – Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2000. – 261 с.
2. Шилин, В. В. Пути повышения эффективности очистки и погрузки зерна при транспортировке автомобильным транспортом на хранение / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология - Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – Вып. 18. – С. 304-307.
3. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 277-279.
4. Комплексы мобильные зерноочистительные МЗК-100. – URL : https://eltemiks-mash.ru/product/kompleksy-mobilnye-zernoochistitelnye-mzk-100 (дата обращения: 30.03.2026).
5. Мобильные зерноочистительные комплексы МЗК-70/100. – URL: https://воронежагротехсервис.рф/mzk-70/100 (дата обращения: 30.03.2026).
6. Сепаратор ворохоочиститель СВС-25. – URL: https://nikita-rom.com/svs-25-separator-vorohoochistitel-samoperedvizhnoj-g987698 (дата обращения: 30.03.2026).
7. Шилин, В. В. Пути повышения эффективности технологии послеуборочной обработки зерна // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2020. – Вып. 20. – С. 111-116.
8. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.
9. Бурков, А. И. Семейство высокоэффективных универсальных пневмосепараторов / А. И. Бурков, О. П. Рощин// Техника и оборудование для села. – 2008. – № 11. – С 16-18.
10. Ресурсосберегающие технологии производства и послеуборочной обработки зерна : учебное пособие для лабораторных и практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / / Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 112 с.
11. Andreev, V.L. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V.L. Andreev, V.V. Shilin, V.V. Ilichev, T.S. Holodenina // BIO Web of Conferences, Vol. 42 (2022) 03009. doi:10.1051/bioconf/202242.
12. Жолобов, Н. В. Ресурсосберегающий пневмосепаратор / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов, К. В. Маишев // Сельский механизатор. – 2013. – № 6 (52). – С. 12-13.
13. Жолобов, Н. В. Исследование рабочего процесса сепаратора зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 12. – С. 22-26.
14. Жолобов, Н. В. Сепаратор зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Сельский механизатор. – 2017. – № 10. – С. 20-21.
15. Бурков, А. И. Разработка пневмосистемы для виброцентробежной машины МЗП-25/10 и ее использование при реконструкции семяочистительной линии / А. И. Бурков, В. Л.

Андреев, В. В. Шилин // Inżynieria Systemow Bioagrotechnicznych: Zeszyt 2-3 (11-12). – Plock, 2003. – S. 147-157.
16. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян / О. П. Лопатин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 142-144.
17. Шиврин, В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки / В. И. Шиврин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 294-297.
18. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
19. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
20. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
21. Шилин, В. В. Совершенствование технологии хранения машинно-тракторного парка в условиях предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, В. А. Салангин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 232-235.
22. Шилин, В. В. Совершенствование технологии технического обслуживания и текущего ремонта автомобильного транспорта в условиях подразделений предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, Д. П. Сысоев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 236-240.
23. Курбанов, Р. Ф. Эффективность технологии многокомпонентного полосного посева многолетних трав / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 3 (19). – С. 40-44.
24. Курбанов, Р. Ф. Состояние и перспективы развития инженерно-технической службы предприятий АПК / Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, А. В. Созонтов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 6. – С. 70-74.
25. Саитов, В. Е. Современные энергосберегающие посевные комплексы : учебное пособие / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов. – LAP LAMBERT Academic Publishing RU (Германия), 2018. – 73 с.: ил.
26. Курбанов, Р. Ф. Влияние эффлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – С. 43-52.
27. Шилин, В. В. Математические модели принятия решений в исследовании предпочтений покупателей кроссоверов / В. В. Шилин, Е. Н. Суслопарова // Технические науки - от теории к практике. – 2015. – № 42. – С. 121-126.

УДК 37.016

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Зайцев А. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье приведён обзор на методы экологических исследований, а также основные меры обеспечения надежности функционирования объекта.

Ключевые слова: экологическая безопасность, техногенные аварии и катастрофы, инженерные сооружения и здания, экологические методы и исследования

Тревожное состояние многих инженерных сооружений России поставило перед обществом проблему предупреждения аварий и катастроф и их негативного воздействия на окружающую среду. Особенно актуальна эта проблема в северных районах России, где уровень техногенного воздействия на природную среду, в связи с чрезвычайно высокими объемами нефтегазового и транспортного строительства достиг такой фазы, когда дальнейшее освоение этих районов, без проведения специальных исследований по паспортизации устаревших сооружений и конструкций, оценке их остаточного ресурса и степени опасности их дальнейшей эксплуатации для природы и общества чревато возникновением аварий и катастроф[1].

Техногенная экологическая катастрофа - это авария технического устройства (атомной электростанции, танкера и т. д.), приведшая к весьма неблагоприятным изменениям в окружающей природной среде и, как правило, массовой гибели живых организмов и экономическому ущербу. В последние годы сформировалось новое направление – экологическая безопасность – это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий[4]. Техногенные аварии и катастрофы с экологическими последствиями составляют 15…20% от общего числа чрезвычайных ситуаций. В основном это аварии на магистральных трубопроводах и железнодорожном транспорте, химические аварии с выбросом вредных продуктов, взрывы метана на угольных шахтах.

Техногенные катастрофы можно подразделить на следующие отрасли:

По субъективному отношению:

- вызванные халатностью обслуживающего персонала;
- вызванные внешними факторами (кораблекрушение);
- вызванные непредвиденными и нежелательными последствиями штатного функционирования технологических систем;
- вызванные намеренно (технологический терроризм; несанкционированные действия лиц, не относящихся к персоналу) [1,2].

По объекту:

- «индустриальные» (взрывы и утечки токсичных веществ на заводах химической или пищевой промышленности [3,4,5], прорыв на трубопроводах или аварии на АЭС [6]),
- «транспортные» (Авиакатастрофа, крушение поезда [7], кораблекрушение [8], ДТП и пр.)

По месту возникновения:

- аварии на АЭС с разрушением производственных сооружений и радиоактивным заражением территории (авария на Чернобыльской АЭС, авария на АЭС в Фукусиме (Япония));
- аварии на ядерных установках инженерно-исследовательских центров с радиоактивным загрязнением территории;
- аварии на химически опасных объектах с выбросом (выливанием, утечкой) в ОС СДЯВ (Бхопальская катастрофа, Каслинская авария);

• аварии в научно-исследовательских учреждениях (на производственных предприятиях) осуществляющих разработку, изготовление, переработку, хранение и транспортировку бактериальных средств и препаратов или иных биологических веществ с выбросом в ОС;

• авиационные катастрофы, повлёкшие за собой значительное количество человеческих жертв и требующие проведения поисково-спасательных работ;

• столкновение или сход с рельсов железнодорожных составов (поездов в метрополитенах), повлёкшие за собой групповое поражение людей, значительное разрушение железнодорожных путей или разрушение сооружений в населенных пунктах.

• аварии на водных коммуникациях, вызвавшие значительное число человеческих жертв, загрязнение ядовитыми веществами акваторий портов, прибрежных территорий, внутренних водоемов;

• аварии на трубопроводах, вызвавшие массовый выброс транспортируемых веществ и загрязнение ОС в непосредственной близости от населённых пунктов;

• аварии в энергосистемах;

• аварии на очистных сооружениях;

• гидродинамические аварии;

• прорыв плотин, дамб (Авария на Саяно-Шушенской ГЭС, Прорыв дамбы Баньцяо);

• пожары, возникающие в результате взрывов на пожароопасных объектах.

На рисунке 1 представлена крупнейшая техногенная авария, произошедшая в Москве.



Рисунок 1 – Техногенная авария в Москве

Экология использует широкий набор методов исследования. Методы экологических исследований – это пути и способы изучения экологических явлений, которые подразделяются на полевые и лабораторные.

Полевые способы предполагают изучение экологических явлений в природной среде. Они помогают установить взаимосвязи организмов, видов и сообществ со средой, выяснить общую картину развития и жизнедеятельности биосистем. Полевые методы, в свою очередь, подразделяются:

• на маршрутные (прямое наблюдение, оценка состояния, измерение, описание, составление схем, карт);

• на стационарные (длительное наблюдение за объектами, замеры, описание, инструментальный отчет);

• на описательные (первоначальное знакомство с объектом, применяется при регистрации основных особенностей изучаемых объектов, прямом наблюдении, картировании, инвентаризации);

• на экспериментальные (опыт, эксперимент, количественная оценка, химические методы анализа и др.), мониторинг (наблюдение, оценка и прогноз состояния природной среды).

Лабораторные методы используются при проведении работ в лабораторных условиях, но пересекаются с методами полевых исследований. Особое внимание в экологии отводится методу моделирования. Моделирование – метод опосредованного практического и теоретического оперирования объектом, когда исследуется не сам интересующий объект непосредственно, а вспомогательная, искусственная или естественная система (модель), со-

ответствующая свойствам реального объекта. Любая модель всегда упрощена, отражает общую суть процесса.

Мониторинг окружающей среды – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов. В процессе проведения мониторинга ставятся следующие цели:

- количественная и качественная оценка состояния воздуха, поверхностных вод, почвенного покрова, флоры и фауны, а также постоянный контроль стоков и выбросов на промышленных предприятиях;
- составление прогноза о состоянии окружающей среды и возможных его изменениях;
- наблюдение за происходящими в окружающей природной среде физическими, химическими, биологическими процессами, за уровнем загрязнения атмосферного воздуха, почв, водных объектов, последствиями его влияния на растительный и животный мир;
- обеспечение заинтересованных организаций и населения текущей и экстренной информацией об изменениях в окружающей природной среде, а также предупреждение и прогнозирование ее состояния.

В зависимости от степени выраженности антропогенного воздействия различают мониторинг фоновый и импактный. Фоновый (базовый) мониторинг – слежение за природными явлениями и процессами, протекающими в естественной обстановке, без антропогенного влияния. Импактный мониторинг – слежение за антропогенными воздействиями в особо опасных зонах. В зависимости от масштабов наблюдения различают мониторинг глобальный, региональный и локальный. Глобальный мониторинг – слежение за развитием общемировых биосферных процессов и явлений; региональный мониторинг – слежение за природными и антропогенными процессами и явлениями в пределах какого-то региона; локальный – мониторинг в пределах небольшой территории. Глобальной системы мониторинга окружающей среды, основная задача которой – предоставление информации, необходимой для защиты здоровья, благополучия, безопасности и свободы людей и управления окружающей средой и ее ресурсами [3].

Под экологической катастрофой понимаются природная аномалия, нередко возникающая в результате прямого или косвенного воздействия человека, либо авария технического устройства, приводящая к неблагоприятным изменениям природной среды, массовой гибели живых организмов, экономическому ущербу.

Главные меры (усилия) человека по борьбе с авариями и катастрофами должны быть направлены на их профилактику и предупреждение. Принятые меры либо полностью исключают, либо локализуют техногенные аварии и катастрофы. В основе таких мер лежит обеспечение надежности технологического процесса.

На рисунке 2 изображена крупная нефтяная авария техногенного характера компании «Петробрайс».



Рисунок 2 – Авария на нефтеперерабатывающей платформе

Основные меры обеспечения надежности функционирования объекта:

- Выполнение требований государственных стандартов и строительных норм и правил, которые направлены на то, чтобы максимально исключить возможность аварии.
- Жесткая производственная дисциплина. Точное выполнение технологических процессов. Использование оборудования в строгом соответствии с его техническим назначением.

- Дублирование и увеличение запасов прочности важнейших элементов производства.
- Чёткая организация службы инспекции контроля и безопасности.
- Тщательный подбор кадров, повышение практических знаний в объёме выполняемой работы.
- Оценка условий производства с точки зрения возможности возникновения аварии.

В целом промышленные аварии и катастрофы являются весьма существенным негативным фактором для состояния окружающей природной среды и здоровья населения. Происходящие в результате катастроф нарушения естественных экосистем и гибель многих компонентов биоты могут носить необратимый характер. По аналитическому прогнозу МЧС России возможен дальнейший рост негативного влияния техногенных катастроф на природу и население страны. Это потребует увеличения ежегодных затрат на ликвидацию их последствий с 1—2% ВНП до 4—5%, что превышает расходы на здравоохранение и охрану окружающей среды. Итак, мы увидели, что техногенные катастрофы детерминированы человеческим фактором, поэтому должна проводиться работа по их профилактике: вестись тестирование техники (механизмов, инженерных сетей) на вопрос её износа, проверяться дисциплина и профессионализм обслуживающего персонала [2].

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Анализ экономических затрат при травматизме / П. Н. Солонщиков, О. В. Солонщикова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 195-198.
2. Шевченко, А. В. Методика исследования смесительной установки в режиме смесителя / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 225-228.
3. Шевченко, А. В. Экспериментальное изучение смесительной установки в режиме перемешивания / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 229-231.
4. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке: заявл. 26.05.2025: опубл. 24.11.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, В. Е. Саитов, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
5. Патент № 2836811 C1 Российская Федерация, МПК B01F 23/50, A01J 11/00. Установка для приготовления жидких кормовых смесей : заявл. 19.04.2024 : опубл. 24.03.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
6. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Зафарова З. А. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Предпосевную обработку почвы проводят для уничтожения сорняков и рыхления почвы без оборачивания при уходе за парами и подготовке к посеву. Рыхление почвы способствует накоплению и сохранению влаги и питательных веществ в форме, доступной для растений. Предпосевную обработку почвы проводят на глубину заделки семян зерновых культур. После обработки верхний слой почвы должен быть мелкокомковатым, а сорные растения полностью подрезаны. Дно борозды и поверхность поля после обработки должны быть ровными.

Ключевые слова: предпосевная обработка почвы, плотность почвы, влажность, засоренность, безотвальная обработка почвы, рыхление, культиваторы, лущильники, бороны, катки

Основные агротехнические требования к предпосевной обработке почвы: взрыхленный слой мелкокомковатый; глубина рыхления должна быть равномерной, отклонение средней глубины от заданной допускается не более ± 1 см, а отдельных значений глубины от средней — в пределах 2 см; высота гребней обработанного поля — не более 3...4 см; рабочие органы не должны выворачивать нижний влажный слой на поверхность; сорные растения должны быть полностью подрезаны, огрехи и пропуски не допускаются.

Предпосевную обработку почвы выполняют с помощью культиваторов, лущильников, фрез, борон различной конструкции, катков и комбинированных машин.

Культивация — это крошение, рыхление, перемешивание почвы, подрезание подземных органов сорняков. Рабочими органами культиваторов являются лапы различных конструкций. Культиваторы рыхлят почву от 6 до 12 см. В районах, подверженных ветровой эрозии, для оставления стерни на поверхности почвы применяют культиваторы плоскорезы КПШ-5, КПШ-9 и штанговые культиваторы ОП-8,5, ОП-12.

Технические характеристики промышленных культиваторов:

- производительность зависит от модели оборудования и может достигать показателя в 3,4 га/ч;
- ширина захвата от 4,5 м до 6,7 м;
- скорость работы от 5-12 км/час;
- глубина поверхностной обработки от 4-8 см, регулируется положение шин и колес.

Лущение жнивья (стерни) — прием обработки почвы после уборки зерновых культур, обеспечивающий крошение, рыхление, частичное перемешивание и оборачивание почвы, измельчение подземных и заделку надземных органов растений, семян сорняков, возбудителей болезней и вредителей культурных растений отвальными или дисковыми лущильниками. Они оборачивают и рыхлят почву на глубину от 6 до 12 см и хорошо разрезают горизонтально расположенные корневища, лемешные хорошо оборачивают почву и подрезают сорняки на глубину 8-16 см.

Преимущества использования:

- уничтожение 80% неблагоприятных бактерий, патогенных микроорганизмов, сорняков;
- ввод питательных компонентов, которые остались на поверхности почвы, что улучшает качественный ее состав.

Технические характеристики лущильников:

- производительность зависит от модели оборудования и может достигать показателя в 3,8 га/ч;
- ширина захвата от 0,77 м до 2,56 м;
- скорость работы от 7-14 км/час;

- глубина поверхностной обработки от 6-12 см.

Боронование — способствует крошению глыб, комков, уплотнению и выравниванию поверхности поля. Это эффективный прием весенней обработки зяби по уходу за зерновыми, зернобобовыми и пропашными культурами и многолетними травами. Рабочими органами зубовой бороны являются неподвижные зубья с квадратным сечением у тяжелых и округлым у легких. Тяжелые зубовые бороны с давлением на один зуб 1,5 кг рыхлят почву на 5-8 см, среднее с давлением на зуб от 1 до 1,5 кг рыхлят почву на 4-6 см, легкие с давлением на зуб от 0,5 до 1 кг рыхлят на глубину 2-3 см.

Технические характеристики зубовой бороны:

- производительность зависит от модели оборудования и может достигать показателя в 3,4 га/ч;

- скорость работы от 7-12 км/час;

-- глубина поверхностной обработки от 6-8 см.

У сетчатых борон мелкие зубья закреплены на подвижной раме и могут передвигаться в почве независимо друг от друга. Не повреждая культурных растений по уходу за ними, сетчатая борона хорошо рыхлит почву. Наилучшее качество боронования достигается при скоростях 12 км/почвы, а посевов — 5-7 км/ч.

Прикатывание — обработка почвы катками, обеспечивающая крошение глыб, комков, уплотнение и выравнивание поверхности почвы оно может быть предпосевным и послепосевным. Предпосевное прикатывание является обязательным приемом обработки, особенно на торфяных и легких но гранулометрическому составу песчаных и супесчаных почвах. На легких почвах большой эффект даст также послепосевное прикатывание одновременно с посевом. Для прикатывания применяют гладкие, кольчато-шпоровые, кольчато-зубчатые и др. катки.

Технические характеристики промышленных катков:

- удельное давление на почву – 2,6-4,5 кгс;

- производительность – 5,0-5,8 га/час;

- рабочая скорость – 6 км/час;

- глубина поверхностной обработки от 1,8-2,7 см.

Комбинированная агрегатная обработка — комплекс приемов, способствует совмещению нескольких технологических операций обработки почвы (крошение, рыхление, выравнивание, уплотнение). Выполняется почвообрабатывающими агрегатами типа КД-720М, ОП-8.5, зерновая сеялка СКП 2,1, пропашная сеялка СКП-2.1 М, АКШ и РВК и др.

Технические характеристики комбинированного, почвообрабатывающего оборудования:

- производительность зависит от модели оборудования и может достигать показателя в 4-6 га/ч;

- скорость работы от 8-16 км/час.

Обзор технологических аспектов и технических средств для предпосевной обработки почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [1-16].

Литература

1. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.

2 Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.

3. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
5. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21
7. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
8. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
9. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
10. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
13. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
14. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
15. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
16. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин В.Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.

УДК 656.078

ТРАНСПОРТНО-СОПРОВОДИТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Злобин В. А. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Важное значение в организации перевозок опасных грузов имеет транспортно-сопроводительная документация. В статье рассмотрены условия и документы при перевозке опасных грузов

Ключевые слова: опасный груз, автомобильный транспорт, специальное разрешение, документация

Широкий, постоянно меняющийся ассортимент опасных грузов, а также большие объемные и весовые показатели их перевозок во внутреннем и международном сообщении являются специфическим видом перевозок на автомобильном транспорте.

Наряду с непрерывным совершенствованием всех звеньев технологий перевозочного процесса в центре внимания специалистов автомобильного транспорта остаются вопросы безопасности движения и предотвращения аварий с опасными грузами [1].

Особенно важное значение имеет экологический аспект перевозок опасных грузов. Воздействие опасных веществ, перевозимых различными видами транспорта, на окружающую среду может вызвать необратимые изменения и даже гибель флоры и фауны. Особенно ощутимые отклонения от экологического равновесия вызывают происшествия - инциденты (аварии) с опасными грузами. Например, загрязнение рек и морских побережий при разливе нефтепродуктов, гибель или заболевание животных при попадании химических веществ в сточные воды, уничтожение лесных массивов в результате пожара, возникшего при перевозке легковоспламеняющихся веществ, и т.д.

Ущерб, наносимый народному хозяйству авариями при перевозке опасных грузов, влечет за собой: гибель и заболевания людей; поражение окружающей среды (экологический ущерб); повреждение технических средств и разрушение дорог, промышленных объектов, жилых зданий; повреждение транспортных узлов (железнодорожных и автомобильных станций, портов, пристаней и аэропортов), архитектурно-исторических памятников и природных заповедников, а также мест отдыха. Поэтому многие страны и международные организации уже разработали различные системы организационных мер по ликвидации аварийных ситуаций при перевозках таких грузов [2].

В ряде стран уже многие годы действуют правила безопасности при аварийных ситуациях с опасными грузами, основным элементом которых являются аварийные карточки и знаки опасности, наносимые на транспортные средства. Существуют информационные центры, обеспечивающие квалифицированную консультацию при авариях с опасными грузами, что позволяет более эффективно ликвидировать последствия аварийных ситуаций.

Для того, чтобы предотвратить возможный ущерб от перевозок опасных грузов, необходимо решить ряд практических задач, направленных на повышение безопасности перевозок. Условно их можно подразделить на следующие: организация перевозочного процесса; регламентация перевозок; управление перевозками; ликвидация последствий аварий.

Организация перевозочного процесса включает в себя мероприятия по техническому оснащению перевозок (подвижной состав, тара и средства механизации погрузочно-разгрузочных работ), безопасному движению по маршруту и обучению обслуживающего персонала [3,4].

Особого внимания требует к себе регламентация перевозок - разработка единых норм и правил перевозок опасных грузов, что позволит осуществить их стандартизацию и унификацию.

Задачами управления перевозками являются маршрутизация, выбор подвижного состава и специализация подразделений по перевозке опасных грузов и обеспечение информации об опасности.

Важное значение в организации перевозок опасных грузов имеет транспортно-сопроводительная документация, которая выполняет следующие функции:

- является связующим информационным звеном между автотранспортной организацией, грузоотправителем и грузополучателем;
- позволяет осуществлять контроль за техническим состоянием транспортных средств и состоянием здоровья обслуживающего персонала;
- устанавливает технологию ликвидации последствий инцидента с конкретным видом опасного груза;
- является основой для проведения расчетов за перевозку и решение вопросов о взаимной имущественной ответственности;
- определяет утвержденный маршрут перевозки опасных грузов.

Данные функции транспортно-сопроводительной документации охватывают все фазы перевозочного процесса, обеспечивая четкое выполнение коммерческих операций при перевозках опасных грузов.

К группе транспортно-сопроводительных документов относятся:

- товарно-транспортная накладная;
- путевой лист;
- сертификат (о проведении подготовительных работ к перевозке опасных грузов);
- свидетельство о допуске водителя транспортного средства к перевозкам опасных грузов;
- свидетельство о допуске транспортного средства к перевозке опасных грузов (соответствие технического состояния требованиям Правил дорожного движения и Правил перевозок опасных грузов);
- аварийная и информационная карточки системы информации об опасности.

Товарно-транспортная накладная предназначена для учета движения товарно-материальных ценностей и расчетов за их перевозку автомобильным транспортом. Накладная состоит из двух разделов - товарного и транспортного. Перевозки опасных грузов предъявляют ряд требований к каждому из этих разделов при их заполнении у грузоотправителя.

В товарно-транспортной накладной запрещается делать исправления, связанные с переадресовкой опасного груза. Все вопросы переадресовки решаются до начала перевозки при выполнении всех необходимых требований по безопасности перевозочного процесса и в этом случае выписывается новая товарно-транспортная накладная.

Путевой лист является основным первичным учетным документом, который при выдаче его водителю транспортного средства, перевозящего опасные грузы, заполняется с учетом особенностей данного вида грузовых перевозок.

Если нет возможности разместить маршрут перевозки опасного груза в отведенных для этой цели графах, его помещают на отдельном бланке как приложение к путевому листу и заверяют подписью диспетчера и печатью автотранспортной организации.

Сертификат, получаемый экспедитором клиента или по договоренности водителем транспортного средства у грузоотправителя, является дополнением к товарно-транспортной накладной и сдается грузополучателю после окончания перевозки. Сертификат определяет качественные характеристики опасного груза, подготовленного к перевозке грузоотправителем [5,6].

Одним из важнейших транспортно-сопроводительных документов является свидетельство о допуске водителя транспортного средства к перевозке опасных грузов. Свидетельство выдается водителю после прохождения инструктажа или обучения по специальной программе, учитывающих особенности конкретного вида или группы опасных веществ, предъявленных к перевозке в соответствии с положениями договора и планового

задания автотранспортной организации. В свидетельстве фиксируется дата проведения медицинского осмотра водителей для определения состояния их здоровья, возможного участия в перевозке груза в зависимости от его опасных свойств.

Органами ГАИ выдается свидетельство о допуске транспортного средства к перевозке опасных грузов, удостоверяющее, что данный автомобиль оборудован и находится в техническом состоянии, отвечающем требованиям безопасности перевозок.

Кроме перечисленных документов, на транспортном средстве должна находиться (у экспедитора или водителя) аварийная карточка системы информации об опасности. Информационными карточками СИО, содержащими краткие предписания по ликвидации последствий инцидентов в зависимости от применяемого кода экстренных мер, снабжаются все сотрудники ГАИ, контролирующие выполнение перевозок опасных грузов. Все транспортно-сопроводительные документы, используемые на перевозках опасных грузов (кроме путевого листа и товарно-транспортной накладной), являются одной из отличительных черт организации этого перевозочного процесса.

Литература

1. Курбанов, Р. Ф. Информационные технологии: Учебное пособие по выполнению лабораторно-практических работ / Р. Ф. Курбанов, С. С. Храмцов. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – 116 с.

2. Курбанов, Р.Ф. Особенности планирования технического сервиса машин с учетом условий их эксплуатации / Р.Ф. Курбанов // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Киров, 20 декабря 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 204-210.

3. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

4. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

5. Фуфачев, В. С. Расчет оптимального состава численности рабочих инженерно-технической службы по эксплуатации машин в АПК / В. С. Фуфачев, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 231-235.

6. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года..– Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПОСЕВА МОРКОВИ

Злобина М. Д. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассматриваются актуальные технологии посева моркови столовой, анализируются современные средства механизации, обеспечивающие точность высева. Уделено внимание агротехническим требованиям к процессу и сравнительной характеристике различных типов высевающих аппаратов.

Ключевые слова: морковь, посев, сеялка точного высева, механизация, пневматический аппарат, гребневая технология

Морковь столовая является одной из ведущих овощных культур в структуре агропромышленного комплекса. Повышение эффективности её производства напрямую зависит от качества проведения посевных работ. Особенностью культуры является мелкосемянность (масса 1000 семян составляет всего 1,5–2,5 г), низкая энергия прорастания и высокая чувствительность к глубине заделки. В связи с этим, автоматизация и механизация посева с использованием высокоточного оборудования являются критически важными факторами для получения равномерных всходов и формирования товарного корнеплода [1-3].

Особенности посева моркови и требования к технике. Технологические схемы возделывания. Выбор средств механизации во многом определяется принятой технологией возделывания. В современном овощеводстве выделяют три основные схемы:

1. Гладкий посев. Применяется на легких почвах с глубоким пахотным горизонтом.

2. Грядовая технология. Обеспечивает лучший прогрев почвы и оптимальный воздушно-водный режим.

3. Гребневая технология. Наиболее перспективна для условий промышленного производства, особенно на тяжелых почвах. Посев в гребни позволяет увеличить рыхлый слой земли, что способствует формированию длинных и ровных корнеплодов, а также облегчает механизированную уборку.

Агротехнические требования к посеву. Для обеспечения высокой урожайности средства механизации должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Соблюдение нормы высева (от 0,6 до 1,2 млн семян на гектар в зависимости от типа гибрида).

2. Равномерное распределение семян в рядке (минимизация «двойников» и пропусков).

3. Выдерживание заданной глубины заделки (обычно 1,5–3,0 см) с отклонением не более ±0,5 см.

4. Уплотнение ложа для обеспечения контакта семени с влажной почвой.

Средства механизации для посева моркови. Для реализации перечисленных технологий используются различные посевные агрегаты. Рассмотрим основные типы и конкретные модели:

1. Сеялки точного высева предназначены для равномерного распределения семян с регулируемым интервалом. Оснащены вакуумными или механическими высевающими аппаратами. Примеры:

- Monosem (Франция) — вакуумные сеялки, обеспечивающие высокую точность высева. Подходят для работы с обычными и дражированными семенами;
- Gaspardo (Италия) — сеялки с механическим высевом, адаптированные для мелких семян. Отличаются надёжностью и простотой обслуживания;
- Horsch (Германия) — универсальные сеялки с возможностью настройки под разные культуры, включая морковь.

2. Овощные сеялки общего назначения -многофункциональные агрегаты, подходящие для посева различных овощных культур. Часто имеют модульную конструкцию. Примеры:

- Stanhay (Великобритания) — пневматические сеялки для точного высева мелких семян. Обеспечивают равномерное распределение и точную глубину заделки;

- Vredo (Нидерланды) — сеялки с системой точечного высева, минимизирующие повреждение семян.

3. Комбинированные посевные комплексы. Объединяют функции подготовки почвы и посева, сокращая количество проходов по полю. Примеры:

- Flexi-Coil (Канада) — комплексы с культиваторными лапами и высевающими секциями. Позволяют выполнять предпосевную обработку и посев за один проход;

- Amazone (Германия) — комбинированные агрегаты с функцией внесения удобрений одновременно с посевом.

4. Навесное и прицепное оборудование для мини-тракторов. Используется в небольших хозяйствах и фермерских участках. Отличается компактностью и доступной ценой. Примеры:

- Сеялка овощная СОН-4,2 (Россия) — навесная сеялка для рядового посева. Подходит для небольших площадей;

- Mini-Planter (Польша) — компактная сеялка для мини-тракторов, обеспечивающая точный высев на узких грядках.

Перспективные направления развития. Современные средства механизации все чаще оснащаются системами «умного земледелия»:

- Электропривод высевающих аппаратов позволяет изменять норму высева «на ходу» в зависимости от электронных карт полей;

- Оптические датчики контроля в режиме реального времени оповещают механизатора о пропусках или засорении сошников;

- Системы GPS-навигации обеспечивают идеальную прямолинейность рядков, что критически важно для последующей междурядной обработки и комбайновой уборки.

Таким образом механизация посева моркови позволяет существенно повысить эффективность производства, снизить затраты и улучшить качество урожая. Современные сеялки и посевные комплексы обеспечивают высокую точность высева, адаптированы к различным условиям и технологиям. Выбор конкретного агрегата зависит от масштаба хозяйства, используемой технологии и финансовых возможностей. Перспективные разработки в области автоматизации и роботизации открывают новые возможности для дальнейшего совершенствования процессов посева.

Обзор технических средств для посева моркови выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [4-18].

Литература

1. Кузнецов, И. Ю. Практикум по овощеводству : учебное пособие / И. Ю. Кузнецов, Р. Р. Алимгафаров, Б. Г. Ахияров. – Уфа : БГАУ, 2021. – 171 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/326558 (дата обращения: 25.02.2026).

2. Купреенко, А. И. Технологии и средства механизации сельского хозяйства : курс лекций / А. И. Купреенко. – Брянск : Брянский ГАУ, 2017. – 118 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/133141 (дата обращения: 25.02.2026).

3. Машенков М. И.Технологии овощеводства : учебное пособие / М. И. Машенков, Г. Ф. Ярцев, А. П. Глинушкин [и др.]. – Оренбург : Оренбургский ГАУ, 2020. – 478 с – URL: https://e.lanbook.com/book/172659 (дата обращения: 24.02.2026).

4. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.

5. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.

6. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
7. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
8. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
9. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
10. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
11. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
12. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
13. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
14. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
15. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
16. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
17. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
18. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОСНОВНОЙ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Зубарева А. С. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Основная обработка почвы представляет собой систему мероприятий, обеспечивающих создание благоприятных условий для накопления влаги; борьбу с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур; благоприятное протекание микробиологических процессов (разложение растительных остатков); повышение ее плодородия путем сохранения и увеличения пахотного слоя; высококачественное выполнение всех последующих операций по возделыванию и уборке культурных растений.

Ключевые слова: основная обработка почвы, безотвальная обработка почвы, структура, пахотный слой, плотность, твердость, эрозия почвы

К основной обработке почвы следует подходить строго зонально, а в каждой зоне с учетом конкретных условий (плотности, влажности, твердости почвы, засоренности, рельефа, а также типа предшественника, культуры, под которую готовится почва, и т. д.). Наиболее благоприятным моментом для обработки почвы считается достижение ею физической спелости.

Безотвальная обработка почвы – приём рыхления почвы орудиями, не оборачивающими пласта. Применяется при осенней основной глубокой и мелкой обработке почвы, при обработке паров и весенней предпосевной подготовке почвы [1].

Технология безотвальной обработки почвы основана на тщательной подготовке и сохранении структуры почвы без использования оборотной обработки пластов. Вместо пахоты данная технология использует комбинацию инновационных сельскохозяйственных машин и техники, которые позволяют максимально сохранить естественные свойства почвы и ее биологическую активность.

Преимущества безотвальной обработки почвы:

- снижение риска эрозии почвы;
- сохранение структуры почвы;
- сохранение верхнего плодородного слоя;
- уменьшение перемещения почвы;
- насыщение почвы кислородом и гумусом;
- обеспечение эффективной аэрации почвы;
- защита почвы от воздействия ветра и воды.

Правильная безотвальная обработка почвы способствует развитию биологической активности почвы, сохраняя ее микроорганизмы. Это приводит к более здоровой и плодородной почве, что, в конечном счете, повышает урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. Безотвальная технология почвы улучшает водохозяйственный режим, способствуя более равномерному распределению влаги в почве и предотвращая образование заболоченных зон.

Агротехнические требования к безотвальной обработке. Сохранение 90 % стерни за один проход агрегата при обработке на глубину до 16 см и до 75 % стерни при установке рабочих органов на глубину до 30 см.

Использование данного вида обработки почвы должно выполняться в оптимальные погодные условия, когда влажность почвы находится в пределах 16–22 %. В таком состоянии почва меньше крошится, предотвращается образование мелких фракций (до 1 мм), которые легко выдуваются ветром.

При обработке почвы плоскорезами перед началом работы проверяется комплектность и исправность оборудования. На регулировочной площадке необходимо протестировать лезвия лапы – они должны касаться почвы по всей длине. Для лап шириной

110 см приемлем зазор не более 5 мм, для лап в 250 см – не более 7–8 мм. Стойка рабочего механизма должна располагаться под прямым углом относительно земли. Для этого под болты между пяткой стойки и подрамниками подкладываются шайбы. Лезвия лап долот должны быть наплавлены сормайтом. Они не могут быть толще 1 мм. Чтобы лезвия лучше входили в почву, носки долот должны быть на 10–15 мм ниже опорной плоскости лап.

При использовании плоскорезов необходимо перемещать агрегат аналогично отвальной распашке. Оптимальным является петлевой комбинированный метод при чередовании загонов. Устройство должно двигаться так, чтоб взрыхленной участок находился справа от трактора, а переднее его колесо шло в 10–15 см от кромки обработанной почвы. Это позволит перекрыть смежные проходы на 15–20 см. Чтобы не допускать огрехи.

На почвах, подверженных ветровой эрозии, для основной обработки почвы рационально применять плоскорезы-глубокорыхлители, а иногда и плуги общего назначения с корпусами без отвалов, для борьбы с водной эрозий применять чизельные плуги [2].

Культиватор-плоскорез КПШ-9 предназначен для мелкого рыхления почвы с оставлением на ее поверхности стерни зерновых культур и других пожнивных остатков в целях защиты почвы от ветровой эрозии, для культивации чистых паров, а на легких по механическому составу почвах для предпосевной обработки. Состоит из рамы, девяти рабочих органов, двух механизмов опорных колес, автосцепки, двух механизмов самоустанавливающихся колес и гидросистемы.

Плоскорез-глубокорыхлитель навесной ПГН-3 предназначен для основной обработки паров и осенней обработки почвы с сохранением стерни в целях защиты от ветровой эрозии. Состоит из рамы, трех плоскорежущих ножей, механизмов опорных колес, навесного устройства. Рама представляет собой прямоугольную сварную конструкцию, которая состоит из трех продольных и двух поперечных балок. К боковым продольным балкам рамы приварены кронштейны, служащие для присоединения механизма опорных колес. На переднем брусе рамы установлены кронштейны навесного устройства, предназначенные для соединения орудия с трактором. Глубина обработки почвы регулируется с помощью опорных колес.

Чизельный плуг ПЧ-4,5 предназначен для рыхления почвы по безотвальным и отвальным фонам с углублением обрабатываемого горизонта, для безотвальной обработки почвы взамен зяблевой и весенней пахоты, а также для глубокого рыхления почвы на склонах и паровых полях. Плуг-глуборыхлитель общего назначения используют для разрушения плужной подошвы вспаханного поля, измельчения стерни зерновых высотой до 25 см, а после уборки пропашных культур обрабатывают с предварительным дискованием почвы в один-два следа

Чизелевание эффективно на поливных землях, так как почва здесь отличается уплотнением подпахотным горизонтом, поэтому корневая система в основном формируется в пахотном горизонте, что снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Чизелевание почв на глубину 40…45 см уменьшает плотность, увеличивает порозность и воздухоемкость, что улучшает биогенность и питательность режима подпахотного горизонта. При подготовке чизельных плугов к работе проверяют крепление рыхлящих рабочих органов, смазку подшипников колес, крепление верхней растяжки плуга. Давление в обеих шинах опорных колес устанавливают 0,25 МПа. При размещении плугов на регулировочной площадке лезвия рыхлительных лап должны касаться опорной поверхности. При монтаже на плуге стрельчатых лап между концами крыльев лап и опорной поверхностью допускается зазор 5…10 мм. Глубину обработки плугов устанавливают, используя винтовой механизм.

Обзор технических средств для основной безотвальной обработки почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [3-15].

Литература

1. Технология безотвальной обработки почвы. – URL: https://umz-group.ru/about (дата обращения: 30.03.2026).
2. Обзор конструкции машин для безотвальной обработки почвы. – URL: https://studfile.net/preview/19846155/page:3/ (дата обращения: 30.03.2026).
3. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.
4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
5. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
7. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
8. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
9. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
10. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
11. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
12. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
13. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
14. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
15. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.

УДК 531.8

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ПОПЕРЕЧНОГО КРЕНА АВТОМОБИЛЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ В ПОВОРОТЕ

Зыкин Д. С. – обучающийся 1 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье приведен расчет деформации упругих элементов подвески автомобиля во время движения в повороте, под действием силы инерции, рассчитан итоговый крен кузова.

Ключевые слова: теоретическая механика, статика, плоская система сил, определение реакций связей

При движении во время поворота на автомобиль действует поперечная сила инерции, которая создает опрокидывающий момент. При этом нагрузка в опорных колесах перераспределяется: колесо, движущееся по внутреннему радиусу поворота, разгружается; колесо, движущееся по наружному радиусу поворота, догружаются [1-5]. Упругие элементы подвески колес под действием этих нагрузок деформируются. В результате происходит поперечный крен кузова. Рассчитаем величину крена кузова при повороте для автомобиля Лада Самара.

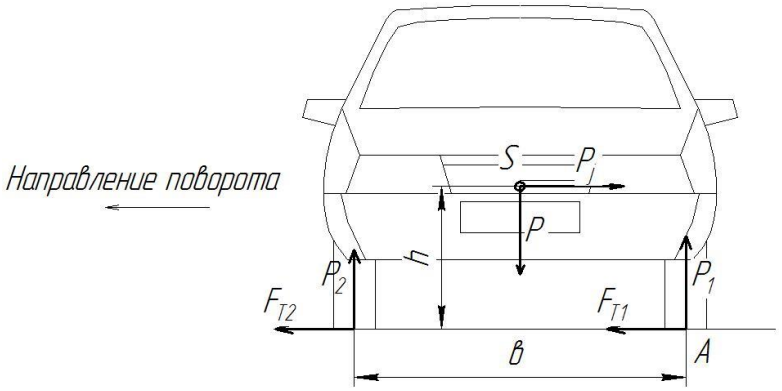


Рисунок 1 – Расчетная схема для определения реакций связей

В начале рассчитаем нормальные реакции на колеса при прямолинейном равномерном движении полностью загруженного автомобиля (P = 14100 Н). Вес автомобиля P в этом случае равномерно распределяется по всем опорным колесам (развесовка автомобиля между передней и задней осями при полной нагрузке составляет 50:50%). Такое состояние автомобиля в дальнейшем будем называть нейтральным. Найдем нагрузку, приходящуюся на одно колесо:

$$P_0 = P / 4 = 3525 \text{ Н}. \quad (1)$$

Во время поворота на автомобиль действуют следующие силы (рисунок 1): поперечная сила инерции P_j, приложенная к центру масс S автомобиля, суммарные нормальные реакции в точках соприкосновения колес каждой стороны автомобиля с опорной поверхностью P_1 и P_2, сила сцепления колес с опорной поверхностью $F_т = F_{т1}+F_{т2}$, сила тяжести автомобиля P. Также на схеме обозначено: в – колея колес, в = 1,4 м; h – высота центра тяжести от опорной поверхности, h = 0,58 м.

Силу инерции автомобиля найдем исходя из максимально возможной силы сцепления колес в боковом направлении:

$$P_j = F_т = P \cdot \varphi, \quad (2)$$

где φ - коэффициент сцепления колес с опорной поверхностью,
для пары резина-асфальт φ = 0,7,

$$P_j = 14100 \cdot 0,7 = 9870 \text{ Н}.$$

Для определения неизвестных сил составим уравнения равновесия:

$\Sigma F_{xi} = 0$, (3) $P_j - F_т = 0$, (4)

$\Sigma F_{yi} = 0$, (5) $P_1 + P_2 – P = 0$, (6)

$\Sigma M_A = 0$, (7) $P \cdot в/2 - P_2 \cdot в – P_j \cdot h = 0$. (8)

Решая уравнения (6), (8) находим: P_2 = 2961 Н, P_1= 11139 Н.Вычислим нагрузку в расчете на одно колесо. Для колес находящихся на наружном радиусе поворота:

$$P_{1к} = P_1/2 = 5569 \text{ Н}. \quad (9)$$

Для колес находящихся на внутреннем радиусе поворота:

$$P_{2к} = P_2/2 = 1480 \text{ Н}. \quad (10)$$

Находим изменение нагрузки в расчете на одно колесо в случае поворота автомобиля по сравнению с нейтральным состоянием:

$\Delta P_1 = P_{1к} - P_0$, (11) $\Delta P_2 = P_{2к} – P_0$, (12)

ΔP_1 =2044 Н, ΔP_2 =- 2044 Н.

Определим, к какой деформации упругих элементов приведет такое изменение нагрузки на колесах. В качестве примера рассмотрим переднюю подвеску.

Передняя подвеска автомобиля типа Мак-Ферсон, состоит из амортизаторной стойки, поперечного рычага (рисунок 2). Переднее колесо автомобиля крепиться к стойке 1, стойка в верхней части шарнирно крепиться к кузову, в нижней части через сферический шарнир крепиться к поперечному рычагу 2, который, далее, также крепится шарнирно к кузову. При работе подвески стойка изменяет свою длину, совершает поперечные угловые колебания относительно своей верхней опоры, траектория движения нижней опоры стойки задается с помощью поперечного рычага [5-7].

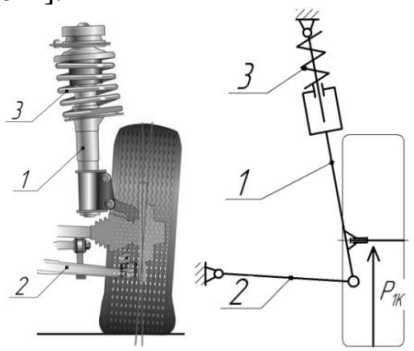


Рисунок 2 – Расчетная схема для определения деформации

При такой кинематике подвески, достаточно трудно связать аналитически нагрузку на колесо и деформацию упругого элемента. Для упрощения расчета примем, что колесо перемещается только в вертикальном направлении, упругий элемент расположен вертикально,нагрузка на упругий элемент равна нормальной нагрузке на колесо $P_{1к}$ (или $P_{2к}$), величина перемещения колеса равна величине деформации упругого элемента.На упругом элементе будет такое же изменение нагрузки как и на колесе, т.е. ΔP_1(или ΔP_2) [8-17].

Рассчитаем деформацию упругого элемента наружного колеса:

$$\Delta_1 = \Delta P_1/к, \text{ мм} \quad (13)$$

где к – коэффициент жесткости пружины передней подвески, к = 19 Н/мм,

Δ_1 = 2044/19 = 106 мм.

Рассчитаем деформацию упругого элемента внутреннего колеса:

$$\Delta_2 = \Delta P_2/к, \text{ мм} \quad (14)$$

Δ_2 = - 2044/19 = - 106 мм.

Знак минус означает, что упругий элемент увеличивает длину.

Найдем поперечный крен кузова:

$$\gamma = \text{arctg}((\Delta_1 - \Delta_2) / в), \quad (20)$$

$$\gamma = \text{arctg}((106 + 106) / 1400) = 8{,}6°.$$

При расчете задней подвески должна получиться такая же величина крена.

Таким образом, при повороте автомобиля стойка колеса, движущегося по наружному радиусу поворота сожмется, а стойка колеса, движущегося по внутреннему радиусу - разожмется.

Литература

1. Гребнев, А. В. Расчет величины крена автомобиля / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 90-96. – EDN WZAWWD.

2. Гребнев, А. В. Определение углов пространственной ориентации мобильного робота / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 105-108. – EDN ERBJOS.

3. Гребнев, А. В. Интенсификация обработки резанием труднообрабатываемых материалов / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы X Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, посвященный 65-летию со дня образования инженерного факультета Вятской ГСХА, Киров, 07 февраля 2017 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – Вып. 18. – С. 113-116. – EDN YMGANM.

4. Гребнев, А. В. Расчет реактивного усилия на рулевом колесе автомобиля / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 96-98. – EDN WZAWPP.

5. Гребнев, А. В. Особенности применения пид-регулятора для уравновешивания нестабильной механической системы / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 98-100. – EDN AHUZZE.

6. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.

7. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.

8. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.

9. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С.18-25. – EDN UWUHQY.

10. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.

11. Kozlov, A. N. Influence of ethanol on the combustion process and soot formation in the diesel cylinder / A. N. Kozlov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // Journal of Physics: Conference Series : International Scientific Conference "Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering - APITECH-2019", Krasnoyarsk, 25–27 сентября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations;

Polytechnical Institute of Siberian Federal University. Vol. 1399. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 55051. – DOI 10.1088/1742-6596/1399/5/055051. – EDN NYRTZE.

12. Chuvashev, A. N. Influence of alcohol-fuel emulsions on effective indicators of the diesel depending on change of a corner of injection of fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12184. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012184. – EDN WCSUVY.

13. Chuvashev, A. N. Analysis of the use of methanol with a pilot portion diesel fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62089. – DOI 10.1088/1757-899X/862/6/062089. – EDN AQLMHW.

14. Chuprakov, A. I. The formation of soot in the cylinder of a diesel engine when operating on methanol-containing motor fuel / A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62087. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062087. – EDN DGUUSB.

15. Kopchikov, V. N. Reduced emission of nitrogen oxides by the diesel engine running on methanol and methyl ether of rapeseed oil / V. N. Kopchikov, A. V. Fominykh // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42028. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/4/042028. – EDN EFXOPH.

16. Фоминых, А. В. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизелях с использованием ДСТ / А. В. Фоминых // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 01–30 апреля 2014 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – С. 216-218. – EDN YHKCVF.

17. Fominykh, A. V. Influence of crankshaft speed on biofuel combustion in a diesel engine / A. V. Fominykh, V. N. Kopchikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62065. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062065. – EDN HOXPRI.

УДК 631.361:633.1

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПНЕВМОСИСТЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

Зыков Е. Р. – студент 1 курса магистратуры университета инженерии и агробиотехнологий ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье проведен анализ конструктивных особенностей пневматических систем зерноочистительных машин, функционирующих по принципу замкнутого цикла воздушного потока. Рассмотрены отличия рециркуляционных схем от традиционных систем аспирации открытого типа. Основное внимание уделено проблемам герметизации контура, регулирования влажности циркулирующего воздуха, организации узла выгрузки пыли через шлюзовые затворы и обеспечения взрывобезопасности. Обоснована необходимость внедрения автоматизированных систем контроля давления и температуры для предотвращения конденсациии влаги. Выявлено, что несмотря на усложнение конструкции, замкнутый цикл позволяет значительно снизить энергопотребление на отопление помещений и исключить выбросы пыли в атмосферу. Результаты работы могут быть использованы при модернизации зерноочистительного оборудования и разработке новых технологических линий.

Ключевые слова: зерноочистительная машина, замкнутый пневмоцикл, аспирация, рециркуляция воздуха, шлюзовой затвор, взрывобезопасность, энергоэффективность

Зерноочистительные машины являются неотъемлемой частью технологической линии послеуборочной обработки урожая. Традиционные пневматические системы таких машин работают по разному циклу: воздух забирается из помещения, участвует в сепарации зерна, очищается в циклонах и выбрасывается наружу

Однако реализация данной схемы требует решения специфических инженерных задач, связанных с накоплением влаги, ростом концентрации пыли и обеспечением герметичности подвижных соединений. Цель данной статьи - проанализировать конструктивные особенности пневмосистем замкнутого типа и оценить их влияние на эксплуатационные характеристики зерноочистительных машин.

1. Ключевые конструктивные особенности

1.1. Герметизациия корпуса и воздуховодов

В системах открытого типа незначительные подсосы воздуха через неплотности корпуса компенсируются производительностью вентилятора. В замкнутом цикле утечки приводят к потере рабочего давления и нарушению баланса масс воздуха.

Конструктивное решение: Применение сварных воздуховодов вместо фланцевых соединений. Уплотнение съёмных панелей и люков двойными резиновыми профилями. Использование быстросъёмных зажимов с равномерным усилием прижима.

1.2. Управление влажностью и температурой

При циркуляции воздуха внутри контура влага, испаряемая из зерна, накапливается в газовой среде. Это приводит к повышению точки росы и риску конденсации влаги на стенках воздуховодов в фильтрованных тканях.

Конструктивное решение: Установка датчиков влажности и температуры в обратном трубопроводе. При достижении критических значений система автоматики приоткрывает клапан подмешивания свежего воздуха и сброса части влажного потока. Обязательная термоизоляция воздуховодов, проходящих через неотапливаемые зоны.

1.3. Шлюзовые затворы (Air Locks)

Удаление уловленной пыли из замкнутого объёма невозможно через самотечные трубы, так как это вызовет потерю герметичности

Конструктивное решение: Использование роторных шлюзовых затворов с прецизионной обработки корпуса и лопастей. Зазоры не должны превышать 0,1-0,15 мм. Для повышения надёжости применяются схемы с двумя последовательно установленными затворами, работающими в противофазе. Привод затворов должен быть регулируемым для синхронизации с интенсивностью загрязнения.

1.4. Взрывобезопасность

Замкнутый контур характеризуется высокой концентрацией зерновой пыли, что создаёт повышенную взрывоопасность

Конструктивное решение: Установка взрыворазрядных клапанов на фильтрах и циклонах. Использование антистатических фильтровальных материалов. Заземление всех металических частей контура. Вентиляторы и электродвигатели должны иметь взрывозащищённое исполнение (маркировка Ex).

2. Преимущества и ограничения внедрения

Преимущества:

Энергосбережение: Снижение затрат на отопление производительных помещений в холодный период года за счёт отсутствия выброса теплого воздуха

Экологичность: Исключение выбросов пвли в атмосферу цеха и окружающую среду.

Стабильность: Независимость режима сепарации от внешних погодных условий (ветер, перепады атмосферного давления).

Ограничения:

Усложнение конструкции: Необходимость установки дополнительных датчиков, клапанов и шлюзовых устройств.

Риск конденсации: Требуется постоянный мониторинг влажности воздуха.

Стоимость: Увеличение капитальных затрат на изготовление машины на 20-30% по сравнению с открытыми аналогами.

Заключение

Пневмосистемы зерноочистительных машин с замкнутым циклом воздушного потока представляют собой технологически совершенное решение, отвечающее современным требованиям энергосбережения и экологии. Конструктивные особенности, такие как усиленная герметизация, многоступенчатая фильтрация и специализированные узлы выгрузки пыли, позволяют эффективно решать задачи сепарации в изолированном контуре. Однако успешная эксплуатация таких систем требует внедрения автоматизированных средств контроля термовлажностных параметров и строгого соблюдения правил взрывобезопасности. Дальнейшее развитие направления связано с применением композитных материалов для снижения веса контура и внедрением адаптивных систем управления потоком.

Литература

1. Саитов, В. Е. Разработка и исследование воздушно-решетной машины первичной очистки зерна / В. Е. Саитов, Р. Г. Гатауллин, А. В. Саитов. – Москва : Издательский Дом "Академия Естествознания", 2022. – 182 с.

2. Зерноочистительная машина.– URL: https://www.tanisseed.com/ru/домашняя-страница/?etext=2202.hOENi92cVvyfzei57zsDlyMvij9XLPEesmP3aOsyg2WEF0dqM279J6YOgpQdqWlAXLqnOKtPFMYOKqpz1yidmmR6Y3hkc2hoYmJicHp2a2Q.df63b5e293df31411fefcfd874156bb310d5ae31&yclid=18023608027762393087 (дата обращения: 26.03.2026).

3. Сепаратор с замкнутым циклом воздушного потока. – URL: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0000194858_20200217_U9_RU/?ysclid=mnc0mxh9hb425612728 (дата обращения: 26.03.2026).

УДК 631.361:633.1

АНАЛИЗ НЕДОСТАТКОВ ПНЕВМОИНЕРЦИОННЫХ СЕПАРАТОРОВ ЗЕРНА С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.

Зыков Е. Р. – студент 1 курса магистратуры университета инженерии и агробиотехнологий ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются конструктивные особенности и принципы работы пневмоинерционных сепараторов зерна с замкнутым циклом воздушного потока. Проведен детальный анализ основных эксплуатационных недостатков данных машин, связанных с загрязнением воздушной среды внутри контура, аэродинамическим сопротивлением и стабильностью сепарации. Предложены технические и технологические решения для модернизации оборудования с целью повышения его эффективности и экологичности.

Ключевые слова: пневмоинерционный сепаратор, энергоэффективность, селективность сепарации, замкнутый цикл, износостойкость, автоматизация, экологическая безопасность

Пневмоинерционные сепараторы широко применяются в различных отраслях промышленности для разделения сыпучих материалов по плотности, крупности и аэродинамическим свойствам. Несмотря на ряд преимуществ - простоту конструкции, высокую производительность и относительно невысокую стоимость - данные устройства обладают существенными недостатками, ограничивающими их эффективность и область применения. Анализ этих недостатков и разработка путей их устранения являются актуальной научно-технической задачей, особенно в контексте создания сепараторов нового поколения с повышенными эксплуатационными характеристиками.

1. Основные недостатки пневмоинерционных сепараторов:

1.1 Низкая селективность разделения зерна.

Сепарация материалов со схожими аэродинамическими свойствами часто сопровождается перекрёстным загрязнением продуктов разделения. Это обусловлено:

-неравномерностью распределения воздушного потока по сечению рабочей камеры;

-турбулизацией потока в зоне загрузки материала;

-отсутствием точного контроля параметров воздушной среды.

1.2 Интенсивный износ рабочих органов. Абразивное воздействие перерабатываемого материала приводит к ускоренному износу стенок сепарационной камеры, направляющих элементов и питающих устройств. Особенно интенсивному износу подвергаются зоны, расположенные в непосредственной близости от точки загрузки материала и в местах изменения направления воздушного потока.

1.3 Нестабильность работы при изменении свойств исходного материала. Изменения влажности, гранулометрического состава или плотности перерабатываемого материала требует корректировки режимных параметров сепарации. Традиционные конструкции сепараторов не всегда обеспечивают возможность оперативной настройки, что приводит к снижению качества разделения.

1.4 Высокий уровень шума и вибрации. Работа вентиляторных установок и движение воздушных потоков большой скорости сопровождаются значительным шумом, прерывающим допустимые санитарные нормы. Это требует дополнительных затрат на звукоизоляцию и создание комфортных условий труда.

2. Пути решения выявленных недостатков:

2.1. Переход на замкнутый цикл воздушного потока

Применения замкнутого цикла циркуляции воздуха позволяет:

-снизить энергопотребление на 30-40% за счёт исключения необходимости постоянной подачи свежего воздуха;

-минимизировать выбросы пыли в атмосферу;

-обеспечить стабильные параметры воздушной среды в рабочей зоны сепарации;

-уменьшить зависимость процесса от внешних климатических условий

2.2 Оптимизация конструкции рабочих органов

Современные методы компьютерного моделирования (CFD-анализ) позволяют спроектировать сепрационые камеры с минимальными потерями давления и оптимальным распределением воздушного потока. Использование направляющих лопаток, диффузоров и профилированных сопел способствуют снижению турбулентности и повышению качества разделения [1].

2.3 Применение износостойких материалов и покрытий. Для повышения долговечности сепараторов целесообразно:

-использовать композитные материалы на основе полимеров с абразивной стойкостью;

-наносить защитные покрытия (керамические, карбидные) на наиболее подверженные износу поверхности;

-применять модульную конструкцию изнашиваемых элементов для упрощения замены

2.4 Внедрение систем автоматического управления

Использование современных средств автоматизации позволяет:

-осуществлять непрерывный мониторинг параметров процесса(скорость воздуха, давление, температура);

-автоматически корректировать режим работы в зависимости от свойств исходного материала;

-оптимизировать энергопотребление в реальном времени;

-обеспечивать стабильное качество продукции при минимальном участии оператора;

2.5 Комплексная очистка и рекуперация воздушного потока.

В сепараторах с замкнутым циклом применение многоступенчатых систем очистки воздуха (циклон + фильтр тонкой очистки) обеспечивает:

-высокую степень улавливания пыли (до 99,9%)

-возможность возврата очищенного воздуха в рабочий цикл

-снижение эксплуатационных затрат на замену фильтрующих элементов

2.6 Шумо- и виброизоляция оборудования

Применение звукопоглощающих материалов, виброизолирующих опор и кожухов позволяет снизить уровень шума до допустимых значений (не более 80 дБА на рабочем месте оператора).

Вывод: Проведённый анализ показал, что основным недостатком традиционных пневмоинерционных сепараторов являются высокое энергопотребление, низкая селективность разделения, интенсивный износ оборудования и проблемы экологической безопасности. Наиболее перспективным направлением совершенствования конструкций является переход на замкнутый цикл воздушного потока в сочетании с применением современных методов проектирования, износостойких материалов и систем автоматического управления. Реализация предложенных решений позволит создать пневмоинерционные сепараторы нового поколения с повышенной энергоэффективностью, надёжностью и экологической безопасностью, что будет способствовать расширению области их применения в различных отраслях промышленности.

Литература

1. Саитов, В. Е. Исследование процессов в рабочих органах сепараторов зерна : монография / В. Е. Саитов, В. Г. Фарафонов, А. Н. Суворов. – Saarbruchen : Изд-во «LAP LAMBERT», 2012. – 190 с.

УДК 621.5

АБСОРБЦИОННЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ: ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Иванов П. С. – студент 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья содержит обзор абсорбционных холодильных машин
Ключевые слова: АХМ, абсорбент, промышленность

Абсорбционные холодильные машины (АХМ) — это устройства, которые используют процесс абсорбции для охлаждения воздуха или других сред. Они работают на основе химических реакций и отличаются от традиционных компрессорных холодильников и кондиционеров.

Принципы функционирования. В основе работы абсорбционных холодильных машин лежит взаимодействие двух основных компонентов: абсорбента и хладагента. Абсорбент представляет собой вещество, обладающее способностью поглощать другой компонент, в данном случае хладагент. Процесс работы АХМ можно представить следующим образом:

1. В генераторе происходит испарение хладагента, сопровождающееся поглощением тепла из окружающей среды [1-5].

2. Пары хладагента поступают в абсорбер, где они взаимодействуют с абсорбентом, образуя насыщенный раствор.

3. Раствор абсорбента с хладагентом поступает в испаритель, где при пониженном давлении хладагент высвобождается из абсорбента и испаряется, поглощая тепло из охлаждаемой среды и обеспечивая её охлаждение.

4. Пары хладагента из испарителя возвращаются в генератор, где они конденсируются, и цикл повторяется.

Области применения. Широкое применение абсорбционных холодильных машин обусловлено их высокой надёжностью, простотой конструкции и возможностью использования различных источников энергии [6-15]. Основные области их применения включают:

• Системы кондиционирования воздуха в зданиях и помещениях, требующих поддержания определённого температурного режима.

• Пищевая промышленность, где АХМ используются для охлаждения и хранения продуктов питания.

• Фармацевтическая и химическая промышленность, где точное регулирование температуры является критически важным для обеспечения стабильности технологических процессов.

• Системы централизованного холодоснабжения крупных объектов, таких как торговые центры, склады и производственные комплексы.

• Промышленные процессы, где требуется поддержание заданного температурного режима для обеспечения оптимальных условий работы оборудования.

Преимущества и недостатки. Абсорбционные холодильные машины обладают рядом преимуществ, среди которых:

• Прочная и надёжная конструкция, минимизирующая необходимость в техническом обслуживании.

• Возможность эксплуатации на различных видах топлива и альтернативных источниках энергии , что делает их универсальными в применении.

• Низкий уровень акустического шума, обеспечивающий комфортные условия эксплуатации.

• Длительный срок службы, обусловленный устойчивостью к износу и коррозии.

Однако, несмотря на значительные преимущества, абсорбционные холодильные машины также имеют определённые недостатки:

• Менее высокая энергетическая эффективность по сравнению с компрессионными холодильниками, что может быть критично в условиях высоких энергозатрат.

• Регулярное обслуживание и контроль за состоянием абсорбента для поддержания оптимальной работы системы.

• Ограниченная возможность точной регулировки температуры в некоторых режимах эксплуатации, что может ограничивать их применение в определённых условиях.

Заключение. Абсорбционные холодильные машины представляют собой высокоэффективное решение для задач охлаждения, обеспечивая надёжное и стабильное функционирование в различных отраслях промышленности и быта. Их уникальные свойства, простота конструкции и универсальность применения делают их незаменимыми в условиях, где требуется энергоэффективность.

Литература

1. Википедия свободная энциклопедия – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Абсорбционная_холодильная_машина (дата обращения: 30.03.2026).
2. Дзино, А. А. Абсорбционные холодильные машины : учебно-методическое пособие / А. А. Дзино, О. С. Малинина. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2016. – 39 с.
3. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
4. Лиханов, В. А. Исследование сажевыделения в тракторном дизеле, работающем на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 4. – С. 375-385. – EDN SDIADK.
5. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 3. – С. 424-443. – EDN JKSIXY.
6. Лиханов, В. А. Исследование токсичности отработавших газов дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 9. – С. 30-34. – EDN XEJMTH.
7. Лиханов, В. А. Исследование дизеля на спиртовом и газомоторном топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – 175 с. – ISBN 978-5-6045024-1-9. – EDN GCPSZS.
8. Mahmud S., Haider A.S.M.R., Shahriar S.T., Salehin S., Hasan A.S.M.M., Johansson M.T. Bioethanol and biodiesel blended fuels - feasibility analysis of biofuel feedstocks in Bangladesh // Energy Reports. 2022. Т. 8. С. 1741-1756.
9. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 4(40). – С. 21-25. – EDN SILVTR.
10. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 16-4. – С. 170-173. – EDN QIPLVD.
11. Лиханов, В. А. Сгорание, тепловыделение и образование оксидов азота в дизеле, работающем на альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – 173 с. – ISBN 978-5-6045024-5-7. – EDN TBGZKI.
12. Лиханов, В. А. Исследование скоростного режима дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – № 1 (61). – С. 12. – EDN XEQEDT.

13. Лиханов, В. А. Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения оксидов азота в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 408 с. – EDN YPVGZN.
14. Лиханов, В. А. Использование природного газа, спиртов и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – 395 с. – EDN XOYWAX.
15. Kolodnytska R., Kravchenko O., Gerlici J., Kravchenko K. The effects of biodiesel on nox emissions for automotive transport // Komunikacie. – 2022. – Т. 24, № 1. – С. B59-B66.

ТЕПЛООБМЕННИКИ С РУБАШЕЧНЫМ ТИПОМ: ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ, ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Иванов П. С. – студент 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Теплообменники с рубашечным типом представляют собой специализированные устройства, предназначенные для эффективного переноса тепловой энергии между двумя различными средами, которые могут быть разделены теплообменной стенкой.

Ключевые слова: теплообменник, промышленность

Введение

Теплообменные аппараты широко применяются в различных отраслях промышленности, включая химическую, нефтехимическую, пищевую, фармацевтическую и другие. Их уникальные конструктивные особенности и функциональные возможности делают их незаменимыми в системах, требующих точного контроля температуры и эффективного теплообмена [1-4].

Особенности конструкции и принцип работы

Основным элементом конструкции теплообменников с рубашечным типом является рубашка, которая окружает основной корпус устройства. Рубашка может быть изготовлена из различных материалов, таких как нержавеющая сталь, латунь, титан и другие сплавы, что позволяет выбирать оптимальные параметры в зависимости от условий эксплуатации. Внутри рубашки циркулирует теплоноситель, который передает тепло основному корпусу теплообменника или, наоборот, отводит его.

Принцип работы таких теплообменников основан на передаче тепла через стенку, разделяющую теплоноситель в рубашке и рабочую среду в корпусе. Это обеспечивает равномерное распределение тепла по всей поверхности теплообмена, что способствует высокой эффективности теплопередачи. Для подачи и отвода теплоносителя рубашка оснащена патрубками, клапанами и другими элементами, которые обеспечивают гибкость и возможность адаптации под различные технологические процессы.

Области применения

Теплообменники с рубашечным типом находят широкое применение в различных технологических процессах. Их используют для: нагрева или охлаждения жидкостей и газов в системах отопления, кондиционирования воздуха и холодильных установках;

• пастеризации и стерилизации продуктов в пищевой промышленности;

• конденсации паров в процессах химической и нефтехимической переработки;

• выпаривания растворов в фармацевтической и химической отраслях;

• поддержания заданных температурных режимов в технологических процессах, требующих высокой точности контроля температуры.

Эти устройства также применяются в системах централизованного теплоснабжения, в установках для обработки воды, в технологических линиях для производства полимеров и в других высокотехнологичных процессах.

Преимущества и функциональные характеристики

Основные преимущества теплообменников с рубашечным типом включают:

• Равномерность теплопередачи: благодаря конструкции рубашки и теплообменной стенки обеспечивается равномерное распределение тепла по всей поверхности устройства, что повышает эффективность теплообмена.

• Гибкость в выборе материалов: возможность использования различных материалов для изготовления рубашки позволяет адаптировать теплообменники под специфические условия эксплуатации, включая агрессивные среды и высокие температуры.

• Высокая технологичность: устройства могут быть спроектированы и настроены в соответствии с индивидуальными требованиями процесса, что обеспечивает их универсальность и многофункциональность.

• Энергоэффективность [5-10]: эффективная передача тепла позволяет снизить энергозатраты на нагрев или охлаждение, что делает эти теплообменники экономически выгодными.

• Долговечность и надежность: высококачественные материалы и продуманная конструкция обеспечивают длительный срок службы и надежность работы в различных условиях эксплуатации.

Заключение

Теплообменники с рубашечным типом являются высокотехнологичными и универсальными устройствами, которые находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Их конструкция, основанная на принципах равномерного теплообмена и использования различных материалов, обеспечивает высокую эффективность и надежность работы. Благодаря своим уникальным характеристикам, эти аппараты являются неотъемлемым элементом современных технологических процессов, требующих точного контроля температуры и высокого уровня энергоэффективности.

Литература

1. Нефтегазовоеоборудование РФ. Информационный портал про нефтегазовое оборудование – URL: https://нефтегазовоеоборудование.рф/teploobmenniki-s-rubashkoj / Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева – URL: https://www.muctr.ru/upload/iblock/96d/Lektsiya16.pdf? (дата обращения: 30/03/2026).

2. Likhanov, V. A. Investigation of the portion size of rapeseed oil for ethanol ignition in a diesel engine / V. A. Likhanov, A. N. Kozlov, M. I. Araslanov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62053. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062053. – EDN FAASYL.

3. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности // Строительные и дорожные машины / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – 2016.– № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.

4. Лиханов, В. А. Исследование сажевыделения в тракторном дизеле, работающем на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 4. – С. 375-385. – EDN SDIADK.

5. Longanesi L., Pereira A.P., Chuck C.J., Johnston N. Oxidative stability of biodiesel: recent insights // Biofuels, Bioproducts and Biorefining. – 2022. – Т. 16, № 1. – С. 265-289.

6. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 3. – С. 424-443. – EDN JKSIXY.

7. Лиханов, В. А. Исследование токсичности отработавших газов дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 9. – С. 30-34. – EDN XEJMTH.

8. Лиханов, В. А. Исследование дизеля на спиртовом и газомоторном топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – 175 с. – ISBN 978-5-6045024-1-9. – EDN GCPSZS.

9. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 4 (40). – С. 21-25. – EDN SILVTR.

10. Bitire S.O., Jen T. Performance and emission analysis of a ci engine fueled with parsley biodiesel–diesel blend // Materials for Renewable and Sustainable Energy. – 2022. – Т. 11, № 2. – С. 143-153.

УДК 631.3:005.934.4

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ШАРНИРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВТУЛОК И НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРОВ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОГО ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ

Ившин Н. К. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В представленной статье исследуется возможность применения технологии лазерного термоупрочнения и сравнение ее с другими методами повышения прочностных и эксплуатационных характеристик втулок шарнирных соединений.

Ключевые слова: лазерное термоупрочнение, повышение износостойкости, обработка поверхности, сталь

Эксплуатация машинно-тракторного парка в сельскохозяйственном производстве сопряжена с интенсивными нагрузками на ключевые узлы и детали, среди которых особую роль играют шарнирные соединения и втулки навесного оборудования. Эти элементы обеспечивают подвижность и передачу усилий в рабочих органах техники (плугах, культиваторах, сеялках, прицепах и т.д.).

В процессе длительной эксплуатации сельскохозяйственной техники шарнирные соединения и втулки навесного оборудования подвергаются комплексному воздействию разнообразных негативных факторов. К числу наиболее значимых относятся: ударные нагрузки при встрече рабочих органов с препятствиями, интенсивный абразивный износ из за попадания частиц почвы и пыли в зону трения, коррозионно-механическое воздействие под влиянием атмосферных осадков и химически активных веществ (удобрений, пестицидов), знакопеременные нагрузки при циклической работе механизмов, а также локальные повышенные температуры в зонах трения.

Подобные изменения негативно влияют на общую работоспособность техники, снижают качество выполнения технологических операций и в конечном итоге отражаются на итоговых агрономических результатах - например, на равномерности обработки почвы или точности посева.

Шарнирные соединения и втулки широко применяются в навесном оборудовании тракторов – они обеспечивают подвижность и передачу усилий в следующих агрегатах:

Статистические данные показывают, что износ шарнирных соединений и втулок - одна из ведущих причин внеплановых простоев сельскохозяйственной техники. Частые замены деталей и внеплановые ремонты приводят к значительным экономическим потерям: увеличиваются затраты на запасные части, растёт время простоя машин в сезон полевых работ, снижается общая производительность агрохозяйства [1,2].

Традиционные методы упрочнения поверхностей (ТВЧ закалка, цементация, наплавка) имеют ряд существенных ограничений:

- вызывают значительные термические деформации деталей;
- требуют последующей механической обработки;
- не всегда обеспечивают достаточную глубину и равномерность упрочнённого слоя;
- могут ухудшать усталостную прочность материала из-за остаточных напряжений;
- энергозатратны и неэкологичны.

В этих условиях перспективным решением становится лазерное термоупрочнение - современная технология поверхностной обработки, позволяющая:

- формировать высокотвёрдый износостойкий слой без существенного прогрева основного металла;
- обеспечивать локальность воздействия (только на рабочие поверхности);
- достигать высоких скоростей нагрева и охлаждения, что способствует образованию мартенситных структур с повышенной износостойкостью;
- обрабатывать детали сложной формы без деформаций;

- интегрировать процесс в автоматизированные производственные линии.

Лазерное термоупрочнение - это процесс обработки материалов с использованием лазерного излучения для изменения их физических и механических свойств, таких как твердость, износостойкость и коррозионная стойкость. Этот метод относится к группе термических процессов, при которых поверхность материала подвергается высокотемпературному воздействию с последующим охлаждением, что позволяет значительно улучшить его эксплуатационные характеристики [3].

Основные этапы процесса лазерного термоупрочнения:

Поглощение лазерного излучения. Лазерный луч, направленный на поверхность материала, поглощается в верхнем слое и преобразуется в тепло. Интенсивность и длительность воздействия лазера определяют глубину проникновения тепла в материал.

Нагревание. В результате поглощения лазерного излучения поверхность материала нагревается до высоких температур (часто до температуры плавления или даже выше), что вызывает изменения в микроструктуре материала, такие как фазовые превращения, нагартовка (упрочнение за счет механических напряжений) и образование новых твердых фаз.

Быстрое охлаждение. После прекращения воздействия лазера происходит быстрое охлаждение нагретого слоя материала. Охлаждение может быть естественным (за счет контакта с окружающим воздухом) или с использованием активных методов, таких как обдув газом или использование охлаждающих жидкостей. Это быстрое охлаждение способствует образованию высокопрочных микроструктур, таких как мартенсит или другие твердые фазы. Быстрое охлаждение приводит к образованию более твердых и износостойких поверхностных слоев. Эти изменения зависят от типа материала, его химического состава и параметров лазерного излучения (мощности, продолжительности и плотности потока энергии). Результаты убедительно демонстрируют, что применение лазерных источников нагрева обусловливает реализацию жёсткого термического цикла, характеризующегося экстремально высокими скоростями нагрева и охлаждения.

Данный режим обработки способствует формированию мелкодисперсных структурных составляющих и обеспечивает достижение максимально возможных значений твёрдости поверхностного слоя. Совокупность этих факторов выступает ключевым условием для существенного повышения износостойкости рабочих поверхностей деталей, эксплуатируемых в условиях интенсивных механических нагрузок и агрессивных внешних воздействий.

Литература

1. Лялякин, В. П. Об инновационных ресурсосберегающих центрах восстановления и упрочнения деталей / В. П. Лялякин, С. А. Горячев // Техник и оборудование для села. – 2011. – № 10. – С. 14-16.

2. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Междуднойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

3. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

УДК 631.3:005.934.4

ПРЕИМУЩЕСТВА ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ПУТЕМ ЛАЗЕРНОГО ТЕРМОУПРОНЕНИЯ

Ившин Н. К. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В представленной статье исследуется возможность применения технологии лазерного термоупрочнения и сравнение ее с другими методами повышения прочностных и эксплуатационных характеристик. За основу взята низколегированная высокоуглеродистая сталь 65Г. Было выявлено, что для достижения максимальной эффективности в процессе работы деталей необходимо обеспечить равномерное распределение износа по всей поверхности, что позволит сохранить исходную форму и тем самым увеличить срок службы рабочего органа. Изучены доступные на данный момент способы термического упрочнения и проведен их сравнительный анализ. Авторами статьи был проведен эксперимент, в ходе которого образцы из стали 65Г закалили двумя различными способами - объемным нагревом в печи с охлаждением в воде и масле с последующим среднетемпературным отпуском и нагревом поверхности при помощи лазерного излучения с тремя разными траекториями движения лазерного луча, так же была проведена лазерная закалка различных сталей. Проведен сравнительный анализ полученных результатов.

Ключевые слова: лазерное термоупрочнение, повышение износостойкости, обработка поверхности, сталь

Научно-технический прогресс развивается благодаря появлению новых технических решений. При этом ключевое значение приобретают задачи, связанные с повышением надёжности и срока службы механизмов, а также с рациональным расходованием материалов и энергоресурсов. Одним из важнейших способов решения этих задач является эффективная защита поверхностей деталей от износа.

Современное сельскохозяйственное производство предъявляет всё более жёсткие требования к надёжности и производительности техники. В условиях интенсификации аграрного сектора, роста площадей обрабатываемых земель и необходимости сокращения сроков выполнения полевых работ машины и оборудование подвергаются экстремальным нагрузкам. Сельхозтехника эксплуатируется в агрессивных средах: при высоких динамических нагрузках, воздействии абразивных частиц почвы, влаги, перепадов температур и химически активных веществ (удобрений, пестицидов). Это приводит к ускоренному износу рабочих органов и ключевых узлов машин, что влечёт за собой:

рост эксплуатационных затрат;

увеличение простоев техники;

снижение производительности труда;

преждевременный выход оборудования из строя.

Поэтому в последнее время актуальным является вопрос увеличения срока службы рабочих органов сельскохозяйственных машин. При этом рассмотрением и изучением данного вопроса занимались многие известные ученые, такие как С.А. Соловьев, В.П. Лялякин, С.А. Сидоров, А.Т. Канаев, Н.Н. Кравченко, М.Н. Ерохин, П.А. Тополянский, В.С. Новиков, А.Е. Балановский, П.А. Киселев, В.А. Коротков, И.Н. Шило и др. [1]. В работах данных авторов представлены исследования, изучающие вопрос снижения износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных машин. Повышение срока службы агрегата в целом, а также отдельных его деталей, например лемехов лесных плугов, приводит к уменьшению количества человеко-часов, затрачиваемых на замену тех или иных изношенных компонентов. Простои, возникающие при нахождении техники в зоне ремонта, приводят не

только к снижению эффективности деятельности предприятия, но и к нарушению агротехнических сроков, что, в свою очередь, неизбежно приводит к потере прибыли предприятием.

Таким образом, можно сделать вывод, что упрочнение деталей сельскохозяйственных машин становится не просто технологическим приёмом, а стратегически важным направлением, обеспечивающим:

– повышение ресурса работы узлов и агрегатов;
– сокращение потребности в запасных частях;
– оптимизацию затрат на техническое обслуживание и ремонт;
– поддержание высокой производительности парка машин.

Научно-технический прогресс в области материаловедения и технологий обработки поверхностей открывает новые возможности для решения этой задачи. Сегодня в арсенале инженеров - широкий спектр методов упрочнения: от классических термических и химико-термических процессов до инновационных лазерных, плазменных и электрофизических технологий. Каждый из них обладает специфическими преимуществами и областью рационального применения.

Сравнительная качественная оценка различных способов упрочнения с использованием нагрева (токами высокой частоты, электронным лучом, печной, лазерное) позволяет отметить следующие основные преимущества лазерной термообработки основными из которых являются [2]:

- возможна локальная термообработка избранных участков поверхности детали в том числе в местах, недоступных при других методах обработки;
- деталь практически не деформируется и не требуется выполнения операции восстановления геометрической формы и размеров;
- в виду высокой скорости нагрева (до $10^4 – 10^5$ град/с и выше) существенно изменяется (по сравнению с другими методами) начало изотермических процессов кинетики фазовых переходов α- железа в γ- железо в сторону значительного (до 300°С) повышения температур;
- высокая скорость охлаждения (до 10^5 град/с и выше) подавляет процесс выделения карбидов по границам зерен аустенита в перлитном интервале температур;

Процесс высокопроизводительной лазерной закалки реализуется посредством применения непрерывных либо импульсных однолучевых и многолучевых лазерных систем. Технологически это осуществляется двумя способами:

1) воздействием расходящегося лазерного пучка диаметром и более на обрабатываемую поверхность.

2) высокочастотным сканированием лазерного луча поперёк направления относительного движения детали и пятна излучения, при этом траектория перемещения луча ограничена прямыми линиями.

Одним из определяющих показателей качества лазерной закалки выступает равномерность толщины сформированного закалённого слоя. Обеспечение высокой равномерности данного параметра при использовании широкого пятна излучения представляет собой актуальную научно практическую задачу, имеющую существенное прикладное значение.

С целью выявления наиболее эффективного способа термоупрочнения в 2023 г. был проведён комплекс исследований по термической обработке образцов из стали 65Г. Работы выполнялись на производственной базе ООО НТО «ИРЭ Полюс» (Фрязино, Московская обл.), ведущего мирового производителя лазерного оборудования, силами сотрудников кафедры ЛТ4 Мытищинского филиала МГТУ им. Н. Э. Баумана и специалистов предприятия. В рамках экспериментов сравнивались две разные технологии.:

1) объемная закалка в печи с последующим отпуском;
2) поверхностное термоупрочнение лазерным лучом.

Для проведения эксперимента горячекатаный стальной лист 65Г размером 600×1000 мм и толщиной 4 мм разрезали на 30 образцов прямоугольной формы размером 60×300 мм.

Далее образцы разделили на 2 группы: часть образцов закалили методом объемного нагрева и охлаждением в воде и масле с последующим отпуском, а часть обработали лазерным излучением. Образцы, упрочняемые по уже ставшей классической технологии объемной закалки с последующим отпуском, в свою очередь, разделили на 2 подгруппы по выбору среды охлаждения, вода или масло. Нагрев до нужной температуры, а также до температуры отпуска проводили в электропечи СНОЛ2.2,5.2/12,5-И1. Сначала образцы из стали 65Г в течении 15–20 мин нагревали до температуры 840°С. После этого часть образцов быстро охлаждали в воде, а часть - в масле. Затем образцы вновь нагревали в течение 60–120 мин до температуры 400 °С. После этого охлаждали на воздухе, проведя таким образом операцию отпуска. Структура стали 65Г при нагреве до 840°С переходит в аустенит, а в дальнейшем, при быстром охлаждении, в мартенсит закалки. При этом материал становится твердым и хрупким, с сильными внутренними напряжениями. При дальнейшей термообработке среднетемпературным (средним) отпуском структура мартенсита закалки переходит в троостит отпуска, и получается сталь с высоким пределом упругости и повышенными значениями вязкости. Далее образцы были порезаны на более мелкие части для изготовления шлифов и проведения исследования на микротвердость. Внешний вид образцов, подготовленных к исследованию на микротвердость, представлен на рисунке 1



Рисунок 1 – Образцы из стали 65Г для исследований

Вторую группу образцов упрочнили при помощи лазерного луча. Для обработки образцов при помощи лазерного излучения:

Для лазерного упрочнения было отобрано 12 образцов, поделенных на группы. Количество групп соответствовало количеству режимов движения лазера, таким образом, были сформированы три группы, по 4 образца в каждой. Затем образцы в каждой группе были дополнительно разделены на 2 подгруппы. Деление образцов на подгруппы связано с различной средой охлаждения образцов после лазерной обработки. Для охлаждения первой подгруппы средой охлаждения являлся воздух, для второй - вода. Подбор мощности лазера автором исследования выбирался экспериментальным путем, с учетом отличительных особенностей термических циклов, характерных для лазерной обработки. Скорость охлаждения при объемной закалке, при которой аустенит превращается в мартенсит, составляет примерно 102 °С/с, при индукционной закалке - $10^2…10^3$ °С/с, при лазерной - $10^4…10^5$ °С/с, т.е. на два порядка выше. Кроме того, на скорость охлаждения также влияют теплоемкость материала и масса детали. Таким образом, высокие скорости нагрева при лазерной закалке и малые объемы нагрева поверхностного слоя приводят к высоким скоростям охлаждения и образованию фаз с мелкодисперсной структурой. Высокие скорости охлаждения приводят к более высокой дисперсности структуры и, соответственно, к повышению износостойкости поверхностного слоя [3].

Аналогичные исследования были проведены лазерным лучом многолучевого лазера комплекса ЛК-5В (ООО «ВолгаТермоЛазер») мощностью 5кВт, перемещающимся со скоростью V=10 мм/с при ширине дорожки упрочнения 10 мм. Результаты сведены в таблицу 1 представленную ниже.

Таблица 1 – Результаты исследований

Марка стали	Твердость поверхности, HRC	Глубина упрочненного слоя, мм
65Г	60-65	1,1
40Х	59-63	1,2
38ХН3МФА	53-57	1,4

Таким образом, сравнительный анализ значений твердости образцов из стали 65Г, полученных после обработки при помощи лазерного излучения (максимальное значение 904 HV), с максимальным значением твердости, полученным при газоплазменной закалке (860 HV), согласно исследованиям А.Т. Канаева, а также значения твердости после объемной закалки и отпуска (530 HV при закалке в воде) показал следующее. Способ лазерного термоупрочнения стали дает наиболее высокие значения твердости обработанного слоя, обеспечивая тем самым более высокие показатели сопротивления к абразивному износу деталей сельскохозяйственных машин (лемех плуга, нож кормоуборочный и т.п.).

Особенностью процесса поверхностного лазерного термоупрочнения является отсутствие зависимости конечного результата от типа используемой закалочной среды. Существенным технологическим преимуществом данного метода по сравнению с традиционными подходами к термической обработке материалов выступает исключение необходимости проведения дополнительной операции отпуска. Следует отметить, что отпуск, хотя и способствует снижению уровня внутренних напряжений в материале, одновременно приводит к ухудшению твёрдости поверхностного слоя, обработанного лазерным излучением. Таким образом, достижение высоких физико механических характеристик после лазерного упрочнения непосредственно связано с реализацией жёсткого термического цикла. Результаты проведённых исследований и экспериментов убедительно демонстрируют, что применение лазерных источников нагрева обусловливает реализацию жёсткого термического цикла, характеризующегося экстремально высокими скоростями нагрева и охлаждения. Данный режим обработки способствует формированию мелкодисперсных структурных составляющих и обеспечивает достижение максимально возможных значений твёрдости поверхностного слоя. Совокупность этих факторов выступает ключевым условием для существенного повышения износостойкости рабочих поверхностей деталей, эксплуатируемых в условиях интенсивных механических нагрузок и агрессивных внешних воздействий.

Литература

1. Лялякин, В. П. Об инновационных ресурсосберегающих центрах восстановления и упрочнения деталей / В. П. Лялякин, С. А. Горячев // Техник и оборудование для села. – 2011. – № 10. – С. 14-16.

2. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

3. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

УДК 631.5

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

Катаев И. Д. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Приведены: краткие характеристики клевера лугового (многолетних трав) и технология их возделывания. Рассмотрена возможность улучшения показателей заготовки трав на корм при соблюдении технологических особенностей, обеспечивающих сохранность и качество полученного сенажа.

Ключевые слова: многолетние травы, клевер луговой, сенаж, сено, пресс-упаковщик

Клевер луговой — это многолетнее травянистое растение с цветами красно-фиолетового цвета. Несмотря на название, территория его произрастания не ограничивается лугами: траву часто встретишь в лесу, на обочинах дорог [1].

Основное применение клевера:

1. Ценная кормовая и пастбищная культура. Клевер луговой получил широкое применение благодаря высокой продуктивности, питательной ценности, способности фиксировать азот воздуха, повышать плодородие почвы и защищать её от эрозии.

2. Ценный медонос.

3. В народной медицине клевер луговой применяется как противовоспалительное, антисептическое, отхаркивающее и мочегонное средство. Настои и отвары используются при заболеваниях дыхательных путей, анемии, ревматизме, гипертонии. Наружно препараты клевера применяются для лечения ран, ожогов и кожных воспалений.

4. Листья клевера используют для приготовления салатов, заправки зелёных щей, ботвиньи, соусов. На Кавказе молодые нераспустившиеся цветы клевера квасят как капусту и добавляют в зелёные салаты.

Многолетние травы – это группа трав из семейства злаковых и бобовых, произрастающих на одном месте в течение ряда лет. Многолетние кормовые травы в сельскохозяйственном производстве используются для скармливания животным в виде пастбищного корма, сена, сенажа, травяной муки, зеленого корма. Многолетние травы используются в качестве почвозащитных культур для предотвращения ветровой и водной эрозии и снижения вымывания питательных веществ [2].

По признаку хозяйственного и биологического долголетия многолетние культурные травы можно разделить на следующие группы:

1. Двулетники – наибольший урожай дают в первый или второй год жизни, затем их роль в травостое резко снижается: донник лекарственный, эспарцет закавказский, шабдар (клевер опрокинутый).

2. Малолетники – продуктивное долголетие сохраняется до третьего года: райграс пастбищный и многоукосный, клевер луговой и гибридный.

3. Среднедолголетники – на вторых-третьих годах наиболее продуктивны, урожай снижают к 4-5 годам: люцерна посевная, эспарцет песчаный, овсяница луговая, пырей средний, ежа сборная.

4. Долголетники – малопродуктивны в первые два года жизни, ведущую роль в травостое приобретают с третьего-четвертого годов, сохраняются до десяти и более лет: житняки, люцерна желтая, клевер белый, типчак (овсяница валийская), мятлик луговой.Хозяйственное долголетие культурных трав находится в большой зависимости от режима и рациональности использования травостоя: оно может быть продлено или сокращено.

По видовому составу многолетние травы делятся на 4 группы [2]:

- Бобовые. Обладают ценными кормовыми достоинствами, содержат много (до 8–10%) переваримого протеина. Наиболее ценными бобовыми являются виды из таких родов как люцерна, клевер, эспарцет, вика, донник, лядвенец.

- Злаковые (мятликовые). Многие злаки хорошо поедаются в зелёном виде или в сене. Ряд их видов введены в культуру (кострецы, пыреи, тимофеевка, овсяница, ежа сборная, мятлик и др.).

- Осоковые. Эта группа включает представителей семейств осоковые и ситниковые, которые обладают средними и плохими кормовыми достоинствами.

- Разнотравье. Сюда относятся растения всех остальных, кроме ранее охарактеризованных семейств. В этой группе много средне- и плохо поедаемых, ядовитых и вредных растений.

Итак, клевер используют на зеленый корм, для заготовки сена, сенажа, сенного листа и витаминных кормов (травяная мука, гранулы, брикеты) [3, 5].

Зеленую массу и сено клевера лугового хорошо поедают все виды животных. Для выпаса крупного рогатого скота его высевают только в смеси со злаковыми травами, иначе при неумелом скармливании зеленой массы клевера у коров часто наблюдается тимпания, вызывающая вздутие живота.

Клевер и его смеси убирают на сено в фазе полной бутонизации либо в начале фазы цветения. В это время растения хорошо облиственны, имеют нежные стебли, а сено обладает высокими кормовыми достоинствами.

Основными видами бобовых трав, возделываемых в на просторах страны, являются клевер луговой и люцерна. Видовой состав бобовых трав рекомендуется расширять за счет введения в оборот современных сортов клевера лугового, гибридного и ползучего, а также галеги восточной, лядвенца, рогатого эспарцета [3, 5, 6].

Для обеспечения кормовой единицы кормов переваримым протеином на уровне 140–150 г и выше рекомендуется заготавливать преимущественно:

— сено только в запрессованном виде (в тюках или рулонах);

— сенаж с применением консервантов и упаковкой в полимерные рукава или пленку;

— сенаж с применением консервантов и закладкой на хранение в траншейные хранилища.

Виды и опыт применения перечисленных способов заготовки кормов из бобовых травяных культур показывают, что таким образом обеспечиваются высокое качество корма и минимальные потери сырья.

Один из путей совершенствования процессов заготовки кормов – выбор наиболее эффективных машин. Как современный достойный вариант, Пресс-упаковщик серии Combi Pack "KRONE"(рисунок 1)



Рисунок 1 – Пресс-упаковщик серии Combi Pack «KRONE»

Такая машина предназначена для подбора валков, прессования и упаковку рулонов в полимерную пленку [4].

У пресс-упаковщика Combi Pack 1250 все рабочие процессы полностью автоматизированы. Рабочая ширина захвата подборщика 1,95 м; это обеспечивает максимальную производительность и чистый подбор. Он оснащен нерегулируемой

прессовальной камерой. А интегрированный упаковщик с ротационным двойным намоточным рычагом.

При полной прессовальной камере или по достижении заданного давления прессования, оператор получает сигнал к остановке машины. Далее идет процесс обматывания рулона сеткой. После этого автоматически открывается клапан хвостовой части пресс-подборщика. При помощи подъемника рулон автоматически подается на обмоточный стол. В то время как впереди продолжается прессование, сзади идет процесс обматывания рулона упаковочной пленкой. По окончании предварительно запрограммированной обмотки, эта технологическая операция автоматически прекращается. Как только оператор снова останавливается, так как следующий рулон уже спрессован, обмоточный стол склоняется назад и проводит автоматическую выгрузку первого рулона [4].

Технологические операции - прессование и упаковка - происходят атоматически одновременно и равномерно. Потребность только в одном водителе и тракторе, что означает максимальную экономию времени и затрат.

Совершенствование всего процесса возделывания клевера лугового — это более сложный и многоаспектный процесс, требующий постоянного совершенствования технологий и методов. Они, наряду с энергосберегающими технологиями [7-21], позволяют минимизировать затраты на производство, улучшить качество продукции и снизить негативное воздействие на окружающую среду [22, 23].

Литература

1. Луговой клевер: описание, характеристики, разновидности и применение вида. – URL: https://antonovsad.ru/lugovoy-klever-opisanie-harakteristiki-raznovidnosti-i-primenenie-vida (дата обращения: 30.03.2026).
2. Многолетние травы. – URL: https://rosselhoscenter.ru (дата обращения: 30.03.2026).
3. Технологический регламент, техническое обеспечение и технологические карты заготовки кормов из трав. – URL: : https://legacy.belagromech.by/docs/reglament2011 (дата обращения: 30.03.2026).
4. Пресс-упаковщик Bernard Krone Combi Pack 1250 / 1500 V – URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery (дата обращения: 30.03.2026).
5. Современные технологии развития сельскохозяйственных культур. – URL: https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/03f/Sovremennye-tekhnologii-vozdelyvaniya-selskokhozyaystvennykh-kultur.pdf (дата обращения: 30.03.2026).
6. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
7. Жолобов, Н. В. Ресурсосберегающий пневмосепаратор / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов, К. В. Маишев // Сельский механизатор. – 2013. – № 6 (52). – С. 12-13.
8. Жолобов, Н. В. Сепаратор зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Сельский механизатор. – 2017. – № 10. – С. 20-21.
9. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.
10. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230

11. Шилин, В. В. Совершенствование технологии хранения машинно-тракторного парка в условиях предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, В. А. Салангин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 232-235.
12. Шилин, В. В. Совершенствование технологии технического обслуживания и текущего ремонта автомобильного транспорта в условиях подразделений предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шидин, Д. П. Сысоев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 236-240.
13. Бурков, А. И. Разработка пневмосистемы для виброцентробежной машины МЗП-25/10 и ее использование при реконструкции семяочистительной линии / А. И. Бурков, В. Л. Андреев, В. В. Шилин // Inżynieria Systemow Bioagrotechnicznych: Zeszyt 2-3 (11-12). – Plock, 2003. – S. 147-157.
14. Andreev, V.L. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V.L. Andreev, V.V. Shilin, V.V. Ilichev, T.S. Holodenina // BIO Web of Conferences, Vol. 42 (2022) 03009. doi:10.1051/bioconf/202242
15. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян / С. О. Лопатин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 142-144.
16. Шиврин, В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки / В. И. Шиврин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 294-297.
17. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 277-279.
18. Курбанов, Р. Ф. Влияние эффлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – С. 43-52.
19. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
20. Саитов, В. Е. Современные энергосберегающие посевные комплексы : учебное пособие / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов. – LAP LAMBERT Academic Publishing RU (Германия), 2018. – 73 с.: ил.
21. Шилин, В. В. Сравнение эксплуатационных показателей при использовании отечественных и зарубежных тракторов / В. В. Шилин, И. П. Бессолицын // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 212-218.
22. Курбанов, Р. Ф. Современные технологии и комплексы машин для производства картофеля : учебное пособие для лабораторных работ по дисциплине «Инновационные технологии в механизации растениеводства» для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 160 с.
23. Жолобов, Н. В. Устройство контроля и управления технологическим процессом пневмосепаратора зерна / Н. В. Жолобов, К. В. Маишев // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 3 (19). – С. 32-39.

УДК 631.171:636.085

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ФЕРМ

Кисилев И. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор роботизированных доильных установок зарубежного производства.

Ключевые слова: доение, корова, установка, робот, вакуум, манипулятор, датчик, рука, компания

Первые роботизированные установки были выпущены в 1980-х гг. в Западной Европе. В данный момент в мире представлено семь ведущих производителей доильных роботов: «Лели», «ДеЛаваль», «Фуллвуд», «САК Кристенсен», «Инсентек», «Боуматик», «ГЕА Вестфалия Сёрдж». На начало 2008 г. во всем мире насчитывалось около 6000 хозяйств, использующих доильных роботов, а в 2009 году их уже около 10000. Причем около 80-90% установленных роботов принадлежат компаниям «Лели» и «ДеЛаваль». Наибольшее распространение системы добровольного доения получили в Европе, где средняя численность стада остается небольшой, 50-70 голов. Особенно распространены роботы в Германии, Франции, Бельгии и Голландии [1].

Доильный робот «Astronaut» фирмы «Lely» состоит из доильного бокса с размерами 4,5х2,5х2,5 м (рисунок 1). При входе коровы в бокс происходит ее идентификация, и компьютер определяет: необходимость доения коровы сейчас, или немедленно выпустить ее из бокса. Если необходимо доить корову, то в кормушку выдается порция 1,5…2,5 кг концентрированного корма. Движение животного сзади ограничивается специальным манипулятором 1. Примерно через 10 с после позиционирования коровы рука 8 робота захватывает устройство 9 для обмыва вымени с двумя роликами, покрытыми хлопчатобумажной тканью, увлажненной водой, и подводит под вымя животного. Определяется место расположения сосков и начинается процесс их очистки вращающимися в разные стороны роликами. После очистки рука робота отводит ролики в специальную выемку, где происходит их промывка водой и обеззараживание дезинфицирующими растворами.



а б

1 – манипулятор позиционирования животного; 2 – входная дверца; 3 – выходная дверца; 4 – автоматическая кормораздаточная станция; 5 – блок регулирования перемещения руки; 6 – доильные стаканы; 7– лазерные датчики; 8 – рука робота; 9 – ролики обмыва вымени

Рисунок 1 – Схема доильного робота «Astronaut» (а) и общий вид (б)

Рука робота снова подводится под корову, но уже с доильным аппаратом 6 и с помощью лазера 7 начинается его позиционирование. Для позиционирования в качестве точки отсчета служат передние соски, по окончании позиционирования робот начинает последовательно надевать доильные стаканы на соски, начиная с задних четвертей вымени. При этом подвижная тестовая плита передает движение коровы с помощью ультразвукового датчика руке робота, которая повторяет движения коровы. При неудачной попытке надеть доильные

стаканы робот делает еще две дополнительные попытки. При неудачной третьей попытке робот выпускает корову, выдает звуковой сигнал и сообщение на дисплей компьютера. Первые струйки молока сдаиваются в специальный резервуар. Количество надоенного молока и его электропроводность из каждой четверти вымени животного поступает по от-

дельному молокопроводу. Доильные стаканы снимаются с каждого соска вымени отдельно, по мере прекращения из него молокоотдачи [2].

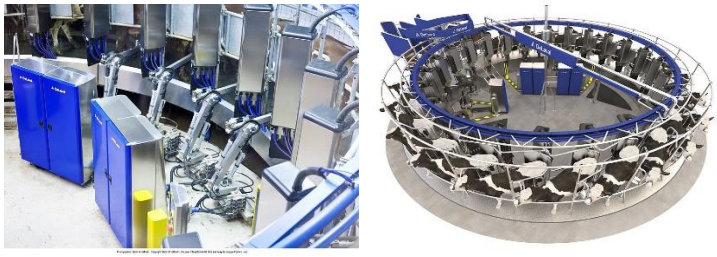


Рисунок 2 – Доильная установка типа «Карусель» (AMR DeLaval)

Компания «ДеЛаваль» представила принципиально новый подход к доению – AMR, объединяющий роторный принцип доения («Карусель») и систему добровольного доения VMS (доильный робот). Система DeLaval AMR сможет обслуживать стадо более чем из 300 коров. Первые коммерческие системы доения поворотного типа, в которых будут заняты одновременно до пяти роботов, обеспечат производительность доения до 90 коров в час в зависимости от числа установленных роботов. Одним из ключевых критериев при разработке системы была универсальность. Систему можно использовать для освоения различных подходов к управлению молочным хозяйством. Например, она может доить стадо из 540 коров в три раза в день, стадо из 800 коров дважды в день и позволяет реализовать любое промежуточное решение.

Два робота в системе будут заниматься подготовкой вымени и еще два робота — присоединением молочной чашки. Таким образом, четыре робота будут одновременно обслуживать четырех коров. Пятый робот будет производить дезинфекцию сосков вымени после дойки.

Коровы входят в систему так же, как в традиционных системах доения поворотного типа. Оказавшись на платформе, корова занимает позицию для подготовки вымени. Входные ворота снабжены электронной системой идентификации, так что положение сосков каждой коровы храниться в памяти роботов и используется для наведения камеры. Соски промываются, стимулируются, высушиваются и подготавливаются так же, как в системе добровольного доения VMS. Следующий шаг - подсоединение молочной чашки, после чего корова проходит к выходу, где последний робот опрыскивает ее, прежде чем выпустить.

BouMatic(Боуматик), расположенная в Мэдисоне/США фирма по производству доильной техники с европейским центром в г. Ремиоурт/ Бельгия является поставщиком полного комплекта доильного оборудования со всеми известными доильными и холо-дильными установками. Техника этой фирмы славится своей прочностью и износостойкостью. Под наименованием Proflex «Боуматик» также выпустил на рынок доильного робота. Прототипом послужил робот фирмы «Инсентек» с двойным боксом и одним манипулятором для двух коров. Эта сеть продолжает расширяться; фирма ищет новых торговых партнеров.

MIone «ВестфалияСёрдж» изготавливает под фирменным наименованием «Вестфалия» технику для кормления и доения животных, охлаждения молока, а также другое оборудование и системы менеджмента стада. «ГЕА ВестфалияСёрдж» предлагает полный комплект доильной техники вместе с ассортиментом услуг под рубриками ProFormance и ProMilk. 220 партнеров по сбыту и сервису обеспечивают повсеместно продажу, монтаж и обслуживание техники. 10 месяцев отраслевые центры вели подготовку к внедрению многобоксового робота Titan. В настоящее время в Германии работают 60 роботов Titan различного исполнения.

Fullwood(Фуллвуд), расположенная в г. Элсмир (Англия) фирма «Фуллвуд» имеет богатые традиции и считает себя лидером на рынке доильной техники в Великобритании. В программе фирмы все виды распространенных доильных установок от линейных доильных установок до автоматической системы добровольного доения Merlin, а также установки для охлаждения молока, система менеджмента стада FullExpert, включающая компьютерное

управление кормлением взрослых животных и телят, приборы для контроля состояния здоровья животных и качества молока а также системы производственно-экономической оценки.

SAC(САК Кристенсен) компания представлена более чем в 65 странах мира, в том числе и в России. «С.А. Кристенсен» производит и поставляет доильное оборудование всех типов: от простых компактных передвижных установок Unicart и Minicart с доением во фляги до современных доильных установок «Елочка», «Бок о бок», «Автотандем» «Карусель» с полностью автоматизированным управлением. Помимо этого поставляется оборудование для доения овец и коз. В программе также доильные роботы Robotic Dairy System (RDS). Кроме того, компания имеет эксклюзивное право на продажу роботов доения Galaxy. Дополняет ассортимент вспомогательное оборудование, которое включает в себя вакуумные насосы, пульсаторы, индикаторы мастита, управляющие системы, подъемные полы, резервуары-охладители, системы промывки доильных аппаратов и повторного использования тепла, пластинчатые охладители, все виды инвентаря для доильных залов, оборудование для уборки навоза, поилки, маты для животных Polysoft, системы вентиляции и многое другое [1,3].

В заключении хотелось бы сказать, что доильным роботам предсказывается такое же революционное воздействие на молочно-товарное производство, какое в свое время оказали на организацию уборки урожая самоходные зерноуборочные комбайны.

Литература

1. Шулятьев, В. Н. Усовершенствованная доильная установка / В.Н. Шулятьев, А.А. Рылов, И.Г. Конопельцев // Техника в сельском хозяйстве. – 2004. – № 4. – С. 10-12.
2. Шулятьев, В. Н. Доильный аппарат с устройством почетвертного контроля интенсивности молокоотдачи / В. Н. Шулятьев, П. А. Савиных, А. А. Рылов // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 4 (59). – С. 118-128.
3. Шулятьев, В. Н. Повышение эффективности функционирования нагнетателей-преобразователей технологических линий и технических средств в молочном скотоводстве: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Шулятьев Валерий Николаевич. – Киров, 2004. – 485 с.
4. Приоритетные направления роботизации процессов молочных ферм / Л. П. Кормановский, Ю. А. Цой, В. В. Кирсанов [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 2 (27). – С. 334-339. – EDN VAQOIK.
5. Анализ роботизированных кормораздатчиков для животноводческих комплексов по содержанию крупного рогатого скота / А. С. Дорохов, В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин [и др.]. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-94-104 // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1 (50). – С. 94-104. – EDN FCJSIK.
6. Направления исследований в создании автоматизированных систем почетвертного доения для станочных доильных установок / В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин, П. Н. Подобедов, Е. А. Никитин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2017. – № 4 (28). – С. 16-20. – EDN ZWIZEF.
7. Шевченко, А. В. Совершенствование технологического процесса приготовления жидких кормов для молодняка крупного рогатого скота / А. В. Шевченко // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 522-527. – EDN QJTENG.
8. Шевченко, А. В. Анализ потребления жидких кормов / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 227-229. – EDN BZZQRT.

УДК 631.331

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Ковальногов Г. А. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и сокращения затрат необходимо разрабатывать и внедрять современные и передовые технологии по исследованию состояния полей и прогнозированию урожайности. Такие технологии обеспечивают более эффективное использование природных, материальных и других ресурсов, способствуют развитию высокоэффективной экономики без нарушения экологии, увеличения затрат.

Ключевые слова: точное земледелие, карта урожайности, эффективность, система

Точное земледелие – это комплексное решение, направленное на повышение производительности и улучшение качества урожая. Инновационные методы земледелия, которые предполагают использование новейших спутниковых и компьютерных технологий привлекают пристальное внимание аграриев, желающих сократить расходы производства и сделать свои хозяйства конкурентоспособными на современном этапе развития отрасли. Точное сельское хозяйство не только помогает экономить ресурсы, повысить урожайность почв, но и благотворно сказывается на состоянии окружающей среды [1-6].

В основе системы лежит комплексный подход к мониторингу и улучшению продуктивности сельскохозяйственных угодий. Использование технологий, направленных на оценку урожайности, глобальное позиционирование и дистанционное зондирование позволяет вести точный учет дифференцированности среды обитания посевов, которая может отличаться даже в пределах одного поля.

Таким образом, при успешном внедрении системы аграрии получают возможность управлять урожайностью на отдельных участках, определять реальную потребность всходов в поливе, удобрениях, что позволяет экономить ресурсы и максимально эффективно использовать сельскохозяйственные угодия.

Точное земледелие нацелено на обеспечение оптимальной производительности, сохранение возобновляемых и не возобновляемых ресурсов, обеспечение экологической устойчивости окружающей среды.

В точном земледелии активно используются системы автоматизированного управления процессами и точного курсоуказания. В машинно-тракторном парке фермерских хозяйств повсеместно появляются тракторы, комбайны, сеялки, опрыскиватели и другая техника с GPS навигацией. Применение таких агрегатов позволяет эффективно выполнять работы в любых условиях. Курсоуказание помогает предотвратить пропуски и перекрытия на поле, обеспечить равномерность посева и опрыскивания, тем самым повышая эффективность и уменьшая расход топлива.

Для правильной работы систем точного земледелия необходим целый комплекс оборудования, датчиков и программного обеспечения.

Базовая станция RTK – это GNSS-приемник (рисунок 1), который устанавливается на точке с известными координатами, принимающий спутниковый сигнал и вычисляющий ошибки позиционирования и в реальном времени передает поправки на МТА или дрон. Это обеспечивает сантиметровую точность.

Беспилотный комплекс M5 АГРО (рисунок 2) позволяет получать и самостоятельно обрабатывать информацию по полям и проходящим на них операциям. Имеет продолжительность полета до 4.5 часов, на расстояние до 300 км. Позволяет выполнять аэрофотосъемку с определением координат, построением карт угодий и оценкой качества посевов, благодаря мультиспектральной камере.

Система автоуправления (рисунок 3) обеспечивает устойчивую работу с высокоточными поправками на расстояниях до 30 км от базовой станции RTK, сохраняя

точность до 2,5 см. Система не только принимает на себя рулевое управление техникой, но и осуществляет автоматические развороты. Это позволяет освободить механизатора от рутинного процесса руления, чтобы он сосредоточился на качественном протекании технологических процессов.



Рисунок 1 – Базовая станция RTK



Рисунок 2 – БПЛА Альбатрос М5 АГРО



Рисунок 3 – Оборудования для оснащения МТА автопилотом

Внедрение системы точного земледелия дает возможность поднять урожайность, повысить рентабельность, улучшить экологическую обстановку и получить продукцию более высокого качества, а также снизить эксплуатационные затраты. Поэтому точное земледелие является актуальной народнохозяйственной задачей для производства растениеводческой продукции.

Обзор технических средств системы точного земледелия выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [7-23].

Литература

1. Даниленко, Ж. В. Внедрение координатного внесения удобрений / Ж. В. Даниленко, К. П. Андреев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань, 2018. – № 2 (7). – С. 46-53.
2. Бачурин, А. Н. Спутниковый контроль и мониторинг для оптимизации работы агрегатов / А. Н. Бачурин, Д. О. Олейник, И. Ю. Богданчиков // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 4-5.
3. Разработка и обоснование параметров рабочих органов самозагружающейся машины для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений / К. П. Андреев, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.]. – Курск, – 2018. – 149 с.
4. Нефедов, Б. А. Инновационные технологические процессы и машины для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений в системе точного земледелия / Б. А. Нефедов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва, 2015. – С. 124.
5. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.
6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
7. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
8. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
9. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
10. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
11. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. –2012. – № 6. – С. 7-9.
12. 14 Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
13. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.

14. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
15. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86
16. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1Х Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
17. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
18. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
19. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
20. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин В.Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
21. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.
22. Шилин, В.В. Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственной продукции за счет реализации энергосберегающих технологий при совершенствовании логистических систем управления материальными и информационными потоками / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 219-224.
23. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.

УДК 001.891.573.330.567.2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОСТА ЦЕН И ИНФЛЯЦИОННЫХ ОЖИДАНИЙ

Ковальский Н. М. – студент 1-го курса института экономики, управления и ИТ
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ динамики цен на фиксированный набор из 19 основных продуктов питания в городе Кирове за период с января 2024 по январь 2026 года. Рассчитана стоимость набора, выявлены товары-лидеры роста и падения цен, проведено сравнение с официальными показателями инфляции (общей и продовольственной) по Кировской области и России в целом. Оценена покупательная способность средней заработной платы относительно данного набора. Сделаны выводы о реальной инфляции для потребителя и ее соответствии с официальным данным.

Ключевые слова: инфляция, потребительская корзина, продукты питания, покупательная способность, стоимость

Инфляция является одним из главных факторов, определяющих уровень жизни населения. Официальные индексы потребительских цен, публикуемые статистическими ведомствами, отражают усредненную динамику стоимости товаров и услуг.

Однако реальное удорожание жизни для конкретного человека может отличаться от среднестатистических показателей из-за индивидуальной системы потребления.

Цель данной работы – рассчитать «персональную инфляцию» на основе фиксированного набора из 19 базовых продуктов питания в городе Кирове за 2024-2026 годы и сравнить ее с официальными данными по региону и стране.

Для анализа мы выбрали 19 продуктов, которые наиболее часто приобретаются населением: хлеб, картофель, морковь, лук репчатый, помидор, яблоки, сметана, свинина, говядина, курица, молоко, сыр, яйца (10 шт), рыба, масло сливочное, сахар, масло подсолнечное, соль пищевая, крупа гречневая. Цены зафиксированы на 1 января 2024, 2025 и 2026 годов. Для каждого продукта рассчитывалась цена за 1 кг и 1л (для яиц-за десяток) [2,3,4].

Общая стоимость набора определялась простым суммированием цен без учета весовых коэффициентов, что дает равнозначный вклад каждого продукта. Процентные изменения вычислялись по формуле:

$$D = \left(\frac{FV}{PV} - 1\right) \times 100\%$$

- D – процентное изменение (%);
- FV – будущая стоимость (руб.);
- PV – первоначальная стоимость (руб.).

Расчет показал следующую динамику стоимости набора из 19 продуктов:

Таблица 1 – Список продуктов на 1 работающего человека в неделю

Стоимость основных продуктов питания	Единица	01.01.2024	01.01.2025	01.01.2026	Рост 2024-2025%	Рост 2025-2026%	Рост за 2 года 2024-2026
хлеб	кг	59,79	66,86	69,72	12%	4%	17%
картофель	кг	24,84	51,87	41,53	109%	-20%	67%
морковь	кг	41,95	40,42	38,4	-4%	-5%	-8%
лук репчатый	кг	36,35	56,71	46,53	56%	-18%	28%
помидор	кг	241,74	232,24	236,18	-4%	2%	-2%
яблоки	кг	128,07	160,6	164,89	25%	3%	29%

сметана	кг	235,81	281,18	311,85	19%	11%	32%
свинина	кг	323,77	350,27	374,25	8%	7%	16%
говядина	кг	509,99	608,23	693,62	19%	14%	36%
курица	кг	194,55	202,74	211,3	4%	4%	9%
молоко	л	64,62	73,97	78,92	14%	7%	22%
сыр	кг	694,59	832,42	898,28	20%	8%	29%
яйца 10 шт	шт	130,15	104,48	78,48	-20%	-25%	-40%
рыба	кг	217,74	239,88	278,91	10%	16%	28%
масло сливочное	кг	683,76	954,06	1008,74	40%	6%	48%
сахар	кг	65,38	67,2	58,3	3%	-13%	-11%
масло подсолнечное	л	125,95	145,29	153,19	15%	5%	22%
соль пищевая	л	16,6	17,79	17,43	7%	-2%	5%
крупа гречневая	кг	67,39	59,97	59,77	-11%	0%	-11%
итог	руб	3863,04	4546,18	4820,29	18%	6%	25%

- в январе 2024 года продовольственная корзина составила – 3863 рублей;
- в январе 2025 года продовольственная корзина составила – 4546 рублей;
- в январе 2026 года продовольственная корзина составила – 4802 рублей.

За первый год продуктовый набор подорожала на 18%

За второй год продуктовый набор подорожала на 6%

В целом за два года (2024-2026) набор подорожал на 957 руб., что составляет 25% (Таблица 1).

Лидеры роста и падения.

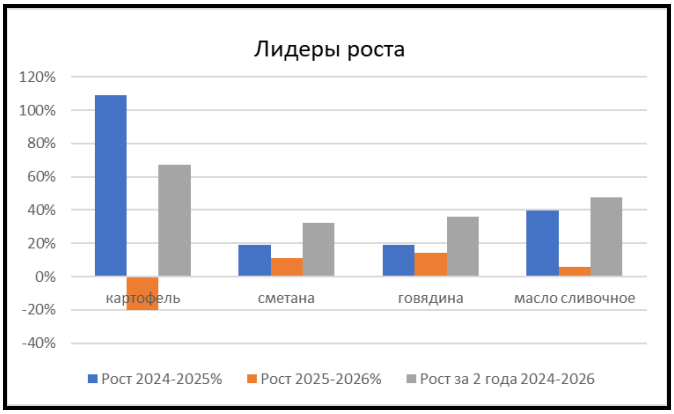


Рисунок 2 – Лидеры роста

Наибольший прирост цен за два года зафиксирован на следующие товары:

- Картофель – рост на 67% (с 25 до 42 руб./кг.);
- Сметана – рост на 32% (с 236 до 312 руб./кг.);
- Говядина – рост на 36% (с 510 до 694 руб./кг.);
- Масло сливочное – рост на 48% (с 684 до 1009 руб./кг.).

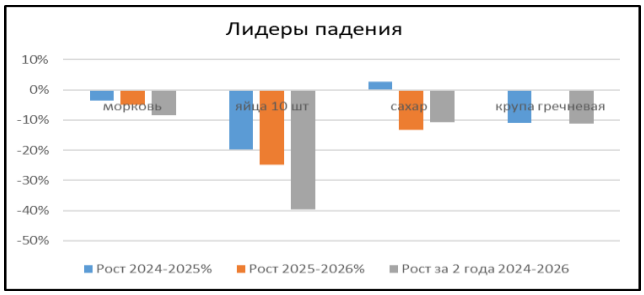


Рисунок 3 – Лидеры падения

Одновременно ряд продуктов подешевел:

- Яйца – снижение на 40% (с 130 до 78 руб. за 10 шт.);
- Сахар – снижение на 11% (с 65до 58руб./кг.);
- Крупа гречневая – снижение на 11% (с 67 до 60 руб./кг.);
- Морковь – снижение на 8% (с 42 до 38 руб./кг).

Обращает на себя внимание волатильность цен на картофель и лук: в 2024-2025 годах они резко подорожали (картофель – на 109%, лук – на 56%), но в 2025-2026 годах произошло снижение (картофель – на 20%, лук на 18%). В итоге за два года картофель прибавил 67%, лук – 28%.

По данным Кировстата, в январе 2026 года (к январю2025-го) цены на продовольственные товары в Кировской области выросли в среднем на 8,67%, а общая инфляция (все товары и услуги) составила 7,77% [1].

Для сравнения: в целом по России годовая инфляция в январе 2026 года достигла 6%, продовольственная – 5,88%. Таким образом, рост цен в Кирове опережает среднероссийские темпы.

Наша продуктовая корзина за этот же период подорожала на 6%, что ниже официальной продовольственной инфляции по региону (8,67%). Такое расхождение объясняется структурой набора: в него вошли товары, которые за год значительно подешевели (яйца, сахар, гречка). Если бы эти продукты были исключены, персональная инфляция по оставшимся позициям оказалась бы выше средних значений по области.

Чтобы оценить, как изменение цен отразилось на состоянии жителей Кирова, мы рассчитали, сколько наборов можно приобрести на среднюю заработную плату (Таблица – 2) [5,6,7].

Таблица 2 – Покупательная способность

Год	Зарплата (руб)	Стоимость корзины (руб)	Количество корзин
2024	57 537,00	3 863,04	14,9
2025	67 200,00	4 546,18	14,8
2026	71 773,00	4 820,29	14,9

Анализируя данные (Таблицы 2), можем сделать вывод, что несмотря на рост цен, количество доступных наборов осталось практически неизменным благодаря росту номинальных доходов. Это свидетельствует о том, что для среднего кировчанина доступность базовых продуктов питания не снизилась.

Проведенный анализ позволил сделать следующие выводы:

- Стоимость фиксированного набора из 19 базовых продуктов в г. Кирове за два года (2024-2026) увеличилась на 25%, причем основное удорожание пришлось на 2024 год (+18%), а в 2025-2026 годах рост замедлился до 6%.

- Наиболее сильно выросли цены на масло сливочное, говядину, картофель, сметану. Существенное снижение цен отмечено на яйца, крупа гречневая, морковь сахар.
- Официальная продовольственная инфляция в Кировской области (8,67% за 2025-2026 годы) оказалась выше, чем в среднем по России (5,88%). При это наша корзина подорожала медленнее официальных показателей благодаря наличию подешевевших продуктов, что подчеркивает важность учета индивидуальной структуры потребления.
- Покупательная способность средней заработной платы относительно данного набора осталась стабильной (около 15 корзин в месяц), что говорит о сохранении доступности базового продовольствия для населения народа.

Полученные результаты могут быть использованы для корректировки потребительских бюджетов, а также в образовательных целях при изучении региональных особенностей инфляции.

Литература

1. Инфляция в Кировской области в январе 2026 года // Центральный банк Российской Федерации. – URL: https://cbr.ru/press/reginfl/?Id=65168 (дата обращения: 08.03.2026).

2. Средние потребительские цены на отдельные товары и услуги, наблюдаемые в рамках еженедельного мониторинга цен, в Кировской области на 12 января 2026 года // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кировской области. – URL: https://43.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ned_12.01.26.htm (дата обращения: 10.03.2026).

3. Средние цены на отдельные потребительские товары и услуги в Кировской области на конец января 2024 года // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кировской области. – URL: https://43.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Mes_cena_01.htm (дата обращения: 16.03.2026).

4. Средние цены на отдельные потребительские товары и услуги в Кировской области на конец января 2025 года // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кировской области. – URL: https://43.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Mes_cena_01(1).htm (дата обращения: 13.03.2026).

5. Статистика зарплат в Кирове за 2026 год // Статистика рынка труда в Кирове. – URL: https://kirov.gorodrabot.ru/salaries (дата обращения: 09.03.2026).

6. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кировской области // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кировской области. – URL: https://43.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Press43_ZP_12_2024.pdf (дата обращения: 11.03.2026).

7. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кировской области // О численности и среднемесячной номинальной начисленной заработной плате работников организаций Кировской области – итоги 2025 года. – URL: https://43.rosstat.gov.ru/news_resp/document/279358 (дата обращения: 12.03.2026).

УДК 629.08 ; 656.025.4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКОВ

Кожихов Д. Р. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрена возможность улучшения показателей эксплуатации, транспортирования и хранения пресс-подборщиков. Приведены современные методы и технологии, направленные на совершенствование процессов эксплуатации, перевозки и хранения пресс-подборщиков.

Ключевые слова: пресс-подборщик, агрегат, эксплуатация, хранение, груз

Рулонный пресс-подборщик — это сельскохозяйственная техника, которая формирует рулоны цилиндрической формы из валков сена или соломы (рисунок 1). Такие агрегаты подходят для заготовки сена и соломы в больших объёмах, работы в хозяйствах с высокой влажностью и риском осадков, а также для заготовки сенажа [1].

Процесс формирования рулона включает несколько этапов:

1. Захват массы — вращающийся подборщик пружинными пальцами захватывает растительную массу и подаёт её в камеру прессования.

2. Прессование — масса попадает между движущимися ремнями или вальцами и начинает вращаться, наматываясь слоями. При этом плотность регулируется натяжением ремней или давлением вальцов.

3. Обмотка — когда рулон достигает заданных размеров, срабатывает сигнал на начало операции обвязки. Активируется механизм обмотки, который накладывает шпагат или плёнку на поверхность вращающегося рулона.

4. Выгрузка — после обвязки задняя стенка прессовальной камеры открывается, и готовый рулон выталкивается на поле. В рулонных подборщиках рулон, как правило, выкатывается по откидной платформе. Затем дверца закрывается, и цикл повторяется.

Рулонные пресс-подборщики могут оснащаться разными типами камер [1, 2, 3]:

- Планчатая (цепная) — простая конструкция, легко ремонтируется, хорошо работает на сухой массе (сухое сено, солома).
- Вальцовая — отличная плотность прессования, работает с влажной массой (сенаж, влажные корма).
- Универсальная (планчато-вальцовая) — сочетает преимущества обоих типов, пригодна для любой влажности.

Эксплуатация.

Она потребует соблюдения определённых правил, чтобы обеспечить безопасность и сохранность машины.

Некоторые правила эксплуатации рулонного пресс-подборщика:

- Установить перед работой все защитные ограждения. Работать без ограждений запрещается.
- При погрузочно-разгрузочных работах и ремонте строповку производить в специально обозначенных местах.
- Ограждения карданного вала зафиксировать страховочными цепями.
- Не допускать присутствия посторонних лиц в непосредственной близости от пресс-подборщика при его работе.
- Не начинать работу, не убедившись, что движение агрегата и работа механизмов никому не угрожает.
- Настройка подборщика — высота подборщика над землёй должна быть отрегулирована так, чтобы зубья захватывали всю массу из валка, но не касались грунта.
- Регулировка плотности прессования — многие модели имеют регулировку степени уплотнения массы.

- Работа в агрегате с трактором — валок сена (соломы) должен располагаться между колёс трактора, при этом подборщик пальцами захватывает материал и подаёт его в прессовальную камеру.

- Повороты и переезды выполнять с выключенным ВОМ трактора и поднятым подборщиком.

- Ремонт и обслуживание рабочих органов необходимо производить при выключенном двигателе трактора.

- Не допускать работы на склонах во избежание скатывания рулонов по наклонной поверхности.

- Не работать под открытой задней камерой без установки предохранительных упоров на гидроцилиндрах.

Работа пресс-подборщика допускается только в агрегате с трактором рекомендованного класса [2, 3].



Рисунок 1 – Рулонный пресс-подборщик RB 15/2000

Транспортирование.

Основные правила транспортирования пресс-подборщиков [8]:

- От предприятия-изготовителя пресс-подборщик транспортируется железнодорожным транспортом на открытых платформах. Способ погрузки, размещения и крепления определяется предприятием-изготовителем и согласуется с транспортными организациями.

- Выгрузку пресс-подборщика производить краном грузоподъёмностью не менее 3000 Н (3 т). Зачаливание проводить только в предусмотренных местах стропления.

- Транспортирование от места получения до места эксплуатации на расстояние не более 50 км допускается производить трактором. По окончании транспортирования установить пресс-подборщик на ровную горизонтальную площадку, опустить опору сницы, подложить под колёса подкладки из подручного материала.

- Транспортирование по дорогам общего пользования производить в соответствии с «Правилами дорожного движения». Не допускается транспортирование пресс-подборщика с заполненной камерой по дорогам общего пользования [7, 8].

- При выезде на дороги общего пользования на пресс-подборщик должен быть установлен задний опознавательный знак «Тихоходное транспортное средство».

Хранение.

При хранении пресс-подборщиков действуют следующие правила [4, 5, 6, 11]:

- Пресс-подборщик необходимо хранить в закрытом помещении. Допускается хранение на открытых площадках или под навесом только в соответствии с требованиями ГОСТ 7751-79.

- Места хранения должны обеспечиваться противопожарными средствами в соответствии с правилами противопожарной безопасности.

- При хранении должны быть обеспечены условия для удобного осмотра и обслуживания, а в случае необходимости — быстрого снятия с хранения.

- Пресс-подборщик ставят на три типа хранения: межсменное — перерыв в использовании до 10 дней, кратковременное — от 10 дней до 2 месяцев, длительное — более 2 месяцев.

- Перед установкой на хранение и во время хранения производить проверку технического состояния пресс-подборщика и техническое обслуживание.

- Подготовку к межсменному и кратковременному хранению производить непосредственно после окончания работ, к длительному (более 2 месяцев) — не позднее 10 дней с момента окончания работ.

- Состояние пресс-подборщика при хранении в закрытом помещении проверять через каждые 2 месяца, при хранении под навесом или на открытой площадке — ежемесячно. После сильных ветров, дождей и снежных заносов проверку состояния пресс-подборщика производить немедленно.

- Выявленные при проверках отклонения от правил хранения устранять немедленно, при этом обратить особое внимание на состояние наружной консервации.

В результате подведем некоторые итоги.

Повышение эффективности при эксплуатации прежде всего возможно при четком соблюдении правил безопасности, рекомендаций завода-изготовителя по режимам работ.

Транспортирование, как минимум, задает безопасные и эффективные режимы перевозки различными транспортными средствами.

В этом направлении возможна оптимизация логистики и маршрутов. Так, использование современных информационных технологий для планирования маршрутов может значительно ускорить процесс доставки и уменьшить затраты [7, 8, 13]. Возможны следующие этапы.

1. Анализ и адаптация маршрутов.

Перед началом перевозки целесообразно провести анализ дорожной сети, определив наиболее подходящие маршруты. Это необходимо для выявления узких мест, опасных поворотов и других параметров, которые могут усложнить перевозку.

Кроме того, важно учитывать время суток, когда осуществляется перевозка. Например, грузовые автомобили, как правило, могут свободно передвигаться по городским и загородным дорогам в ночное время, что позволит минимизировать пробки и нарушения.

2. Автоматизация и цифровизация процессов.

Современные технологии и автоматизация процессов являются важными инструментами для повышения эффективности перевозки. Запуск автоматизированных систем управления транспортом может помочь в мониторинге состояния груза, отслеживании его местоположения и оценке безопасности на маршруте.

3. Интеллектуальные транспортные системы (ITS).

Интеллектуальные транспортные системы (ITS) включают в себя использование сенсоров и камер, а также автоматизированных систем управления. Эти технологии позволяют анализировать потоки транспортных средств, прогнозировать ситуации на дороге и предотвращать потенциально опасные события [8].

4. Применение систем мониторинга и контроля.

Внедрение систем мониторинга позволяет отслеживать перемещение грузов в реальном времени, анализировать состояние дорог и предлагать альтернативные маршруты в случае непредвиденных ситуаций. Это значительно снижает риски, связанные с перевозкой.

Хранение, наряду с обслуживанием, будет эффективно при соблюдении рекомендованных регламентов, правил безопасности, проведение сервисных работ на высоком профессиональном и технологическом уровне. К примеру, сложно провести необходимый перечень работ с пресс-подборщиком в полевых условиях (либо в удаленных бригадах), если доставить оборудование и специалистов затруднительно по причинам разбитых дорог и отсутствия необходимого транспортного средства [9, 10, 12].

Возможный прогресс в развитии при эксплуатации, транспортировании и хранении.

Рассмотренные направления — это сложный и многоаспектный процесс, который требует постоянного совершенствования технологий и методов. Они, наряду с энергосберегающими технологиями [14-24], позволяют минимизировать затраты на производство, улучшить качество продукции и снизить негативное воздействие на окружающую среду. На сегодняшний день можно выделить несколько аспектов для будущего развития:

1. Разработка новых материалов и технологий: Улучшение прочности и легкости конструкций пресс-подборщиков может облегчить их эксплуатацию, обслуживание, перевозку, хранение.

2. Исследования в области транспортных систем: Усовершенствование инфраструктуры для крупногабаритной техники, включая строительство специализированных дорог и площадок для разгрузки.

3. Стимулирование цифровизации: Продвижение программного обеспечения и платформ для учета проведенных воздействий и управления логистикой, которые объединят все звенья цепочки проделанных работ и поставок.

4. Модернизация нормативно-правовой базы: Обновление законодательной базы в сфере перевозки крупногабаритных грузов с учетом новых технологий и методов работы.

Литература

1. Как работает пресс-подборщик. – URL: https://agrogradt.com/kak-rabotaet-press-podborshchik (дата обращения: 30.03.2026).
2. Руководство по эксплуатации. Пресс-подборщики рулонные RB12, RB15, JB12, JB15 и их модификации. – URL: https://nm-agro.ru/servis/Руководство (дата обращения: 30.03.2026).
3. Пресс-подборщики рулонные ПР-Ф-110, ПР-Ф-145 и их модификации. Руководство по эксплуатации. – URL: https://bobruiskagromach.com/upload (дата обращения: 30.03.2026).
4. Диагностика и техническое обслуживание машин для сельского хозяйства : учебное пособие / А. В. Новиков [и др.] ; под редакцией А. В. Новикова. – Минск: БГАТУ, 2009. – 404 с.
5. ГОСТ 7751-85. Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения : государственнай стандарт Союза СССР : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20 декабря 1985 г. № 4560 : дата введения 1987-01-01. Москва : Стандартинформ, 1986. – 33 с.
6. Ленский, А. В. Специализированное техническое обслуживание машинно-тракторного парка / А. В. Ленский. – Москва : Росагропромиздат, 1989. – 236 с.
7. Лукинский, В. С. Логистика автомобильного транспорта / В. С. Лукинский, В. И. Бережной, Е. В. Бережная. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 368 с.
8. Рекомендации по сохранной перевозке. – URL: https://issa.ru/prdoc/prdoc_56.html (дата обращения: 30.03.2026).
9. Шилин, В. В. Математические модели принятия решений в исследовании предпочтений покупателей кроссоверов / В. В. Шилин, Е. Н. Суслопаров // Технические науки - от теории к практике. – 2015 – № 42. – С. 121-126.
10. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.
11. Шилин, В. В. Совершенствование технологии хранения машинно-тракторного парка в условиях предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, В. А. Салангин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы

XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 232-235
12. Шилин, В. В. Совершенствование технологии технического обслуживания и текущего ремонта автомобильного транспорта в условиях подразделений предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шидин, Д. П. Сысоев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 236-240.
13. Шилин, В. В. Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственной продукции за счет реализации энергосберегающих технологий при совершенствовании логистических систем управления материальными и информационными потоками / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 219-224.
14. Andreev, V.L. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V.L. Andreev, V.V. Shilin, V.V. Ilichev, T.S. Holodenina // BIO Web of Conferences, Vol. 42 (2022) 03009. doi:10.1051/bioconf/20224203009.
15. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.
16. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
17. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян / С. О. Лопатин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 142-144.
18. Жолобов, Н. В. Ресурсосберегающий пневмосепаратор / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов, К. В. Маишев // Сельский механизатор. – 2013. – № 6 (52). – С. 12-13.
19. Шиврин, В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки / В. И. Шиврин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 294-297.
20. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
21. Курбанов, Р. Ф. Современные технологии и комплексы машин для производства картофеля : учебное пособие для лабораторных работ по дисциплине «Инновационные технологии в механизации растениеводства» для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 160 с.
22. Курбанов, Р. Ф. Влияние эффлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – С. 43-52.
23. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 277-279.
24. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.

УДК 579

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Комиссарова Т. П. – магистрант 2 курса
ФГБОУ ВО ВятГУ, г. Киров, Россия

Аннотация

В статье анализируются проблемы качества воздушной среды на предприятиях пищевой промышленности и их влияние на здоровье персонала и качество продукции. Предложен комплекс инновационных решений по модернизации систем коллективной защиты (далее- СКЗ), обеспечивающих снижение концентрации загрязнителей, улучшение условий труда и повышение безопасности продукции. Особое внимание уделено энергоэффективности и экономической целесообразности предлагаемых мер.

Ключевые слова: коллективная защита, системы вентиляции, очистка воздуха, охрана труда, санитарно-гигиенические требования

Качество воздушной среды – критический фактор для пищевых производств: оно напрямую влияет на здоровье работников и безопасность продукции. В цехах выделяются пыль (мучная, сахарная), жировые аэрозоли, пары химических веществ, избыточная влага и микроорганизмы. Слабая система коллективной защиты воздушной среды (СКЗ) провоцирует не только профессиональные заболевания у персонала, но и микробиологическое загрязнение продукции, снижая её качество и срок хранения.

Цель исследования- разработать комплекс мер по повышению эффективности СКЗ на пищевых предприятиях.

Задачи:

- рассмотреть нормативно-правовую базу (ГОСТы, СанПиНы, СП);
- изучить типовые СКЗ на различных производствах;
- выявить недостатки существующих систем;
- предложить решения по модернизации вентиляции и фильтрации;
- оценить экономическую эффективность внедрений.

В настоящее время, на территории Российской Федерации на большинстве предприятий пищевой промышленности сущесвуют однотипные проблемы, такие как:

- недостаточная очистка от специфических загрязнителей (например, жировых аэрозолей);
- высокие энергозатраты из-за отсутствия рекуперации тепла;
- устаревшее оборудование (фильтры низкой эффективности, негерметичные воздуховоды);
- отсутствие автоматизации контроля качества воздуха;
- несоответствие нормам по уровню шума и вибрации.

Например, на одной из фабрик по производству кондитерских изделий концентрация сахарной пыли превышала ПДК (10 мг/м3), согласно ГОСТ 12.1.005-88 в 1,5 раза из-за слабой аспирационной системы на участке фасовки. Что оказало влияние на здоровье работников и снижало качество продукции.

На основании выявленных проблем предложены следующие варианты их решения, которые в комплексе позволят существенно повысить энергоэффективность и качество воздухообмена в помещениях [1-4].

Прежде всего, стоит обратить внимание на внедрение регулируемых приточно-вытяжных систем с частотными преобразователями. Такая модернизация даёт возможность гибко регулировать производительность оборудования- в результате экономия электроэнергии может достигать 30 %.

Дополнительным шагом к снижению эксплуатационных затрат станет установка рекуператоров тепла с КПД до 70 %. Принцип их работы основан на использовании тепловой энергии удаляемого воздуха для подогрева приточного - это напрямую снижает расходы на отопление, особенно в холодное время года.

Не менее важным аспектом является качество самого воздуха. Для его обеспечения разработана многоступенчатая система очистки, включающая несколько последовательных этапов фильтрации:

1) на первом этапе задействован механический фильтр, который задерживает крупные частицы размером более 5 мкм;

2) на втором этапе воздух проходит через электростатический блок, осаждающий аэрозоли размером 1–5 мкм;

3) следующий этап - очистка с помощью HEPA-фильтра класса H13: он обеспечивает эффективность 99,95 % для частиц размером 0,3 мкм, в том числе микроорганизмов;

4) после этого воздух поступает в угольный адсорбер, который нейтрализует летучие органические соединения и неприятные запахи;

5) завершает процесс очистки УФ-модуль, обеспечивающий надёжную дезинфекцию воздушного потока.

Чтобы поддерживать оптимальные параметры микроклимата и оперативно реагировать на их изменения, предлагается внедрить автоматизированный контроль с использованием современного измерительного оборудования. В его состав войдут:

- датчики CO_2 , отслеживающие концентрацию углекислого газа (норма составляет ≤1000 ppm);
- лазерные счётчики пыли для точного определения уровня запылённости;
- датчики влажности и температуры, позволяющие контролировать основные климатические параметры;
- аспираторы для регулярной оценки микробиологической обсеменённости воздуха.

Наконец, для максимального снижения энергопотребления целесообразно использовать комплекс энергосберегающих технологий:

- применение высокоэффективных вентиляторов класса IE3, которые потребляют меньше электроэнергии при сохранении производительности;
- рекуперация тепла от технологических линий - это позволит задействовать вторичные энергетические ресурсы;
- внедрение зонального управления вентиляцией: система будет автоматически отключать неиспользуемые участки, исключая ненужный расход энергии.

Реализация предложенного комплекса мер обеспечит не только значительную экономию ресурсов, но и создаст максимально комфортные и безопасные условия для пребывания людей в помещениях.

Экономическая эффективность

Разберем пример модернизации на молочном заводе:

- концентрация микроорганизмов снизилась с 5000 до 500 КОЕ/м3;
- энергопотребление сократилось на 25%;
- срок окупаемости - 2 года.

Расчёт для типового предприятия:

- общие затраты - 1 850 000 руб. (оборудование, монтаж, обучение персонала);
- годовая экономия - 520 000 руб./год (снижение энергопотребления, штрафов, рост производительности, сокращение брака);
- срок окупаемости - 3,5 года.

Нефинансовые преимущества:

- улучшение условий труда и снижение заболеваемости;
- соответствие стандартам ХАССП и ISO 22000;
- повышение репутации предприятия.

Проведённое исследование подтвердило актуальность модернизации средств коллективной защиты на пищевых производствах. Предложенные меры позволяют:

- обеспечить соответствие воздушной среды нормативным требованиям;
- снизить риски микробиологического загрязнения продукции;
- улучшить условия труда и снизить заболеваемость персонала;
- сократить эксплуатационные затраты за счёт энергосберегающих технологий;
- повысить конкурентоспособность предприятия.

Перспективы дальнейших исследований:

- внедрение IoT технологий для мониторинга воздушной среды в режиме реального времени;
- разработка адаптивных систем вентиляции с машинным обучением;
- изучение фотокаталитических фильтров для очистки от летучих органических соединений;
- оценка влияния модернизированных СКЗ на срок хранения продукции.

Результаты могут быть использованы при модернизации действующих предприятий, проектировании новых объектов и разработке корпоративных стандартов по охране труда и экологической безопасности.

Литература

1. СанПиН 2.3/2.4.3590-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения» (с изменениями и дополнениями от 22 августа 2024 г.). Регламентирует требования к вентиляции, микроклимату и другим параметрам воздушной среды на предприятиях общественного питания.
2. ГОСТ 12.4.011-89. Классифицирует средства коллективной защиты (СКЗ), включая системы вентиляции и очистки воздуха : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27.10.89 № 3222 : дата введения 1990-07-01. – Москва : Стандартинформ, 1990. – 6 с.
3. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
4. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.

УДК 631.354.2

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ХРАНЕНИЯ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Кононов И. Д. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В связи с кратковременным, периодическим использованием в производстве и длительном хранении в нерабочий период кормоуборочных комбайнов RSM 1401, возникает вопрос их хранения. Рассмотрено три основных способа хранения техники (хранение на площадке, под навесом и на крытой стоянке).

Ключевые слова: кормоуборочный комбайн, хранение, ремонт машин, технический уход

Изменение затрат на подготовку силосоуборочного комбайнов к хранению зависит от его срока эксплуатации и от способа хранения (рисунок 1). С возрастом, не зависимо от способа хранения, затраты на подготовку к хранению увеличиваются.

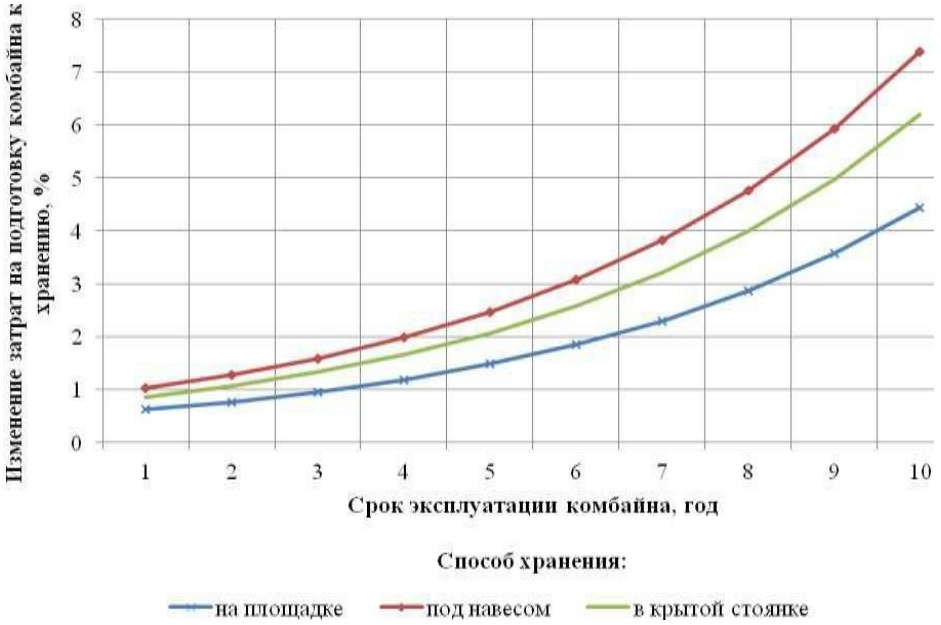


Рисунок 1 – Затраты на подготовку комбайна к хранению

Анализируя данные о плановых отчислениях на один комбайн за 10 лет его эксплуатации можно сказать, что новые комбайны имеют наиболее высокий коэффициент предпочтительности $К_п$. Следовательно, при хранении новых комбайнов хорошо используется площадь и объем складских помещений. Поэтому их целесообразно хранить в хороших, закрытых помещениях. Относительные затраты на их постройку составляют менее 10 % стоимости комбайнов [1,2].

Для обоснования рационального способа хранения и нормативов потребности капиталовложений кормоуборочных комбайнов RSM 1401, использовались известные методы сравнительной эффективности: статистический и экономико-математический.

Для подсчетов затрат при разных методах хранения техники использовалось уравнение [1,2] и в зависимости от срока службы умножались на поправочный коэффициент.

Слагаемые уравнения и графиков (рисунок 2,3,4) показывают, что эффективность способа хранения обуславливается величиной экономии на ремонте машин и техническими уходами за ними, которая позволяет покрыть затраты на хранение.

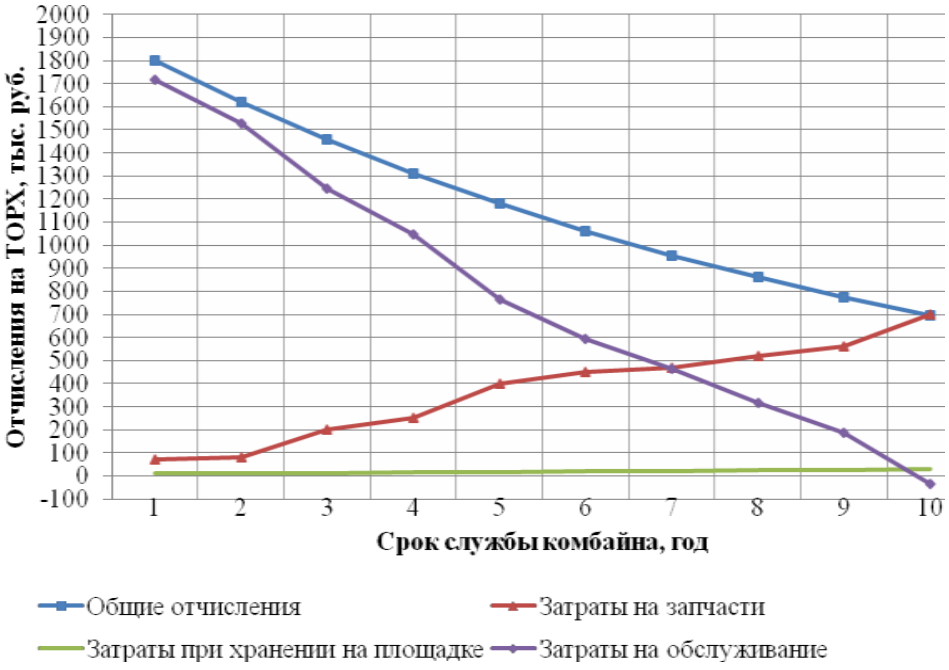


Рисунок 2 – Затраты при хранении комбайнов на площадке

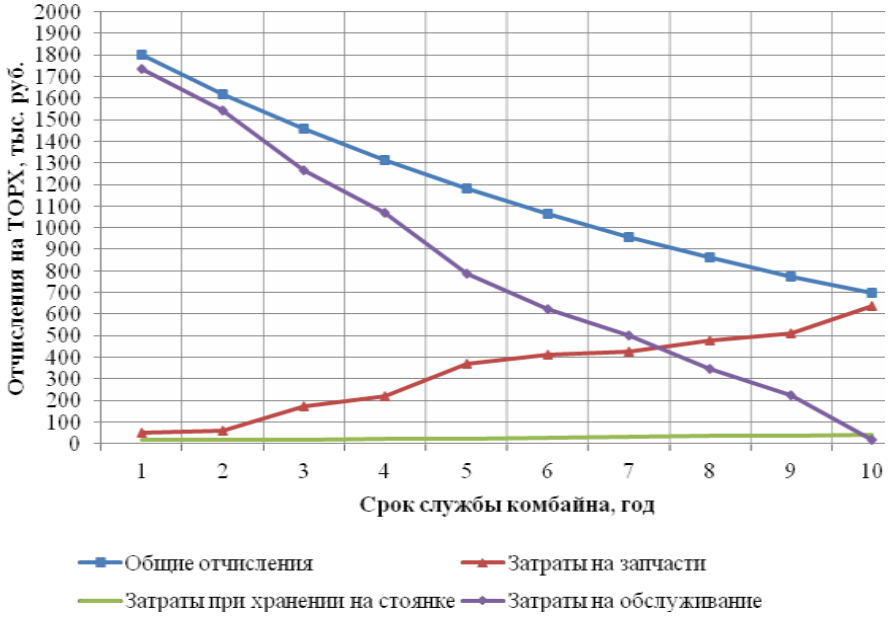


Рисунок 3 – Затраты при хранении комбайнов на крытой стоянке

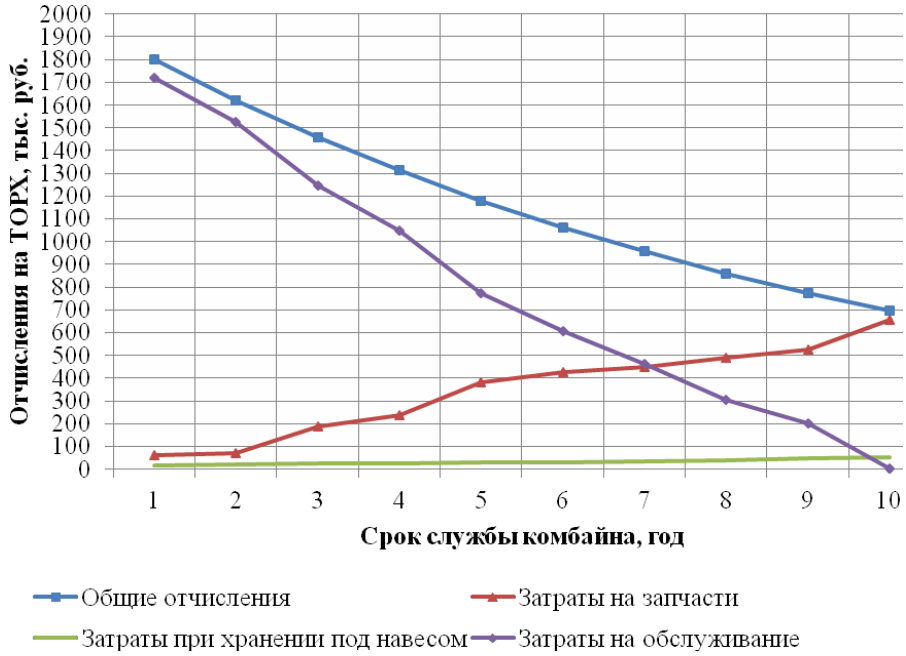


Рисунок 4 – Затраты при хранении комбайнов под навесом

Анализируя все три верхних графика, видно, что на конец срока эксплуатации плановых отчислений не хватает при хранении на площадке. Сравнивая три способа хранения техники, по затратам на подготовку силосоуборочных комбайнов можно сказать, что хранение в крытой стоянке выгоднее. Продолжительность операций по подготовке комбайна к хранению были определены вероятностными оценками.

Анализируя сетевой график подготовки комбайна к хранению можно утверждать, что все работы распределены равномерно. Трудоемкие и энергозатратные работы выполняются совместно комбайнером с сервисным механиком. Общее время проведения операций по подготовке комбайна к хранению при таком распределении работ составило 571 минуту (9 часов 31 минута).

Использование указанного сетевого графика, позволило сократить продолжительность времени работ при подготовке к хранению на 21% и рационально распределить выполнение технологических операций между комбайнёром и сервисным механиком.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

УДК 631.354.2

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Кононов И. Д. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В условиях обострения конкурентной борьбы за потребителя сельскохозяйственной техники зарубежные заводы-изготовители тракторов и сельскохозяйственных машин стремятся в предоставлении услуг своим клиентам придерживаться принципа «покупатель всегда прав». Это в полной мере подтверждает, что конкурентоспособность сельскохозяйственных машин в современных условиях определяется пакетом услуг, предлагаемых пользователю машин. Слабая производственная база ТО и ремонта МТС, наблюдается тенденция нарастания как простых, так и сложных отказов машин после третьего года их службы, в связи с чем ожидается увеличение объемов ремонтных работ.

Ключевые слова: технический сервис, наработка, машинно-технологические станции, инженерно-техническая система

Покупая новую технику, хозяйствам часто приходится выбирать между надежностью и выгодой. Импортная техника выходит из строя реже отечественной, однако ремонтируют ее дольше, и стоит ремонт существенно дороже. Отмечено, что инфраструктура сервисного обслуживания импортной техники и качество услуг дилеров отстают от темпов роста продаж машин.

Анализ зарубежного опыта агротехнических средств выявил две четко выраженные тенденции. В первую очередь это касается нарастающего интереса к фирменному обслуживанию техники, находящейся у фермеров. Так, если еще 15-20 лет назад расширение объема и номенклатуры услуг, увеличение гарантийных сроков и создание льготных условий продаж рассматривалось как фактор в конкурентной борьбе, то в последние годы в экономической политике машиностроительных фирм возник новый принцип продаж «интегрального продукта»: машины + запасных частей + технического сервиса. Такой подход к послепродажному (в т.ч. послегарантийному) обслуживанию, в настоящее время рассматривается как самостоятельная деятельность, приносящая значительные доходы.

Вторая тенденция заключается в интенсивном развитии межфермерской кооперации, поддерживаемой правительством многих стран. Это способствует снижению затрат на приобретение и эксплуатацию машин, а следовательно, и укреплению экономики всего сельскохозяйственного производства.

В США и других, экономически развитых странах подержанных тракторов и комбайнов продается в 3 раза больше, чем новых. Срок службы большей части подержанных тракторов 4-5 лет, зерноуборочных комбайнов 3-4 года. Технику реализуют после качественного ремонта и обслуживания. Ее стоимость 50% от первоначальной.

Большой возраст продаваемой на вторичном рынке зарубежной сельскохозяйственной техники приводит к повышенным затратам на поддержание ее работоспособности. После исчерпания среднего срока службы затраты на ремонт быстро растут и на 50-60% превышают расходы в первом периоде эксплуатации. Поэтому старые машины должны выполнять меньший объем механизированных работ, а их загрузка должна быть в 1,5-2 раза меньше. Кроме того рост затрат на ремонт и топливо увеличивает и себестоимость производства сельскохозяйственной продукции [1].

Иностранные фирмы уделяют вопросам технического обслуживания (далее ТО) не меньше внимания, чем производству машин. Качество ТО в значительной мере определяет размер сбыта и закрепляет потребителя за фирмой-продуцентом.

Представители фирмы John Deere считают, что без организации технического обслуживания можно продать одну машину, для продажи второй потребуется, чтобы работы по организации ее ТО начались задолго до того, как первая сойдет с конвейера.

Многие заводы-изготовители заблаговременно организуют обучение руководителей технических служб, механиков и дилеров правилам технического обслуживания новой машины. Для правильной эксплуатации, обслуживания и ремонта машин разрабатывается полный пакет технической документации (руководство по эксплуатации, каталог запасных частей, руководство по сборке-разборке и ремонту, сервисная книжка).

Значительное возрастание мощности сельскохозяйственной техники, внедрение автоматики и электроники существенно повышают требования к техническому обслуживанию. Заводы-изготовители стремятся обеспечить оперативность и квалифицированное техническое обслуживание. Организация продаж, ТО сельхозтехники и обеспечение ее запасными частями в конкретной стране зависит от уровня развития сельского хозяйства, особенно от возделываемых культур, климатических и других условий [2].

За рубежом наиболее распространена дилерская форма организации технического сервиса. Дилеры продают машины фермерам, обслуживают и ремонтируют их, поставляют запасные части, сдают машины в аренду и прокат, обучают фермеров и оказывают другие виды услуг. Они стремятся заключить контракт с владельцем машины на плановое техническое обслуживание, которое обеспечивает возможность планирования работ по ТО, устойчивый сбыт запасных частей, постоянный контроль технического состояния машины, предупреждение поломок и аварий.

Главные принципы, которыми руководствуется завод-изготовитель при организации послепродажного обслуживания, – это своевременное реагирование, увеличение периодичности и снижение трудоемкости обслуживания, постоянное повышение надежности работы машин. В условиях острой конкурентной борьбы некоторые заводы-изготовители предоставляют гарантию на тракторы сроком 24…36 месяцев без ограничения количества мото-часов, а на отдельные машины или детали – до пяти лет [2].

Среди важнейших факторов, определяющих доверие покупателя к заводу-изготовителю, – степень обеспеченности запасными частями и оперативность их доставки. Фирмы снабжают сбытовую сеть необходимыми запасными частями еще до появления новой модели машины на рынке и гарантируют их поставку в течение десяти лет со дня прекращения выпуска этой модели.

Зарубежные эксперты считают, что быстрый рост цен на природные ресурсы и их истощение, а также принятие законов по охране окружающей среды будут способствовать дальнейшему росту числа компаний, занимающихся модернизацией изношенной техники. В России модернизацией техники при ремонте занимаются многие сервисные предприятия. Для этого в ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» разработан пакет нормативно-технической документации [2, 3].

В условиях обострения конкурентной борьбы за потребителя сельскохозяйственной техники зарубежные заводы-изготовители тракторов и сельскохозяйственных машин стремятся в предоставлении услуг своим клиентам придерживаться принципа «покупатель всегда прав». Это в полной мере подтверждает, что конкурентоспособность сельскохозяйственных машин в современных условиях определяется пакетом услуг, предлагаемых пользователю машин [3].

В целом эксплуатация зарубежной мобильной техники в России имеет ряд особенностей. Во-первых, высокая наработка зарубежных машин за сезон обусловлена их большей технической и технологической надежностью, интенсивным использованием, большим набором убираемых культур, перемещением по регионам, недостатком техники в хозяйствах, длительным сроком проведения уборочных работ.

Во-вторых, многомарочность приобретаемой зарубежной техники одного вида существенно осложняет и повышает стоимость организации и проведения ТО и ремонта.

В-третьих, технически-экономический анализ состояния ремонтно-обслуживающей базы, опыт эксплуатации и ремонта топливной аппаратуры и гидрооборудования показывают, что наиболее качественный ремонт и ТО сложных узлов отечественной и зарубежной техники с предоставлением гарантии обеспечивается лишь на дилерских и специализированных предприятиях по техническому сервису.

В-четвертых, качественное ТО техники, сосредоточенной в МТС, в большинстве может осуществляться только высококвалифицированными сервисными инженерами с использованием соответствующего оборудования и информационной поддержки.

В-пятых, в нашей стране формирование системы технического сервиса зарубежных тракторов и мобильных сельхозмашин находится на начальном этапе. Недостаточно развита сеть дилерских предприятий и невысока их эффективность с точки зрения потребителя. Слабая производственная база ТО и ремонта МТС, наблюдается тенденция нарастания как простых, так и сложных отказов машин после третьего года их службы, в связи с чем ожидается увеличение объемов ремонтных работ.

ТО и диагностирование современной импортной техники в сравнении с отечественными машинами при практически одинаковом содержании операций отличаются, в основном, следующим:

- организацией работ по ТО и ремонту в соответствии с планово-предупредительной системой;
- широким использованием различных электронных систем, блоков управления и датчиков, электро- и гидроуправляемых исполнительных механизмов, которые, как правило, осуществляют также функции диагностирования, что в итоге позволяет косвенно или напрямую оценивать работоспособность узлов и агрегатов;
- организацией системы технического сервиса с разграничением полномочий технических служб по проведению операций ТО и ремонта. В России наиболее эффективна дилерская система фирменного сервиса;
- применением современных диагностических технических средств (сканеров, системных тестеров и мотор-тестеров) и электронной сервисной информации при выполнении работ по ТО и диагностированию.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 531.07

НАХОЖДЕНИЕ ПУТИ, ПРОЙДЕННОГО АВТОМОБИЛЕМ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЧАЛЬНОЙ ЕГО СКОРОСТИ

Копосова А. О. – студент 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
Перминова А. В. – студент 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается способ нахождения пути, пройденного автомобилем, в зависимости от начальной его скорости.
Ключевые слова: автомобиль, путь, начальная скорость, дифференцирование

Автомобиль, сила тяжести которого равна P (рисунок 1)

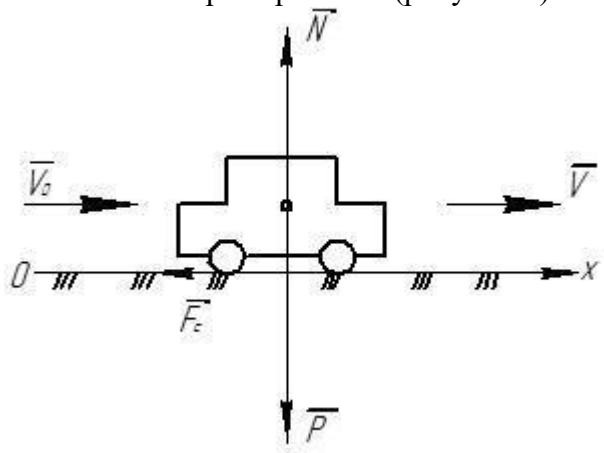


Рисунок 1-схема расстановки сил действующих на автомобиль во время движения

движется по горизонтальному пути, имея в начале движения скорость v_0(м/с). При движении на него действует сила сопротивления:

$$\mathbf{Fc = fG,}$$

где f – коэффициент сопротивления движению, который изменяется по закону:

$$f = k\sqrt[n]{x}.$$

Начальная скорость v_0, при которой он может пройти с начала движения путь s.

Принимаем коэффициент k=0,1, а n=4. Запишем для материальной точки основной закон динамики (1). В проекции на направление движения (рисунок 1) дифференциальное уравнение движения точки имеет вид

$$m\bar{a} = \bar{F}, \quad (1)$$

или

$$\ddot{x} = -gkx^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

$$V = e^{\ln C_1 - \frac{kg}{p}t} = e^{ln\, C_1} e^{-\frac{kg}{p}t} = C_1. \quad (3)$$

При этом t = 0, скорость $V = V_0$, откуда $C_1 = V_0$, поэтому

$$V = V_0 e^{-\frac{kg}{p}t}. \quad (4) \text{ или}$$

$$\frac{dx}{dt} = V_0 e^{-\frac{kg}{p}t}. \quad (5)$$

Проведя интегрирование второй раз, получим:

$$x = C_2 - \frac{pv_0}{gk} e^{-\frac{kg}{p}t}; \quad (6)$$

При t = 0, $x_0 = 0$, откуда C_2=PV$_0$/(gk).

Поэтому

$$x = \frac{pv_0}{gk}\left(1 - e^{-\frac{kg}{P}t}\right). \quad (7)$$

При t → ∞ пройденный путь s = $\frac{pv_0}{gk}$.

Этот же результат может быть получен также иным путем и с применением определенного интеграла. Для этого перепишем составленное выше дифференциальное уравнение движения в виде

p dv dx

$\frac{}{g}\frac{}{dv}\frac{}{dt} = -kv$,(8)

или

p dv

$\frac{}{g}\frac{}{dx}v = -kv$. (9)

После сокращения на v найдем

p dv

$\frac{}{g}\frac{}{dx} = -k$, (10)

$\frac{}{g}dv = -kdx$. (11)

Проинтегрировав последнее уравнение (по переменным v и x) в пределах от v$_0$ до 0 и от 0 до s, получим:

$$\frac{P}{g}\int_{V_0}^{0} dv = -k\int_{0}^{S} dx, \quad (12)$$

или

$$\frac{p}{g}. \quad (13)$$

откуда находим, что путь, пройденный автомобилем, от момента выключения двигателя до остановки, определится по формуле

$$\frac{}{g}V_0 = -ks.$$

$$s = \frac{pv_0}{gk}. \quad (14)$$

Литература

1. Куклин, С. М. Уравнение движения центра масс колеса с учетом силы тяги / С. М. Куклин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича. – Киров : Вятская ГСХА, 2020. – С. 44-46.

2. Куклин, С. М. Анализ скорости тела при падении на Землю / С. М. Куклин //Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : материалы 1Всероссиской научно-практической конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 201-203.

3. Патент на полезную модель № 18955 U1 Российская Федерация, МПК B07B 4/02, A01F 12/44. Зерноочистительная машина : № 2001101790/20 : заявл. 23.01.2001 :опубл. 10.08.2001 / В. Е. Саитов, С. М. Куклин ; заявитель Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN TLHMIS.

УДК 631.348.45

ТЕПЛООБМЕНИКИ С ПЛОСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ НАГРЕВА

Копчикова Е. Е. – студент 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Процессы теплообмена имеют большое значение в химической, энергетической, металлургической, пищевой и других отраслях промышленности. В теплообменных аппаратах теплопередача от одной среды к другой через разделяющую их стенку обусловлена рядом факторов и является сложным процессом, который принято разделять на три элементарных вида теплообмена: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение.

Ключевые слова: теплообменник, поверхность нагрева, теплоноситель

Для теплообменников наибольшее значение имеет конвективный теплообмен или теплоотдача, которая осуществляется при совокупном и одновременном действии теплопроводности и конвекции. Процессы теплообмена осуществляются в теплообменных аппаратах различных типов и конструкций.

По способу передачи тепла теплообменные аппараты делят на поверхностные и смесительные. В поверхностных аппаратах рабочие среды обмениваются теплом через стенки из теплопроводного материала, а в смесительных аппаратах тепло передается при непосредственном перемешивании рабочих сред.

Поверхностные теплообменные аппараты, в свою очередь, делятся на рекуперативные и регенеративные. В рекуперативных аппаратах теплообмен между различными теплоносителями происходит через разделительные стенки. При этом тепловой поток в каждой точке стенки сохраняет одно и то же направление. В регенеративных теплообменниках теплоносители попеременно соприкасаются с одной и той же поверхностью нагрева. При этом направление теплового потока в каждой точке стенки периодически меняется. Рассмотрим рекуперативные поверхностные теплообменники непрерывного действия, наиболее распространенные в промышленности.

Теплообменниками называются аппараты, в которых происходит теплообмен, между рабочими средами не зависимо от их технологического или энергетического назначения (подогреватели, выпарные аппараты, концентраторы, пастеризаторы, испарители, деаэраторы, экономайзеры и д.р.)

Технологическое назначение теплообменников многообразно. Обычно различаются собственно теплообменники, в которых передача тепла является основным процессом, и реакторы, в которых тепловой процесс играет вспомогательную роль.

Классификация теплообменников возможна по различным признакам.

По способу передачи тепла различаются теплообменники смешения, в которых рабочие среды непосредственно соприкасаются или перемешиваются, и поверхностные теплообменники - рекуператоры, в которых тепло передается через поверхность нагрева - твердую (металлическую) стенку, разделяющую эти среды.

По основному назначению различаются подогреватели, испарители, холодильники, конденсаторы.

Конкретная задача нагревания или охлаждения данного продукта может быть решена с помощью различных теплообменников. Конструкцию теплообменника следует выбирать, исходя из следующих основных требований, предъявляемых к теплообменным аппаратам.

Важнейшим требованием является соответствие аппарата технологическому процессу обработки данного продукта; это достигается при таких условиях: поддержание необходимой температуры процесса, обеспечение возможности регулирования температурного режима;

Вторым требованием является высокая эффективность и экономичность работы аппарата, связанные с повышением интенсивности теплообмена и одновременно с соблюдением оптимальных гидравлических сопротивлений аппарата.

Эти основные требования должны быть положены в основу конструирования и выбора теплообменных аппаратов. При этом самое большое значение имеет обеспечение заданного технологического процесса в аппарате.

Поверхность теплообмена пластинчатого теплообменника состоит из гофрированных пластин с четырьмя отверстиями по углам. Проложив между пластинами специальные фасонные прокладки и прижимая пластины друг к другу, можно образовать канал синусоидального профиля, по которому жидкость может перетекать из верхнего левого отверстия в нижнее левое. Эти два отверстия объединены общей большой прокладкой, в то время как два других отверстия окружены малыми (кольцевыми) прокладками, и из них жидкость не может ни выходить, ни входить в канал. Если к двум сжатым пластинам прижать пластину, объединив прокладкой нижнее правое отверстие с верхним правым, то будет образовано два канала. Пластинчатые теплообменники, занимая малый объём, обладают большой (до 1 500 м2/м3) поверхностью теплообмена и большими значениями коэффициента теплопередачи, вплоть до3 800 Вт/м2 при малом гидравлическом сопротивлении. Ещё одним преимуществом аппаратов этого типа является возможность быстрой сборки и разборки при ревизии и механической чистке поверхности. Например, при пастеризации соков (молока) в последний (третий) пакет поступают предварительно подогретый сок и горячий теплоноситель при температуре около 100°С. Пастеризация происходит при температуре около 70°С, и нагретый до этой температуры пастеризованный сок переходит в первый пакет, где используется в качестве горячего теплоносителя для предварительного подогрева сока, поступающего в аппарат. Во втором пакете в качестве горячего теплоносителя используется теплоноситель из третьего пакета, температура которого выше 80°С. В этом примере сок нагревается как бы на трёх ступенях, а горячий теплоноситель подаётся только в третий пакет.

В действительности в производстве в одном аппарате совмещают подогрев и охлаждение многих жидкостей. Пластинчатые теплообменники применяют также при обогреве паром низкого давления. В этом случае ширина канала для прохода пара составляет 5…10 мм. Пластинчатые теплообменные аппараты нельзя использовать при высоком давлении теплоносителей из-за опасности разгерметизации уплотнений между пластинами.

Литература

1. Иванов, А. Н. Теплообменное оборудование предприятий : учебное пособие / А. Н. Иванов, С. Н. Белоусов, С. Н. Смородин. – Санкт-Петербург, 2016. – 128 с.

2. Банных, О. П. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников : учебное пособие / О. П. Банных. – Санкт-Петербург, 2012. – 44 с.

3. Алексеева, Н. В. Теплообменное оборудование производств : учебное пособие / Н. В. Алексеева, Е. В. Романова, Р. А. Шубин. – Тамбов, 2023. – 94 с.

4.Теплообменные аппараты с плоской поверхностью нагрева // itexn – URL: https://intech-gmbh.ru/plate_heat_exchangers/?ysclid=mbas8semm5561274456 (дата обращения: 28.05.2025).

5. Теплообменные аппараты с плоской поверхностью нагрева // itexn – URL: https://studbooks.net/2182254/matematika_himiya_fizika/teploobmennye_apparaty_ploskoy_poverhnostyu_nagreva (дата обращения: 27.05.2025).

УДК 631.17

ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОСАДКИ КАРТОФЕЛЯ

Коржавина А. С. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Картофель является важной сельскохозяйственной культурой, используемой для производства продуктов питания, кормов и технических целей. Исследования показали, что во всем мире 60% картофеля потребляется людьми, 15% идет на корм скоту 5% используется в качестве промышленного сырья, а 11% пересаживается. Удобрения и правильная обработка почвы помогает картофелю переносить пересадку, а его удельный вес в севообороте составляет 25-50%.

Ключевые слова: картофель, севооборот, агротехника возделывания картофеля, элементы минерального питания, обработка почвы, трактор, сажалка

Место в севообороте: картофель примечателен тем, что при использовании удобрений и хорошей обработке почвы он прекрасно переносит повторную посадку. В севообороте его удельный вес варьируется в пределах 25-50%. При посадке стоит придерживаться таких принципов: в качестве предшественников для картофеля подходят озимые и яровые, а также зернобобовые; нельзя сажать картофель после пасленовых [1, 2].

Чтобы получить максимальную отдачу от картофеля, следует учитывать естественное плодородие почвы. При правильном питании и внесении удобрений можно рассчитывать на урожайность 8-15 т/га. Картофель забирает из почвы 5-6 кг азота, 1,5-2 кг фосфора и 7-10 кг калия на каждую тонну клубней. Органические удобрения отлично компенсируют это, рекомендуемое количество составляет 20-40 т/га на плодородных почвах и 40-60 т/га для малоплодородных почв.

Лущение стерни проводится после уборки стерневого предшественника спустя 2-3 недели. Для эрозионно-опасных районов проводится безотвальная обработка. Раннее весеннее боронование проводится весной в 2 следа, а культивацию на глубину 12-14 см проводят перед посадкой. Такой комплекс применим для легких почв, а для тяжелых почв весной проводят обработку плугами без отвалов на 22-27 см, но с установкой предплужников на рабочую глубину 12-14 см.

Калибровка и сортировка клубней проводится по фракциям при помощи КСП-25. Фракция 50-80 г подходит для посадки. Если наблюдается недостаток посадочного материала, то клубни могут разрезаться, при этом их могут дополнительно подвяливать и обрабатывать пестицидами. Протравливание клубней делают, чтобы защитить их от болезней, кроме того выполняют опудривание золой или смачивание растворами минеральных, а также гуминовых удобрений.

Наилучшее время для посадки картофеля, когда температура почвы достигает 7°С. Глубина заделки клубней 6-15 см. сажают картофель с междурядьями 70 см и шагом 25-35 см. Гребневая посадка обладает преимуществом в районах с достаточной обеспеченностью влагой. Гребни нарезают до посадки культиваторами гребнеобразователями или же после посадки культиваторами-окучниками. На гребневой поверхности земля прогревается быстрее, что позволяет раньше начать посадку.

Требования для подготовки поля под картофель подразумевает четкое соблюдение технологии с глубоким разрыхлением нижних слоев почвы и накоплением влаги.

Картофель можно успешно выращивать на разных типах почв: как на легких песчаных, так и тяжелых суглинках. Каждый тип имеет свои преимущества, понимание которых позволяет получать гарантированный результат в выращивании этой культуры. Высокое качество выращенной продукции обеспечивается при создании оптимальной структуры корневого почвенного горизонта, независимо от типа почвы.

Почва, подготовленная к посадке картофеля техникой, должна отвечать следующим требованиям: обеспечение рыхлости пахотного слоя; достаточный пахотный слой;

выровненная поверхность поля; высокая степень крошения; максимальное уничтожение сорняков.

Основные требования агротехники:

1. Физическая спелость почвы при температуре на глубине заделки клубней не ниже +7-8°С, подвергается качественной обработке с образованием мелкокомковатой структуры во всем пахотном слое;

2. Глубина посадки в основных зонах выращивания картофеля на суглинистых почвах составляет 6-8 см, на супесчаных - 8-10 см, считая от верхней точки клубня до вершины гребня с отклонением ±2 см;

3. Гребни после прохода сажалки должны иметь овальную форму, быть прямолинейными, концы гонов на поворотной полосе необходимо, чтобы заканчивались на одной линии, между посаженными строками должен оставаться слой девственной пашни шириной не менее 30-35 см, необходимый для формирования полнообъемных гребней во время ухода за посевами;

4. Посадка должна обеспечивать равномерность размещения клубней не менее 10%.

Для посадки картофеля используются картофелесажалки с дисково-ложечными (СН-4Б, КСМ-4А, КСМ-6) и с цепочноложечными аппаратами (Л-201, Л-202, Л-205), выпускаемые в Беларуси на ОАО «Лидсельмаш».

Высаживающие и заделывающие устройства навесных СН-4Б и полунавесных КСМ-4А и КСМ-6 картофелесажалок с дисково- ложечными высаживающими аппаратами и их модификаций не имеют принципиальных конструктивных различий. Они состоят из следующих узлов и механизмов: рама с прицепом, рабочий и загрузочный бункеры, ковши питателей, посадочные и туковысевающие аппараты, сошники, бороздозакрыватели, маркеры, стабилизаторы, рыхлители, опорные и ходовые колеса, выносные гидроцилиндры, электрозвуковая сигнализация.

Картофелесажалки СН-4Б КСМ-4А (КСМ-6) работают следующим образом. Клубни картофеля из бункера поступают к вычерпывающему аппарату. Ложечки вычерпывающего аппарата захватывают и зажимают клубни, затем сбрасывают их в борозды, образованные сошниками. За сошниками установлены секции заделывающих дисков. Картофелесажалки комплектуются бороздозакрывающими дисками и гидрофицированными маркерами, а также, в зависимости от почвенно-климатических условий, сошниками для полей, не засоренных камнями, или сошниками для засоренных камнями почв.

Рабочие органы приводятся во вращение от ВОМ трактора через карданные передачи, конические редукторы, контрпривод, шестеренчатые и цепные передачи. На выходном валу редуктора устанавливают одну из двух сменных звездочек в зависимости от использования независимого или синхронного ВОМ. На конце вала контрпривода устанавливают одну из шести сменных звездочек для изменения густоты посадки. Туковысевающие аппараты, шнеки, ворошители, встряхиватели приводятся во вращение цепными передачами. Гидросистема картофелесажалок подключается к гидросистеме трактора.

Навесная четырехрядная картофелесажалка Л-202 предназначена для посадки пророщенного и непророщенного картофеля на ровном поле и на гребнях. Агрегатируется с тракторами класса 1,4.

После заезда в борозду сажалка приводится в рабочее положение, и загрузочный бункер опускается гидросистемой трактора. Сажалка загружается любым самосвальным транспортным средством. После заполнения загрузочный бункер поднимается в рабочее положение и начинается движение. Клубни самотеком через регулируемые окна поступают в питающий ковш. При движении ложечек вверх через слой клубней они заполняются. Лишние клубни под действием вибраторов сбрасываются. Дальше движущиеся ложечки поднимают клубни по одному, переводят их в кожухи-направители и подают в бороздки, образуемые сошниками. Сферические диски закрывают бороздки, образуя гребень.

Норма посадки клубней устанавливается изменением передаточного отношения механизма передач.

Глубина хода сошников устанавливается перестановкой шплинтов на штангах сошников. Усилие штанговых пружин регулируется поджатием их нижних концов.

Глубина заделки клубней и форма гребней регулируются изменением длины цепей крепления дисков. Контроль глубины заделки клубней производится на расстоянии 10–15 м от начала движения путем осторожного вскрытия гребня и замера расстояния от его вершины до верхней части клубня.

Получил широкое распространение способ посадки картофеля в предварительно нарезанные гребни. Для образования гребней перед посадкой используются пропашные культиваторы типа КРН-4,2, КНО-2,8, КВК-4. При образовании гребней почва хорошо рыхлится, уничтожаются сорняки, почва в гребнях лучше прогревается и клубни быстрее всходят. Культиваторы-гребнеобразователи типа КВК-4 имеют активные рабочие органы, хорошо разрыхляют гребни и уничтожают сорняки.

Обзор технологий для посадки картофеля выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [3-23].

Литература

1. Возделывание картофеля от вспашки до уборки. – URL: https://mtraktor.ru/blog/traktor/vozdelyvanie-kartofelya (дата обращения: 23.01.2025).
2. Технологии выращивания картофеля. – URL: https://www.agrobase.ru/rastenievodstvo/texnologii-proizvodstva/kartofelya (дата обращения: 23.01.2025).
3. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.
4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
5. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
7. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
8. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
9. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
10. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
11. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.

12. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
13. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86
14. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
15. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
16. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
17. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
18. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин В.Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
19. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
20. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12.
21. Методические аспекты агроэкологического районирования сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Ню Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 4-8.
22. Наймушин, Д. А. Актуальные направления развития агропромышленного комплекса и использование индукционных нагревателей в скотоводстве / Д. А. Наймушин // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 62-66.
23. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.

УДК 633.15:631.8

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Коротаев Д. А. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Для комплексного изучения взаимосвязанных процессов, происходящих в природной среде, в частности на сельхозугодьях, в последние десятилетия активно используются методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Это основано на взаимодействии измерительной аппаратуры, размещённой на космических платформах с наземными комплексами приёма, обработки, хранения и распространения информации для обеспечения регулярного измерения спектрально-отражательных характеристик поверхности Земли.

Ключевые слова: точное земледелие, цифровые технологии, ДЗЗ, информационно-измерительные комплексы

Точное земледелие – это стратегия, которая использует детальную информацию для точного управления ресурсами, вложенными в производство сельскохозяйственной продукции. Она применяется в управлении конкретным участком в растениеводстве и в целом на сельскохозяйственном предприятии. Идея базируется на получении знаний характеристик почвы и урожая, уникальных для каждой части поля и в оптимизации вложений в небольшой его участок. Философия точного земледелия заключается в том, что производственные вложения (семена, удобрения, химикаты и др.) следует применять только по мере необходимости и на заданном участке [1].

Таким образом, одним из важнейших вопросов применения технологии точного земледелия является снижение затрат на удобрения, ядохимикаты и др. Необходимо учитывать такие факторы, как затраты на покупку и ремонт техники и технологического оборудования, рациональное использование и своевременное обслуживание техники; снижение времени и трудоёмкости технологического процесса за счёт применения современных ресурсосберегающих технологий. Такие приёмы технологии точного земледелия, как параллельное вождение, картирование урожайности и т.п., позволяют уменьшить затраты с помощью использования специализированных методик внесения средств защиты растений и минеральных удобрений. Перспективным направлением является внесение удобрений дифференцированным способом, т.е. избирательно, там, где недостаточно для нормального и интенсивного роста растений. Работа по такой методике подразделяется на два основных способа: внесение в режиме on-line (режим реального времени) и внесение в режиме off-line (с предварительно подготовленной картой поля) [2,3].

Для комплексного изучения взаимосвязанных процессов, происходящих в природной среде, в частности на сельхозугодьях, в последние десятилетия активно используются методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Это основано на взаимодействии измерительной аппаратуры, размещённой на космических платформах с наземными комплексами приёма, обработки, хранения и распространения информации для обеспечения регулярного измерения спектрально-отражательных характеристик поверхности Земли. Такие информационно-измерительные комплексы стали эффективным инструментом сбора информации о пространственном распределении и временной динамике роста и развития растительного покрова, на основе которых ведутся и широко развиваются многочисленные проекты по исследованию процессов энерго- и массообмена в приземных слоях атмосферы и растительного покрова.

Технология точного земледелия обеспечивает не только практически такую же урожайность зерновых культур, что и традиционная, но и позволяет создавать более качественную структуру посевов, сократить расход семян на 10–15%, минеральных удобрений и средств химической защиты растений – на 15–20%, проводить агротехнические мероприятия в различных условиях, в том числе ночью. Подкормку целесообразно сочетать с

предварительным определением плотности и густоты стеблестоя, основанным на сравнении показателей индекса NDVI (Normalized Difference Vegetative Index – индекс вегетации биомассы).

Преимущества дифференцированного применения удобрений требуют разработки новых технологий и соответствующих технических средств на уровне новейших средств механизации, систем автоматизации и компьютеризации на основных стадиях технологического процесса применения средств химизации в сельском хозяйстве.

Рассмотрим методику дифференцированного внесения удобрений в режиме реального времени – on-line. Система дифференцированного внесения удобрений в режиме on-line предназначена для оценки состояния посевов в процессе движения агрегата по полю и определения количества азота или иного вещества, необходимого для внесения в данной точке.

Использование такой системы позволяет перейти от равномерного внесения удобрений к дифференцированному внесению, в соответствии с реальной потребностью. Дифференцированное внесение удобрений помогает обеспечить большую экономию азотных удобрений и фунгицидов при сильном заражении поля, а также повысить эффективность действия внесённых веществ.

Система GreenSeeker RT 200 определяет потребность азотных удобрений на данном участке поля путём измерения индекса вегетации биомассы NDVI и сравнения полученного значения индекса с заданным алгоритмом.

Работа системы GreenSeeker RT 200 базируется на активных оптических датчиках, работающих в режиме реального времени, каждый из которых имеет свой источник света и может использоваться в любое время суток. Оптический датчик излучает красные и ближние инфракрасные лучи, которые, отражаясь от растений, попадают на фотодиод, расположенный в головной части датчика. Формат данных, скорость и вторичные индексы растительности пользователь может настроить самостоятельно. Номинальная область захвата датчиков составляет от 60 см до 12–15 м. Таким образом, происходит измерение индекса вегетации биомассы NDVI, затем сравнивается полученное значение индекса с заданным алгоритмом и в режиме реального времени определяется, сколько азотных удобрений надо внести на данном участке поля. Использование GPS-приёмника позволяет записать в память компьютера распределение индекса NDVI с привязкой к местности, а в дальнейшем составить карту распределения азотных удобрений по элементарным участкам поля. Информация с датчиков обрабатывается в коммутационном блоке и передаётся на полевой компьютер, который формирует команды для изменения нормы внесения. К полевому компьютеру может подключаться внешний GPS-приёмник, за счёт чего обеспечивается создание карт состояния растительного покрова и карт внесения материалов.

Технологический процесс работы компонентов системы заключается в следующем. Система снабжена активным источником света, излучаемым в диапазоне 600 нм (красный) и 780 нм (близкий к инфракрасному). Часть отражённого света попадает на фотодиоды, где измеряется его количество. После вычисления на компьютере выдаётся индекс вегетации, который служит показателем плотности травостоя и его жизнеспособности. Рабочий захват системы равен 18 м через каждые 0,6 м и монтируется 30 датчиков и жиклеров. Бортовой компьютер позволяет вычислять необходимое количество удобрений и подавать их в каждый жиклер отдельно. Коммутационный блок содержит схему соединений, устанавливаемых на штанге датчиков с компьютером. Интерфейсный модуль CAN (англ. Controller Area Network – сеть контроллеров) последовательно соединён и подключён к сети, предназначен для объединения в единую сеть всех исполнительных устройств и датчиков. Контроллер представляет собой герметичный экологически безопасный блок, который устанавливается внутри или на внешней стороне кабины.

Интерфейс пользователя для системы RT200 – износоустойчивый карманный компьютер TDS Recon. Компьютер отображает и сохраняет данные с датчиков и соединяется с контроллером дозирования устройства внесения удобрений. Предварительно в компьютер

загружается программа RT Commander. Для быстрой передачи данных используется запоминающее устройство, карта CompactFlash, или интерфейс подключается к ноутбуку.

Работа всей системы на примере операции опрыскивания осуществляется следующим образом. При движении опрыскивателя по полю датчики GreenSeeker, закреплённые на штангах, испускают волны двух разных длин. Это необходимо для определения цветового покрова растений. Дальше эти данные поступают в микропроцессор датчиков, обрабатываются и уже через кабели поступают на контроллер системы, расположенный в кабине. В самом контроллере происходит обработка значений, полученных от всех датчиков, и на полевой компьютер TDS Recon поступает уже готовое значение индекса вегетативности NDVI. Во время движения опрыскивателя по полю датчики GreenSeeker измеряют растительный покров, одновременно происходит формирование электронной карты индекса NDVI и карты норм внесения удобрений.

Далее программное обеспечение RT Commander, установленное на полевом компьютере TDS Recon, обрабатывает эти данные, и в соответствии с тарировочным графиком для заданной культуры выдаёт контроллеру опрыскивателя необходимое значение нормы внесения удобрений для культуры в данный момент её вегетативного роста.

Затем программа RT Commander автоматически построит график, который и послужит основой для дифференцированного внесения удобрений. Именно по нему в режиме реального времени программа RT Commander и определяет необходимую норму внесения. Во время всей работы, в дополнение к вышеизложенному, одновременно происходит формирование электронной карты индекса NDVI, а также карты норм внесения удобрений. При этом если был подсоединён навигационный приёмник, будут сохранены все координаты считывания информации. Это даёт очень широкие возможности для последующего анализа состояния растений. Кроме того, данные, полученные с помощью программы RT Commander, можно свободно экспортировать в специализированное программное обеспечение для дальнейшего анализа и обработки информации.

Внедрение в систему точного земледелия дифференцированного внесения жидких удобрений экономически целесообразно и является необходимым условием интенсификации растениеводства.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 628.1

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ВОДОСНАБЖЕНИЮ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Котомцева У. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор требований к воде, используемой для хозяйственно-питьевых целей, а так же комплекс сооружений и механизмов, необходимых для получения воды из источника, её очистки, хранения и подачи к местам потребления.
Ключевые слова: водоснабжение, установка, вода, системы

Правила выбора централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и оценка его качества регламентируется ГОСТ 2761. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила хранения. При выборе водоснабжения учитывают такие требования, предъявляемые потребителем к качеству воды. Выбор источника определяет характер всей системы водоснабжения, состав водопроводных сооружений и технологическую систему, на такие расходы, связанные со строительством и эксплуатацией водопроводного комплекса. Выбору источника водоснабжения того или иного объекта должны предшествовать всестороннее изучение и анализ водных ресурсов региона, где расположены проектируемый объект

В зависимости от происхождения различают атмосферные, поверхностные и подземные воды. Для снабжения животноводческих ферм используют реки, озера, ручьи, пруды, колодцы, родники. Однако в условиях современных крупных ферм и комплексов потребности в воде для нужд животноводства обеспечивают в основном централизованным водоснабжением (водопроводами). В небольших хозяйствах используют колодцы, скважины и естественные водоемы.

Питьевая вода должна быть прозрачной и бесцветной, не иметь запаха и постороннего привкуса. Вкус ее имеет большое значение, так как горькую, соленую или совершенно безвкусную воду животные пьют неохотно.

К питьевой воде предоставляют следующие требования СаНПиН:

- запах по 5-бальной шкале при t=20ºС не более 2 баллов;
- прозрачность по шрифту, не менее 30 см;
- цветность по платиново-кобальтовой шкале, не более 20 град;
- мутность по каолину, не более 1,5 мг/л;
- общая жесткость для животных, мг•экв/л:

– КРС 10…18;
– свиньи 8…14;
– овцы 24…45.

Мягкая вода не подходит для поения, так как в ней ограниченное содержание минеральных веществ.

Все источники водоснабжения делятся на два вида:

- поверхностные (реки, пруды, озера);
- подземные.

Для вод из поверхностных источников присущ один очень серьезный недостаток – это их сильная загрязненность.

Поэтому с учетом требований СаНПиН поверхностным водам требуется комплексная очистка на дорогостоящих очистных сооружениях. Поэтому 90% систем сельскохозяйственного водоснабжения снабжаются водой из подземных источников, расположенных на большой глубине до 150 м относительно пахотного горизонта. Вода подземных источников обладает кристальной чистотой, но она сильно минерализована, что для животных является положительным моментом.

В зависимости от происхождения различают атмосферные, поверхностные и подземные воды. Для снабжения животноводческих ферм используют реки, озера, ручьи, пруды, колодцы, родники. Однако в условиях современных крупных ферм и комплексов потребности в воде для нужд животноводства обеспечивают в основном централизованным водоснабжением (водопроводами). В небольших хозяйствах используют колодцы, скважины и естественные водоемы.

Централизованное водоснабжение имеет несомненные санитарные и экономические преимущества, позволяющие при наименьших затратах физического труда механизировать поение животных и другие нужды ферм и комплексов.

Для централизованного водоснабжения используют только те источники, где можно организовать их санитарную охрану.

Для получения подземной воды используют шахтные и трубчатые колодцы. Шахтные колодцы устраивают для добывания грунтовой воды с глубины не более 30 м. Место для колодца желательно выбирать на расстоянии не менее 50 м от жилых и животноводческих построек и выше их по уклону, а также возможно дальше от навозохранилищ, жижесборников, туалетов и других источников загрязнения, вне водостоков талых и ливневых вод, вдали от оврагов. Колодцы закрывают крышкой, а над ними делают будку или навес.

Трубчатые колодцы устраивают из труб, углубленных в землю путем бурения. Эти колодцы обладают многими преимуществами перед шахтными, так как они защищены от проникновения в колодец верховодки и загрязненных поверхностных стоков.

Если воду используют из рек, то забирают ее по течению выше населенного пункта, территории фермы или других источников загрязнения. Для этого на берегу строят водоприемники. В некоторых случаях для водоснабжения животноводческих ферм строят искусственные водоемы — пруды, водохранилища. Пруды необходимо делать глубокими, чтобы они не зарастали растительностью. Вблизи водоемов нельзя устраивать свалки, утилизационные установки, предприятия по переработке сырых животных продуктов, бойни, стойбища и тырло для скота.

Очистка и обеззараживание воды. Вода, не отвечающая требованиям ГОСТа, подлежит предварительной обработке, включающей улучшение ее физических и химических свойств (осветление, обесцвечивание, умягчение и обезжелезивание) и освобождение от патогенных микроорганизмов (обеззараживание).

Для улучшения физических свойств воду отстаивают в специальных бассейнах, в которых осаждаются более крупные частицы и микроорганизмы. После этого воду фильтруют через слой песка или щебня. Иногда взвешенные частицы осаждают с помощью специальных химических веществ (коагулянтов). Для обезжелезивания воду подвергают аэрации, коагулированию, известкованию с последующим отстаиванием и фильтрованием.

Обеззараживание воды производят кипячением или обработкой химическими веществами. Наиболее широко для этих целей применяют хлорирование газообразным хлором или 1%-ным раствором хлорной извести. Доза активного хлора зависит от степени загрязнения воды (0,5…5 мг/л). Хлорированная вода не должна иметь запаха и привкуса хлора. При использовании хлорной извести стерилизующее действие оказывает помимо хлора и кислород, образующийся при ее распаде.

Один из наиболее крупных потребителей воды – сельское хозяйство, и в частности животноводство. Потребность в воде животноводства в десятки раз выше, чем населения. Расход воды в сельскохозяйственном производстве очень значителен. Так на получение 1 т молока он составляет 5 ... 10 т, на промывку 1 т соломы при выщелачивании – 50 т, на производство 1 т мяса говядины – 50 т, на выращивание 1 т картофеля – 300 т, на выращивание 1 т пшеницы – 1000 т. вода ферма водозаборный водонапорный

На животноводческих и птицеводческих фермах, фабриках и комплексах вода расходуется на производственно-технические нужды (поение животных и птицы, приготовление кормов, мойку оборудования, уборку помещений, мойку животных и др.),

отопление, хозяйственно-питьевые нужды обслуживающего персонала (в бытовых помещениях, умывальнях, душевых, туалетах и др.) и противопожарные мероприятия.

Правильная организация водоснабжения имеет исключительное значение для эффективной работы фермы, так как обеспечивает нормальное выполнение производственно-зоотехнических процессов и противопожарную безопасность, улучшает условия содержания животных, повышает производительность и культуру труда обслуживающего персонала, увеличивает продуктивность животных, улучшает качество продукции и снижает ее себестоимость.

Согласно существующим нормам потребления воды различными группами животных и удовлетворения технологических нужд различных объектов фермы, рассчитывается средний суточный расход воды на ферме (комплексе) по формуле:

$$Q_{\text{сут. ср}} = q_1 \cdot m_1 + q_2 \cdot m_2 + ... + q_n \cdot m_n, \quad (1)$$

где $Q_{\text{сут.ср}}$ – средний суточный расход воды на ферме, м^3/сут;

q_1, q_2,.., q_n. – среднесуточная норма потребления воды одним потребителем, м^3/сут;

m_1, m_2,…, m_n – количество потребителей, имеющих одинаковую норму потребления (голов, единиц и далее);

1, 2,…, n – число групп потребителей.

Среднесуточный расход воды летом выше, чем зимой. Неравномерность суточного водопотребления воды выражают коэффициентами суточной неравномерности. Тогда максимальный суточный расход воды на ферме или комплексе определится по формуле:

$$Q_{сут.\max} = Q_{сут.ср} \cdot K_1, \quad (2)$$

где $Q_{\text{сут.max}}$ – максимальный суточный расход, м^3/сут;

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Механизация поения молодняка крупного рогатого скота / П. Н. Солонщиков, С. В. Брагина // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы X Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, посвященный 65-летию со дня образования инженерного факультета Вятской ГСХА, Киров, 07 февраля 2017 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – Вып. 18. – С. 278-280. – EDN YMVVWY.

2. Мохнаткин, В. Г. Устройство ввода и смешивания порошкообразных компонентов с жидкостью / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 4 (11). – С. 178-185. – EDN PCDRGV.

3. Solonshickov, P. Preparation of liquid feed mixtures with continuous introduction of components / P. Solonshickov, I. Tolstoukhova, A. Shevchenko // E3S Web of Conferences, Termez, Uzbekistan, 29–30 апреля 2024 года. – Les Ulis Cedex A: EDP Sciences, 2024. – P. 6010. – DOI 10.1051/e3sconf/202454806010. – EDN NBQEYW.

4. Семенюк, В. С. Разработка системы точечного внесения жидких средств химизации на основе моделей сверточной нейронной сети / В. С. Семенюк, Е. А. Никитин. – DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-1-41-45 // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2021. – Т. 15, № 2. – С. 41-45. – EDN CEVVHD.

5. Экспериментальное исследование лабораторного макета для дозирования кормовых добавок / В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин, Е. А. Никитин [и др.]. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-1-23-33 // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 1 (140). – С. 23-33. – EDN XYVKSM.

6. Структурно-логистическая модель материальных потоков цифровой животноводческой фермы / В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин, Е. А. Никитин, С. С. Юрочка. – DOI 10.26897/2687-1149-2020-5-26-32 // Агроинженерия. – 2020. – № 5 (99). – С. 26-32. – EDN WEURXU.

УДК 631.171

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ

Кочанов Д. А. – обучающийся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрены технологии и средства механизации, применяемые для глубокого рыхления почвы.

Ключевые слова: Обработка почвы, глубокое рыхление, плужная подошва, глубокорыхлитель, структура почвы

Обработка почвы представляет собой комплекс механических, химических и биологических воздействий, направленных на изменение её агрономически значимых свойств в целях создания оптимальных условий для возделывания сельскохозяйственных культур. Выделяют следующие приёмы основной обработки почвы: вспашка, глубокое рыхление, чизелевание, кротование, фрезерование, щелевание и т.д. Для каждой операции предназначено соответствующее сельскохозяйственное орудие.

Глубокое рыхление почвы - приём основной обработки почвы, при котором почва рыхлится, крошится и частично перемешивается, но не происходит оборота пласта. Цель данного приёма - разрушить плужную подошву. Плужная подошва – это уплотненный слой почвы, который формируется из года в год при работе традиционными орудиями: плугами, дисковыми боронами, культиваторами. Особенно сильно она образуется на тяжелых почвах и суглинках. Этот слой мешает влаге проникать вглубь, задерживает корни в верхних горизонтах и провоцирует застой воды после осадков. В результате растения страдают от нехватки влаги уже в середине лета, а весной хозяйства теряют время, ожидая, пока верхний слой подсохнет [1-8].

Оптимальные сроки глубокого рыхления почвы - сразу после уборки предшественника, чаще всего в августе-сентябре. В этот период почва достаточно увлажненная, температура стабильная, техника работает без пробуксовки, а разрушение уплотнений происходит максимально эффективно. Однако сроки могут отличаться в зависимости от региона:

Центральная Россия - работы проводят в сентябре-октябре. После зимы поля после глубокого рыхления быстрее просыхают, а влага задерживается в нижних горизонтах.

Поволжье и Урал - рыхление выполняют на глубину 45–60 см, чтобы аккумулировать максимум влаги перед весной.

Наиболее эффективным приемом разуплотнения почвы является применение глубокорыхлителей. Это сельскохозяйственное орудие, предназначенное для рыхления почвы на значительную глубину без её оборота. Его задача - разрушить плужную подошву, восстановить естественную пористость, улучшить водопроницаемость и доступ воздуха к корням. Разрыхление почвы происходит на глубине до 60-80 см. Чаще всего глубокорыхлители используют в засушливых регионах или на полях с интенсивной эксплуатацией.

Настройка глубины проводится в несколько этапов:

1) Выбирается наиболее ровный участок поля;

2) Предварительно устанавливаются фиксирующие пальцы колёс, задаётся положение гидроцилиндров блока катков;

3) Производится заглубление глубокорыхлителя и осуществляется пробная обработка на участке длиной 15–20 м;

4) После остановки производится дополнительная, более точная регулировка.

Действия 3 и 4 повторяются несколько раз до тех пор, пока не достигается требуемая глубина обработки. Пример глубокорыхлителя представлен на рисунке.

Различают следующие технологические приемы глубокого рыхления:

- Глубокое сплошное рыхление склоновых и равнинных земель рекомендуют осенью по стерне зерновых и пропашных культур вместо зяблевой вспашки. В тех случаях, когда отсутствует осушительная сеть и есть опасность переувлажнения почвы, глубокое рыхление под картофель, корнеплоды, кукурузу и другие культуры проводят весной;

- Полосное глубокое рыхление с одновременным дренированием. Расстояние между полосами принимают равным 2-2,5 м для глинистых и 3-4 м для суглинистых почв.

Долговечность глубокого рыхления зависит от влажности почвы во время его проведения. Оно более эффективно при влажности почвы в зоне рыхления 60-80 % предельной полевой влагоемкости. Глубокое рыхление на 60-70 см с расстоянием между стойками глубокорыхлителя не менее 0,9 м обеспечивает улучшение физико-механических свойств почвы, повышает содержание органического вещества в подпахотном горизонте и увеличение коэффициента инфильтрации в 2-3 раза.



Рисунок – Глубокорыхлитель КАМА ТГР 45.5-250

Глубина обработки зависит от культуры: зерновые культуры (пшеница, рожь, ячмень, овёс, соя) - рыхление на 35-40 см; пропашные культуры (кукуруза, подсолнечник, сахарная свёкла) - до 60 см; технические культуры (рапс, лён, картофель) – 45-55 см.

Преимущества технологии глубокого рыхления:

- сохранение влаги. После рыхления вода из осадков и талых снегов уходит в глубокие слои и доступна растениям даже в засушливые периоды;

- улучшение структуры почвы. Устраняется слоистость и восстанавливается капиллярность;

- повышение урожайности. По данным полевых испытаний, рыхление до 40 см увеличивает урожайность корнеплодов на 6-26%, а на мелиорированных землях до 65 см – до 70%;

- снижение эрозии. Мульчированный слой предотвращает смыв и выдувание почвы;

- продление сроков весенних работ. Поля быстрее подсыхают, что позволяет начать сев раньше.

Недостатки:

- разрушение ее структуры, которая считается важной защитой от уплотнения;

- более высокий риск высыхания, если запасы почвенной влаги низкие, а окончание сезона сопровождается засухой.

Перспективы развития технологий глубокого рыхления почвы связаны с разработкой новых методов, проведением научных исследований и рекомендациями по применению этих технологий в сельскохозяйственном производстве. Глубокое рыхление наиболее эффективно в глубоких песчано-текстурированных почвах, где корни должны глубоко прорастать, чтобы получить доступ к почвенной влаге. Если слой почвы ниже глубины разрыхления содержит другие ограничения, например, кислотность, плохую структуру от солёности или минерализации почвы, выгода от глубокорыхлителя будет ограничена.

Обзор технических средств для глубокого рыхления почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [6-26].

Литература

1. Балабанов, В. И. Улучшение агрофизических свойств почв глубоким рыхлением / В. И. Балабанов, А. А. Макаров, Б. С. Мирзаев // Природообустройство. – 2024. – № 5. – с. 49-56. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/uluchshenie-agrofizicheskih-svoystv-pochv-glubokim-ryhleniem (дата обращения: 28.02.2026).
2. Михайлин, А. А. Глубокое рыхление мелиорируемых земель как способ повышения продуктивности сельскохозяйственных культур / А. А. Михайлин // Мелиорация и гидротехника. – 2012. – № 4. – с. 20-31. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/glubokoe-ryhlenie-melioriruemyh-zemel-kak-sposob-povysheniya-produktivnosti-selskohozyaystvennyh-kultur (дата обращения: 21.02.2026).
3. Власова, О. И. Обработка почвы : учебное пособие / О. И. Власова, Г. Р. Дорожко, В. М. Передериева. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 88 с. – ISBN 978-5-507-48141-5
4. Механизация растениеводства : учебник / В. Н. Солнцев, А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский [и др.] ; под редакцией В. Н. Солнцева. – Москва : ИНФРА-М, 2025. – 383 с. – ISBN 978-5-16-013973-9.
5. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.
6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
7. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
8. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
9. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
10. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
11. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
12. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
13. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
14. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
15. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
16. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение

эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
17. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
18. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
19. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
20. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин В.Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
21. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермяков // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
22. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12.
23. Мухамадьяров, Ф. Ф. К вопросу об исследовании начала возникновения скольжения пневматических шин / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. А. Шмаков // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы I Всероссийской научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение» и 54-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской ГСХА, посвященной 55-летию инженерного факультета. – 2007.– С. 179-182.
24. Методические аспекты агроэкологического районирования сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Ню Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 4-8.
25. Наймушин, Д. А. Конструкция перспективных типов подшипников / Д. А. Наймушин, Р. А. Лебедев // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 148-149.
26. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.

УДК 62-97/98

ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ КОМБИНИРОВАННЫМИ АГРЕГАТАМИ

Клепцов Е. В. – магистрант института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Предпосевная обработка почвы — ключевой этап агротехнологического цикла, значимо влияющий на качество и урожайность культур. Она связана с подготовкой почвы для создания оптимальных условий для развития растений. Традиционная обработка включает вспашку, боронование и культивацию, выполняемые разной техникой. Появление комбинированных агрегатов стало инновацией, позволяя выполнять несколько операций за один проход. Это ускоряет процесс, снижает топливные затраты и сохраняет структуру почвы, что положительно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: предпосевная обработка почвы, комбинированные агрегаты, крошение почвы, выравнивание поверхности, прикатывание почвы

Комбинированная агрегатная обработка — комплекс приемов, способствует совмещению нескольких технологических операций обработки почвы (крошение, рыхление, выравнивание, уплотнение) [1-8]. Выполняется многими почвообрабатывающими агрегатами.

Преимущества комбинированных почвообрабатывающих агрегатов:

-комбинированные агрегаты обеспечивают не только сохранение ресурсов, но и повышают продуктивность, что ведет к устойчивому развитию сектора;

-агрегаты выполняют несколько технологических процессов обработки почвы одновременно. Это позволяет уменьшить количество проходов по полю и уменьшить уплотнение почвы движителями машин; экономит время и снижает затраты на топливо, рабочую силу и обслуживание техники благодаря объединению нескольких операций.

Использование комбинированного агрегата:

- с помощью комбинированных агрегатов можно обрабатывать почвы разных типов, что делает их универсальными в эксплуатации;

- измельчение комков и глыб, обеспечивает контакт семян с почвой, улучшает капиллярный подъем влаги.

При помощи комбинированных почвообрабатывающих агрегатов выполняют следующие технологические операции:

1. Рыхление почвы для улучшения доступа кислорода и влаги к корням растений.
2. Выравнивание поверхности поля, что обеспечивает равномерность посева.
3. Уплотнение посевного слоя почвы для создания оптимальных условий для семян.
4. Культивацию почвы.

Обзор конструкций комбинированных почвообрабатывающих агрегатов.

Почвообрабатывающий агрегат АПМ-6 .Агрегат работает на почвах, не засоренных камнями, или засоренных отдельными мелкими камнями диаметром до 10 см, с абсолютной влажностью 13-20%, в почвенном слое 0…12 см. Агрегатируется с тракторами мощностью 300-350 л.с. Основное его назначение – подготовка почвы к посеву зерновых, кормовых или технических культур.

Для выполнения технологических процессов обработки почвы в севооборотах системы почвозащитного земледелия агрегат комплектуется секциями из рабочих органов: сферических дисков, волнистых дисков, игольчатых дисков, рыхлительных лап с выравнивателями, ножевых катков и спирально-планчатых катков.

Агрегат выполняет за один проход рыхление, выравнивание и прикатывание почвы с созданием в посевном слое уплотненного ложа для семян, обеспечивает ресурсосберегающую комплексную обработку почвы.

Комбинированные агрегаты пользуются преимуществом еще и потому, что они уменьшают количество проходов тракторов и сельскохозяйственных машин по полю для выполнения технологических операций, что, в конечном счете, уменьшает уплотнение почвы и ее удельное сопротивление, при этом уменьшаются энергетические затраты.

Комбинированный почвообрабатывающий агрегат РВК-3,6 применяют для предпосевной обработки подзолистых и дерново-подзолистых почв. За один проход агрегат рыхлит почву на глубине до 12 см, измельчает комья и глыбы, выравнивает поверхность поля и прикатывает почву. Агрегат работает с тракторами МТЗ-80, МТЗ-82 и ДТ-75М.

Агрегат комбинированный широкозахватный АКШ-3,6-02 (с ножевой бороной) предназначен для предпосевной обработки почвы на глубину 4-8 см с выполнением за один проход операций рыхления почвы, выравнивания и прикатывания поверхности поля. Агрегат АКШ-3,6-02 может работать на всех типах минеральных почв, не засоренных камнями, с абсолютной влажностью не выше 20% в слое 0-15 см. Уклон поверхности поля не должен превышать 8.

Особенности конструкции: агрегат АКШ-3,6-02 состоит из: рамы, сницы, прицепного устройства, колесного хода, передних катков, центральных секций, двух рядов задних катков. На раме секций располагаются рамки с рамки с ротационными батареями и винтовой механизм. Винтовой механизм служит для регулирования глубины хода S-образных стоек или ротационных батарей относительно опорной поверхности катков в пределах от 4 до 8 см. Передние и задние катки в рабочем положении являются несущими, колесный ход с помощью гидросистемы поднимается вверх и находится над почвой.

АКШ-3,6-02 с помощью гидросистемы трактора переводится в рабочее положение (поднимается вверх колесный ход), включается одна из рабочих передач и начинается движение по полю. При этом S-образные стойки или ножи на ротационных батареях рыхлят почву на необходимую глубину предпосевной подготовки, два ряда катков дробят комки почвы, выравнивают поверхность поля и уплотняют почву, создавая уплотненное ложе для семян при рыхлом верхнем слое.

При поворотах в конце гона агрегат переводится гидроцилиндром колесного хода и задней навески трактора в транспортное положение. После поворота агрегат опускается на почву.

Работа агрегата на поле производится челночным способом. После окончания работ на основном массиве поля производится обработка поворотных полос.

По окончании работы на поле агрегат переводят в положение дальнего транспорта для переезда на другое поле или на машинный двор, на гидроцилиндре колесного хода устанавливают упор и зафиксируют его.

Обзор технических средств для предпосевной комбинированной обработки почвы выполнен с целью подготовки диссертации. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [9-17].

Литература

1. Мухаметшин, И. С. Совершенствование способов и машин для предотвращения водной эрозии на склонах / И. С. Мухаметшин, Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Наука молодых - ин-новационному развитию АПК : материалы Международной молодежной научно-практической конференции. – 2016. – С. 251-259.

2. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.

3. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.

5. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булга-

риев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1Х Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
7. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
8. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
9. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
10. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
11. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
12. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
13. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
14. Сабиров, Р. Ф. Обоснование конструктивно-технологических параметров устройства для обработки семян биопрепаратами / Р. Ф. Сабиров, А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16, № 3 (63). – С. 84-89.
15. Табаленкова, Г. Н. Ростовые и продукционные показатели ярового ячменя на неоднородных участках в условиях европейского Северо-Востока / Г. Н. Табаленкова, Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко // Проблемы развития и научное обеспечение агропромышленного комплекса Северо-Восточных регионов европейской части России : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С.122-124.
16. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Модели деформирования почвы при оценке взаимодействия движителей тракторов с почвой / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Остальцев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2011. – № 3 (22). – С. 72-74.
18. Гуревич, А. М. Влияние движителей тракторов на свойства почв / А. М. Гуревич, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. С. Халтурин // Техника в сельском хозяйстве. – 1989. – № 1. – С. 53-54.

УДК 621.926.2

ДРОБИЛКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Кудина А. В. – студент 3 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Подготовка зерна к скармливанию животным является одним из ключевых этапов кормопроизводства. Механическое измельчение зерновых культур повышает их усвояемость на 10–15%, улучшает пищеварение у жвачных и моногастричных животных, а также способствует более равномерному распределению питательных веществ в комбикормовых смесях. История зернодробильного оборудования насчитывает более столетия: от примитивных жерновов до современных автоматизированных комплексов с цифровым управлением. Сегодня дробилки стали неотъемлемым элементом как крупных комбикормовых заводов, так и небольших фермерских хозяйств.

Ключевые слова: зерно, зернодробильное оборудование, кормопроизводство

При механическом воздействии на зерно происходит разрушение оболочки (шелухи), что обеспечивает доступ ферментам пищеварительного тракта к крахмалу и белкам эндосперма [6,15,17]. Степень измельчения напрямую влияет на скорость ферментации в рубце КРС: слишком мелкий помол (менее 0,5 мм) может вызывать ацидоз, тогда как крупное дробление (более 3 мм) снижает перевариваемость крахмала [3,7,9,11,12].

Таблица 1 – Оптимальные параметры дробления для различных культур

Культура	Оптимальная фракция, мм	Особенности
Кукуруза	1,5–2,5	Твёрдая оболочка требует энергоёмкого дробления
Ячмень	1,0–2,0	Быстро ферментируется, избыточное измельчение нежелательно
Пшеница	1,0–1,8	Высокое содержание клейковины требует осторожного помола
Овёс	1,5–2,2	Необходимо сохранить оболочку для поддержания структуры корма
Соя (после термообработки)	0,8–1,5	Требует тонкого помола для максимальной усвояемости белка

Молотковые дробилки являются наиболее распространённым типом оборудования для измельчения зерна (рисунок 1). Основу конструкции составляет ротор с закреплёнными на нём молотками, вращающийся со скоростью 1500–3000 об/мин. Зерно подаётся в дробильную камеру, где подвергается многократным ударам молотков о неподвижную деку (бивень), а затем просеивается через сито с определённым размером ячеек [1,2,4,5,14,16,18].

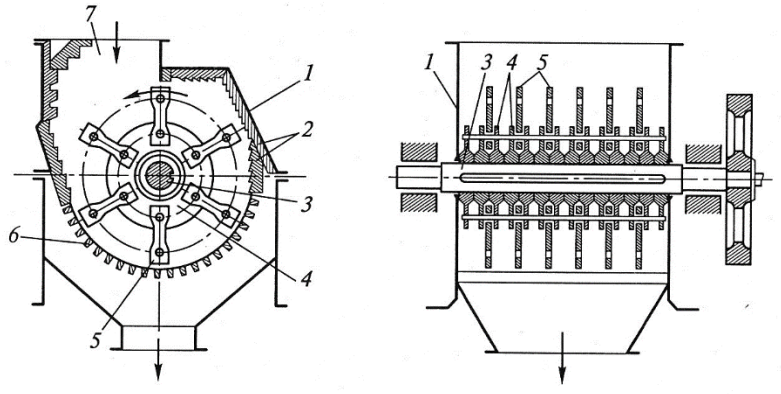


Рисунок 1 – Схема молотковой дробилки: 1 – корпус; 2 – зубчатые плиты; 3 – вал; 4 – диск; 5 – молоток; 6 – колосниковая решетка; 7 – загрузочное отверстие

Основными преимуществами молотковых дробилок являются: универсальность, возможность регулировки степени помола заменой сит, а недостатками являются: высокое энергопотребление, быстрый износ молотков и сит.

Валковые дробилки работают по принципу сжатия и сдвига (рисунок 2). Зерно проходит между двумя параллельными валами, вращающимися навстречу друг другу с разной скоростью. Поверхность валков может быть гладкой, рифлёной или зубчатой в зависимости от обрабатываемой культуры [10,13]. Преимущества: низкое энергопотребление (на 30–40% меньше молотковых), минимальное пылеобразование, возможность обработки влажного зерна (до 20%). Недостатки: ограниченная регулировка степени помола, необходимость точной настройки зазора между валками.

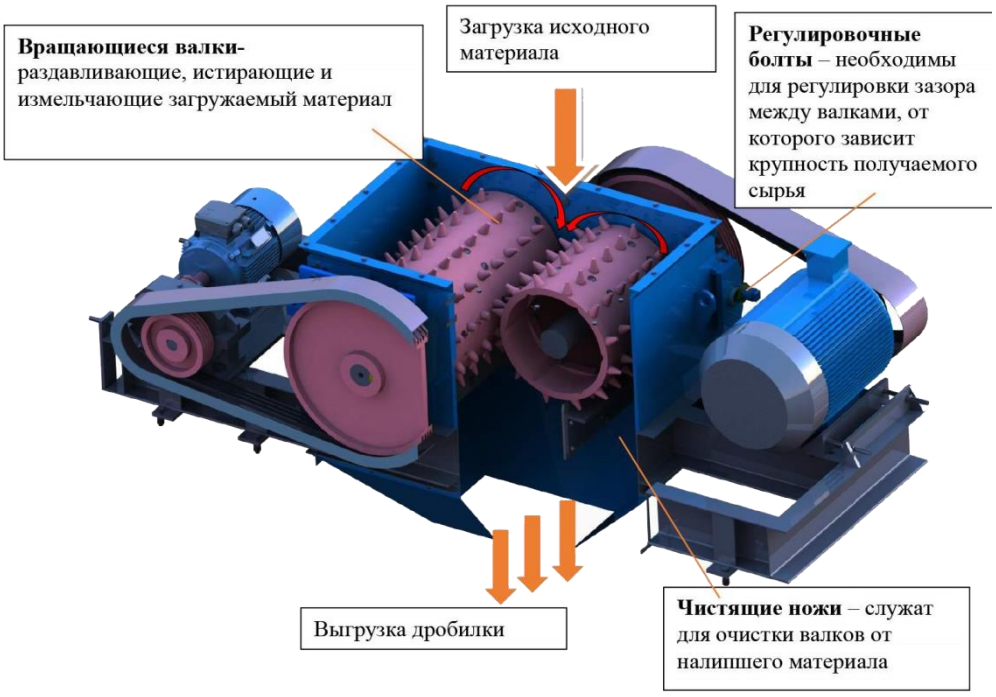


Рисунок 2 – Конструкция двухвальцовой дробилки с регулируемым зазором между валками

Роторные дробилки с ножевым механизмом используют быстро вращающиеся лопасти или ножи для измельчения зерна. Чаще применяются для предварительного дробления крупных фракций или обработки зернобобовых культур с твёрдой оболочкой. Отличаются высокой производительностью, но требуют качественной очистки зерна от посторонних примесей во избежание повреждения ножей.

По производительности и мобильности:

Бытовые/фермерские (до 1 т/ч): мобильные агрегаты с электродвигателем 3–11 кВт, часто оснащённые пневматической системой загрузки.

Средние (1–5 т/ч): стационарные установки для мини-заводов по производству комбикормов.

Промышленные (свыше 5 т/ч): комплексные линии с автоматической подачей, сепарацией и транспортировкой продукта.

Наиболее эффективным конструктивным решением для молотковой дробилки является вертикальное расположение ротора, реализованное в моделях Р1-БДК и ДКУ-М. Такая компоновка обеспечивает равномерную загрузку молотков по всей длине ротора и снижает вибрацию агрегата. Горизонтальные дробилки проще в обслуживании, но подвержены неравномерному износу молотков.

Ключевые элементы конструкции: роторный вал диаметром 150–400 мм в зависимости от мощности; молотки из легированной стали толщиной 6–12 мм; съёмные сита

с отверстиями 2–8 мм; дека (бивень) из износостойкой стали; пневматическая или механическая система загрузки.

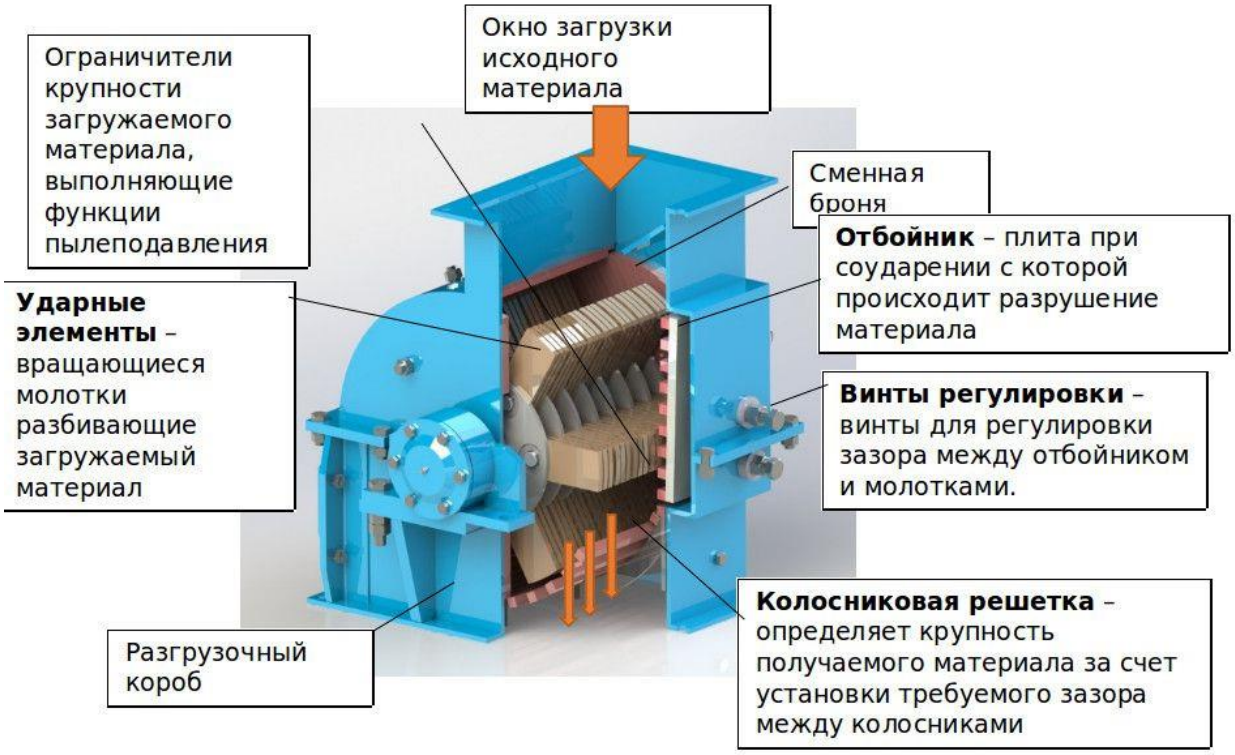


Рисунок 3 – Молотковая дробилка ДМА-22 с открытым кожухом для демонстрации внутреннего устройства

Вальцовые дробилки серии ДВ (безмолотковые, безрешётные) предназначены для дробления зерновых культур влажностью до 17–20% методом сжатия. Отсутствие сит исключает их засорение при работе с влажным материалом. Регулировка степени помола осуществляется изменением зазора между валками в диапазоне 0,5–5 мм с помощью винтового или гидравлического механизма.

Оптимальная влажность зерна для дробления составляет 12–15%. При влажности выше 17% наблюдается: забивание сит в молотковых дробилках; снижение производительности на 20–30%; повышенный износ рабочих органов; образование комков в готовом продукте [8];

Для обработки влажного зерна рекомендуется использовать вальцовые дробилки или предварительно проводить сушку до безопасной влажности.

Современные зернодробилки редко используются как самостоятельные агрегаты. Чаще они входят в состав комплексных линий (рисунок 4):

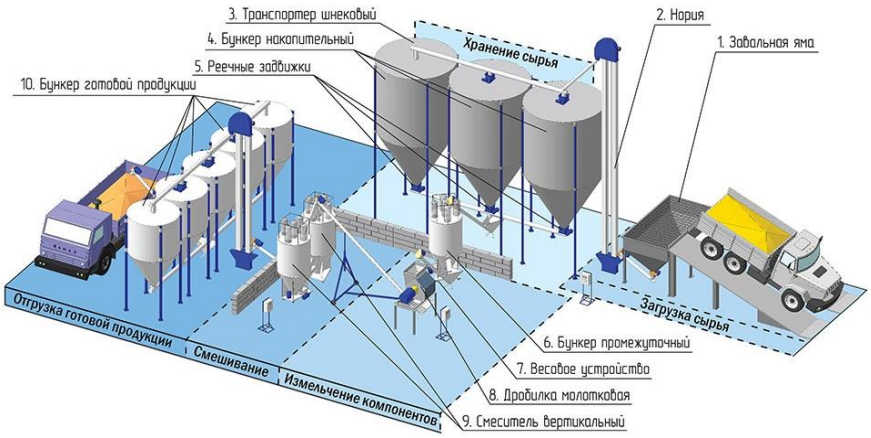


Рисунок 4 – Автоматизированная линия производства комбикорма.

Приём и очистка зерна → дробление → смешивание → гранулирование;
Дробление → термообработка (парование/экструдирование) → охлаждение → фасовка.
Дробление с пневматической транспортировкой в бункера-накопители через циклон-разгрузчик.

Таблица 2 – Критерии выбора оборудования

Параметр	Рекомендация
Производительность	Рассчитывать исходя из суточной потребности животных + 20% запас
Тип культуры	Для кукурузы — молотковые; для влажного зерна — вальцовые
Степень автоматизации	Фермерские хозяйства — ручная загрузка; промышленные — пневмосистема
Энергообеспечение	Проверить соответствие мощности электродвигателя возможностям сети
Доступность ЗИП	Предпочтение производителям с развитой дилерской сетью в регионе

Для фермерских хозяйств с поголовьем до 50 голов КРС оптимальны молотковые дробилки производительностью 300–800 кг/ч с электродвигателем 5,5–7,5 кВт.

Обязательна предварительная очистка зерна от камней, металлических примесей и крупных сорняков [20]. Попадание посторонних предметов в дробильную камеру может привести к поломке молотков, вала или электродвигателя.

Регламентные работы включают: ежедневно осмотр рабочих органов, очистка сит от забивания; еженедельно проверка крепления молотков, затяжка болтовых соединений; ежемесячно замена изношенных молотков (при износе более 20% от первоначальной толщины); сезонно полная разборка, дефектация всех узлов, замена подшипников.

Меры безопасности: обязательное заземление электродвигателя; наличие защитных кожухов на вращающихся частях; автоматическая остановка при перегрузке; запрет на внесение зерна в работающую дробилку вручную; современные тенденции развития.

Цифровизация: внедрение датчиков влажности и фракционного состава с автоматической коррекцией режимов работы.

Энергосбережение: использование износостойких покрытий (карбид вольфрама) для увеличения ресурса молотков в 2–3 раза.

Модульность: компактные решения «под ключ» для мини-ферм с производительностью 200–500 кг/ч.

Гибридные технологии: комбинация дробления с термообработкой в одном агрегате (дробильно-паровые установки).

Выбор и правильная эксплуатация зернодробилки напрямую влияют на экономическую эффективность кормопроизводства. Молотковые дробилки остаются универсальным решением для большинства хозяйств, тогда как вальцовые агрегаты незаменимы при работе с влажным зерном. Инновационные технологии открывают новые горизонты в повышении качества кормов для высокопродуктивного скота. Ключевой принцип выбора — соответствие оборудования специфике хозяйства: объёму переработки, виду культур и конечному назначению корма.

Литература

1. Исследование рабочего процесса безрешетной молотковой дробилки фуражного зерна / В. Р. Алешкин, Р. Н. Баранов, В. С. Фуфачев, А. А. Бажин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2009. – С. 8-11.
2. А.с. 96343 Российская Федерация МПК B02C 13/12 (2006.01). Молотковая дробилка / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, А. А. Зыкин. – №2009115383/22 ; заявл. 22.04.2009 ; опубл. 27.07.2010, Бюллетень № 21. – 2с.

3. Афанасьев, А. П. Технология кормопроизводства / А. П. Афанасьев, В. И. Фисинин. – Москва : КолосС, 2019. – 416 с.
4. Баранов, Н. Ф. Оптимизация рабочего процесса дробилки ДКР-3 с жалюзийным сепаратором / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, А. Г. Сергеев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции, "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2009. – С. 33-38.
5. Боровиков, А. Ф. Машины и аппараты пищевых производств : учебник для вузов / А. Ф. Боровиков, В. А. Зубцов. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2020. – 576 с.
6. ГОСТ 30483-97. Зерно. Методы определения показателей качества при переработке. – Москва : Стандартинформ, 1998. – 24 с.
7. ГОСТ 33922-2016. Машины и оборудование для переработки зерна. Общие технические условия. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 20 с.
8. ГОСТ Р 54632-2011. Комбикорма, премиксы, кормовые концентраты. Термины и определения. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 16 с.
9. Журин, А. А. Кормопроизводство : учебное пособие / А. А. Журин, С. В. Литвинов. – Москва : Лань, 2021. – 352 с.
10. Ковалёв, Ю. Н. Сельскохозяйственные машины: устройство, эксплуатация, ремонт / Ю. Н. Ковалёв, В. П. Левшин. – Москва : Агропромиздат, 2018. – 496 с.
11. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Технико-экономическое обоснование оптимального состава средств механизации с учетом агроэкологического районирования сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Н. Соболева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 2 (51). – С. 68-73.
13. Одегов, В. А. Исследование влияния углов установки вальцов на основные показатели рабочего процесса двухступенчатого вальцового станка / В. А. Одегов, А. С. Комкин, В. В. Шилин // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 4 (20). – С. 35-40.
14. Патент №. 2477180 Российская Федерация, МПК B02C 13/04 (2006.01). Молотковая дробилка: №2011118003/13: заявл. 04.05.2011: опубл. 10.03.2013 / Баранов Н. Ф., Фуфачев В. С., Баранов Р. Н., Сергеев А. Г.; заявитель ФГОУ ВПО ВГСХА. – 7с.: ил.
15. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – Москва : Минздрав России, 2002. – 44 с.
16. ТУ 38.401-01-127-2018. Дробилки зерновые молотковые. Технические условия. – Москва : Росстандарт, 2018.
17. Фисинин, В. И. Интенсивная технология производства яиц и мяса птицы / В. И. Фисинин, Т. И. Шахов. – Москва : Знание, 2020. – 288 с.
18. Фуфачев, В. С. Исследование воздушного режима дробилки при подключении в сеть пневмосепаратора / В. С. Фуфачев, С. Ю. Булатов, А. А. Зыкин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – Киров, 2009. – С. 29-32.
19. Фуфачев, В. С. Повышение эффективности функционирования комбикормового агрегата путем совершенствования технологического процесса и рабочих органов дозатора : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Фуфачев Вадим Сергеевич. – Киров, 2009. – 22 с.
20. Шилин, В. В. Пути повышения эффективности технологии очистки зерна / В. В. Шилин // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : материалы I Всероссийской научно-практической конференции. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 249-253.

УДК 631.861

МЕХАНИЗАЦИЯ ПТИЦЕВОДЧЕСКОЙ ФЕРМЫ С РАЗРАБОТКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛИНИИ УДАЛЕНИЯ ПОМЕТА

Кудина А. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор процесса утилизации птичьего помета, и продолжена установка для его прессования

Ключевые слова: помет, проект, установка, прессование, утилизация, масса, птицефабрики, птицеводство

Один из способов переработки куриного помета, предложенных американскими и российскими учеными, состоит в превращении его в горючее. Для производства горючего газа применили газификатор, работающий при температуре до 840-845°С. В качестве агента газификации в нем использовался сжатый воздух и пар. Полученный газ по энергетической эффективности составил около 40% от аналогичного показателя, характерного для природного газа.

Наиболее распространенным методом утилизации помета является производство органических удобрений, которое может быть организовано по четырем технологиям:

1. Пассивное компостирование. Это самый простейший способ, который включает получение органических смесей (птичий помет + птичий помет с подстилкой, птичий помет + торф, птичий помет+древесные опилки, птичий помет+другие местные органические отходы). Органическая смесь формируется в штабели высотой не более 2,5 метров. Через 6-8 месяцев хранения на полевых площадках происходит созревание этой смеси, так как в ней создаются благоприятные условия для роста и развития мезофильных и термофильных микроорганизмов, в результате чего и образуется компост, который пригоден для использования в земледелии.

2. Интенсивное компостирование. Этот способ применяют, когда готовое органическое удобрение планируется реализовать через розничную торговлю. По этому способу органическую смесь загружают в специальные ферментеры, в которых процесс созревания происходит за 6-7 суток, так как в них нагнетается в нижнюю часть воздух, который резко интенсифицирует рост и развитие мезофильных и термофильных микроорганизмов.

3. Термическая сушка помета в специальных установках. Этот метод термического обезвоживания очень привлекателен, так как сушка помета не только помогает избежать потерь элементов питания, но и, что очень важно, в ходе ее происходит обеззараживание от нежелательной микрофлоры (возбудителей болезней) и яиц гельминтов, теряется всхожесть семян сорных растений. При этом из 300 кг сырого помета получается примерно 100 кг концентрированного органического удобрения, в котором при влажности 20% содержится около 4,5 кг азота, 3,7 кг фосфора, 1,8 кг калия, 4,5 кг кальция, 1,6 кг магния и другие элементы питания. Этот способ может быть применен для птицефабрик, в которых птица содержится в клеточных батареях, птицефабрики расположены в курортных зонах или районах Крайнего Севера, в крупных населенных пунктах, отсутствуют источники постоянного поступления органических компонентов: торфа, опилок и др. [1,2,3,4,5,6,7,8]

4. Вакуумная сушка помета. Основной принцип работы в следующем: необходимо выделить только воду, т. е. не изменяя химического состава исходного продукта, уменьшить его влагосодержание. Также необходимо в течение ведения процесса поддерживать баланс потоков подводимого тепла, требуемого для проведения технологического процесса, и потока массы паров воды, выделяющихся и удаляемых в процессе сушки. Технология оборудования представляет собой процесс разделения в диапазоне температур от 40 до 90 ^{0}С и давлении от 30 до 250 мм.рт.ст. исходного материала влажностью до 99% на три составляющие:

а) сухое органическое удобрение, влажностью до 1%, которое может без какой-либо дополнительной обработки использоваться как удобрение, служить белковой кормовой добавкой для скота и птицы, топливом.

б) воду, пригодную для дальнейшего использования.

в) экологически безопасный выхлоп.

Птицеводство призвано обеспечить потребность людей в высококалорийной диетической продукции - яйцах и мясе птицы.

Немаловажное народно-хозяйственное значение имеет и побочная продукция птицеводства: пух и перо идут на изготовление товаров народного потребления, отходы инкубации и переработки птицы направляются на выработку мясо - костной муки, помет используется в качестве ценного органического удобрения.

Современное птицеводство является наиболее механизированной отраслью животноводства. По технической вооруженности труда, автоматизации и организации производства эта отрасль приближается к промышленности. Уровень комплексной механизации всех процессов в птицеводстве составляет 87%. Подача воды на птицефермах и птицефабриках механизирована на 97%, раздача кормов - на 92%, уборка помета - на 65%.

Основные составляющие технологии промышленного производства яиц: периодическое круглогодовое комплектование промышленного стада кур - несушек для равномерного производства продукции в течение года; выращивание высокопродуктивной гибридной птицы с яйценоскостью 285...290 яиц в год; содержание птицы в клеточных батареях при максимальной механизации и автоматизации всех производственных процессов; кормление птицы сухими полнорационными комбикормами; обеспечение оптимальных условий микроклимата и строгое соблюдение всех ветеринарно - санитарных мероприятий. Птицефермы работают по принципу замкнутого цикла производства, сущность которого заключается в том, что все основные технологические процессы осуществляются непосредственно в хозяйстве.

Главные технологические звенья птицеферм - производственные цехи родительского стада, инкубации яиц, выращивания ремонтного молодняка и промышленного стада кур-несушек, откорма птицы, сортировки и упаковки яиц, убоя и переработки птицы. Обслуживают их вспомогательные подразделения: котельная, кормоцех, транспортное хозяйство и др. Все цехи и подразделения объединены четким технологическим процессом.

Существуют различные схемы технологического процесса уборки, удаления птичьего помёта на птицефермах и комплексах. Простейшими устройствами (рисунок 1 – а, б) являются коллекторы, которые сверху закрываются крышками. Вместимость помётосборников обычно рассчитывают на 3-4-суточный объём помёта. Выгружают его из коллекторов погрузчиком, оснащенным ковшом или электротельфером. Недостаток данного способа состоит в том, что весной и осенью в коллекторы проникают грунтовые воды, а в зимнее время при низких температурах воздуха помёт промерзает. По другой технологии при ежедневной уборке помёта у каждого птичника (рисунок 1 - схемы **в, г)** устанавливают специальные контейнеры размерами 1,2 м. Подъём их осуществляют электротельфером грузоподъемностью 2-3 т. Но и этот способ имеет отрицательную сторону, требуется установка электротельферов у каждого птичника. Часто для временного хранения помета применяют самосвальные тракторные прицепы (рисунок 1 – схема д). Устанавливают их непосредственно под наклонными транспортерами, которые выгружают помёт из птичников. В этом случае требуется большое количество тракторных прицепов.

Следующая технология (рисунок 1 – схема е), с временным накоплением помёта, где это осуществляется в бункерах-накопителях, расположенных в пристроенных к торцам птичников тамбурах. В зимнее время тамбуры обогреваются тёплым воздухом из птичников. Вместимость бункера рассчитана на 2-суточный выход помёта из птичника. С помощью шиберной задвижки помёт выгружается из бункера в тракторные прицепы и вывозится на площадку компостирования. Данная схема удаления помёта в экономическом и санитарно-ветеринарном отношении наиболее выгодна.

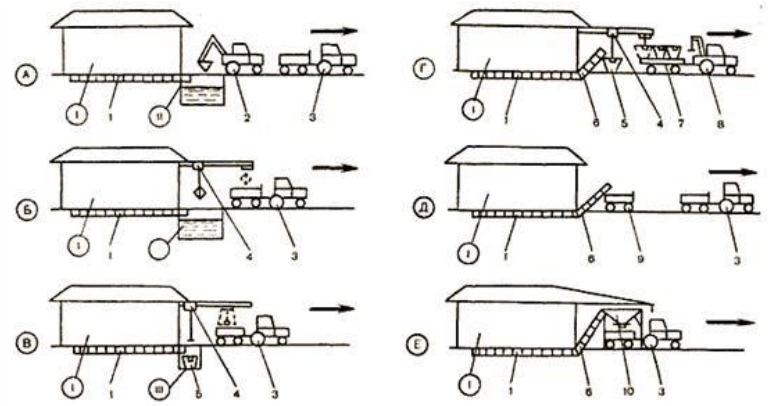


Рисунок 1 – Схема удаления и уборки птичьего помёта

В современном птицеводстве необычайно важное значение имеет поддержание научно-обоснованных технологических нормативов выращивания и содержания птицы.

Только при этом условии обеспечивается получение высоких показателей продуктивности птицы при минимальных затратах материальных и трудовых ресурсов.

Литература

1. Пилип, Л. В. Анализ экологических рисков отрасли свиноводства в Кировской области / Л. В. Пилип // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 1. – С. 1.

2. Пилип, Л. В. Химический метод устранения запахов в промышленном свиноводстве / Л. В. Пилип, М. Э. Казакова // Бутлеровские сообщения. – 2020. – Т. 62, № 4. – С. 88-93.

3. Пилип, Л. В. Выбор средства обучения – залог успеваемости студента в вузе / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Воронеж, 15–17 ноября 2017 года / под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, Н. М. Дерканосовой, В. А. Гулевского. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2017. – С. 309-312.

4. Пилип, Л. В. Научно-исследовательская работа как составляющая образовательного процесса в ВУЗе / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : сборник статей международной научно-практической конференции, Киров, 12–13 марта 2018 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – С. 143-147.

5. Пилип, Л. В. Новые подходы к дезодорации свиного навоза / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина // Иппология и ветеринария. – 2018. – № 4 (30). – С. 99-106.

6. Пилип, Л. В. Отходы свиноводческих комплексов - проблемы, пути решения / Л. В. Пилип, Т. Я. Ашихмина // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 04–06 декабря 2017 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2017. – Книга 2. – С. 180-183.

7. Пилип, Л. В. Промышленные свинокомплексы как источники загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина, Т. Я. Ашихмина // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2021. – № 5 (51). – С. 88-91.

УДК 656.086

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Кудина А. В. – обучающейся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена трансформации подходов к управлению техносферной безопасностью под воздействием цифровых технологий и искусственного интеллекта. Проведен анализ современных решений в сфере прогнозирования, мониторинга и предотвращения техногенных аварий. Особое внимание уделено комплексному внедрению IoT-систем, цифровых двойников, методов машинного обучения и предиктивной аналитики. Приведены статистические данные, демонстрирующие эффективность подобных решений в различных отраслях промышленности. Рассмотрены перспективные направления развития интеллектуальных систем безопасности, включая применение квантовых вычислений и автономных роботизированных комплексов.

Ключевые слова: техносферная безопасность, цифровая трансформация, искусственный интеллект, промышленный интернет вещей, цифровые двойники

Современная промышленность сталкивается с возрастающими challenges в области техносферной безопасности. Традиционные методы контроля и управления рисками часто оказываются недостаточно эффективными перед лицом усложняющихся производственных процессов и ужесточающихся экологических требований. Цифровизация и искусственный интеллект предлагают принципиально новые возможности для создания proactive систем безопасности, способных не только оперативно реагировать на возникающие угрозы, но и предсказывать их появление [1].

По данным Международной ассоциации по предотвращению промышленных аварий (МАППА), внедрение цифровых технологий позволило сократить количество серьезных инцидентов на производственных объектах на 27-35% за последние пять лет. Особенно значительные результаты достигнуты в нефтегазовой отрасли, химической промышленности и энергетике [2].

Современные цифровые технологии в техносферной безопасности. Промышленный интернет вещей (IIoT) и распределенные сенсорные сети.

Современные системы мониторинга промышленной безопасности строятся на основе разветвленных сетей интеллектуальных датчиков. Эти устройства обеспечивают непрерывный сбор более 50 различных параметров, критически важных для безопасности: физико-химические показатели (температура, давление, состав газовых смесей); механические параметры (вибрация, деформации, износ); экологические индикаторы (концентрация вредных веществ, радиационный фон). Характеристики современных промышленных датчик приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики современных промышленных датчиков

Параметр	Типовые значения	Точность	Частота обновления
Температура	-50...+500°C	±0,1°C	1-10 Гц
Давление	0...1000 бар	±0,05%	10-100 Гц
Вибрация	0...100 мм/с	±1%	1-10 кГц
Концентрация газа	0...100% НКПР	±1%	1 Гц

Современные беспроводные сенсорные сети (Wireless Sensor Networks) позволяют создавать масштабируемые системы мониторинга с автономным питанием и сроком службы до 10 лет. Особое значение имеет применение mesh-сетей, обеспечивающих отказоустойчивость системы.

Цифровые двойники как инструмент моделирования рисков. Концепция цифровых двойников (Digital Twins) революционизировала подходы к управлению промышленной

безопасностью. Полноценный цифровой двойник промышленного объекта включает: ффзическую модель (3D-геометрия, материалы); математические модели процессов; базу знаний об оборудовании; исторические данные эксплуатации [3,4].

На рисунке 1 представлена гистограмма, показывающая процентное снижение аварийности после внедрения цифровых двойников.

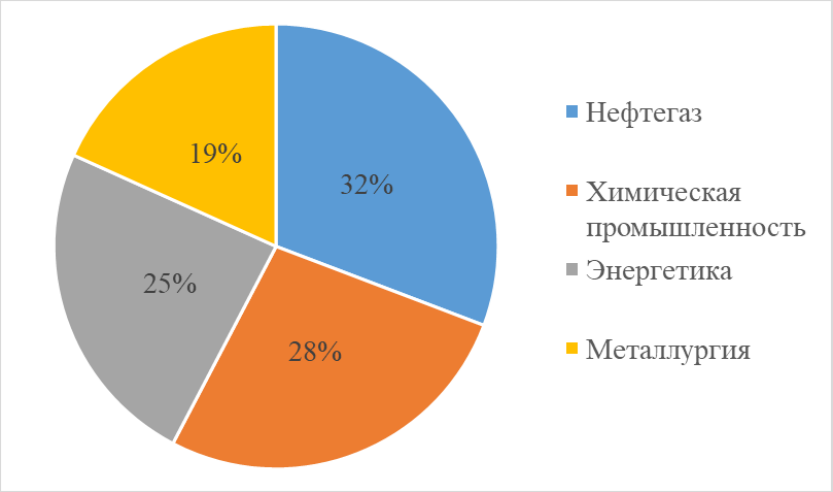


Рисунок 1 – Эффективность цифровых двойников в различных отраслях

Искусственный интеллект в системах безопасности. Машинное обучение для прогнозирования аварий. Современные алгоритмы машинного обучения демонстрируют exceptional results в задачах прогнозирования промышленных аварий. Наиболее эффективные подходы: глубокие нейронные сети для анализа временных рядов; ансамбли деревьев решений (Random Forest, XGBoost); методы аномалий (Isolation Forest, One-Class SVM). Сравнительная характеристики приведенных алгоритмов представлена прогнозирования представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная эффективность алгоритмов прогнозирования

Алгоритм	**Точность**	**Recall**	**F1-score**	**Время обучения**
LSTM	0.94	0.91	0.925	8 ч
XGBoost	0.89	0.87	0.88	2 ч
Isolation Forest	0.82	0.85	0.835	30 мин

Практические реализации показывают, что системы на основе ИИ способны предсказывать до 85% потенциальных аварийных ситуаций за 24-72 часа до их возникновения.

Компьютерное зрение для мониторинга опасных зон. Современные системы визуального контроля используют: мультиспектральный анализ; тепловизионный контроль; 3D-реконструкцию в реальном времени [5,6,7,8].

Интегрированные системы безопасности нового поколения. Архитектура интеллектуальных систем. Современная reference-архитектура включает: edge-устройства (локальная обработка данных); промежуточные шлюзы (агрегация и предобработка); облачные платформы (глубокий анализ и хранение); центры принятия решений (визуализация и реагирование).

Распределение затрат на внедрение цифровых систем безопасности представлены в виде круговой диаграммы на рисунке 2.

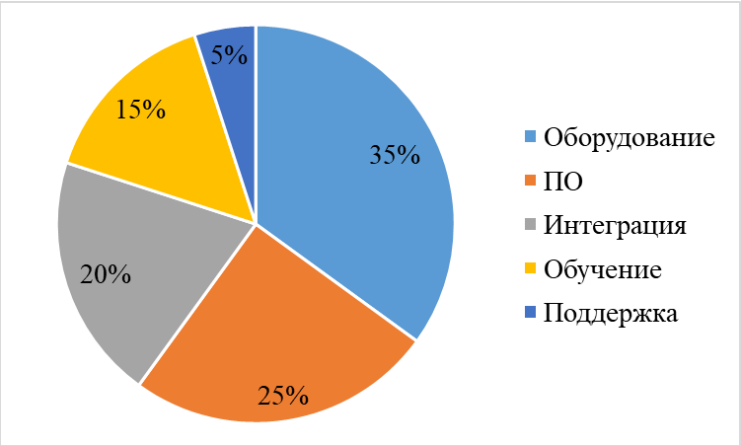


Рисунок 2 – Распределение затрат на внедрение цифровых систем безопасности

К перспективным направления развития можно отнести:

- квантовые вычисления для моделирования сложных аварийных сценариев;
- автономные робототехнические комплексы для ликвидации последствий аварий;
- децентрализованные системы на основе blockchain;
- нейроморфные вычисления для обработки сенсорных данных.

Цифровая трансформация систем техносферной безопасности приводит к paradigm shift в управлении промышленными рисками. Комбинация IoT, ИИ и цифровых двойников позволяет перейти от reactive к proactive модели безопасности. Дальнейшее развитие технологий обещает создание полностью автономных систем, способных самостоятельно выявлять, прогнозировать и предотвращать аварийные ситуации с минимальным участием человека.

Литература

1. Ensuring transport security during cargo transportation / P. Solonshickov, I. Tolstoukhova, A. Shevchenko, P. Kokorina // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03010.
2. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005.
3. Компьютерное моделирование определения реакций опор гибких барьеров / В. В. Коновалов, Д. А. Тарасов, В. Ю. Зайцев, Н. В. Байкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 72-79.
4. Коновалов, В. В. Моделирование состояния экологической системы / В. В. Коновалов, О. А. Логвина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 159-162.
5. Моделирование безопасности и рисков на газопроводах / Ю. О. Логвин, К. Р. Таранцева, О. А. Логвина, В. В. Коновалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 125-132.
6. Никитин, Е. А. Разработка роботизированного устройства по оптимизации процесса кормления крупного рогатого скота на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Молодой ученый. – 2020. – № 43 (333). – С. 2-5.
7. Никитин, Е. А. Система роботизированного обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 26-30.
8. Современная наука: теория, методология, практика : материалы IV Всероссийской национальной научно-практической конференции, Тамбов, 20–21 апреля 2022 года. – Тамбов : Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2022. – 336 с.

УДК 656.1

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АСКП НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Кузнецов В. А. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Методика оценки экономической эффективности основывается на сопоставлении величины притока и оттока денежных средств. Основным в предлагаемой методологии является неиспользовавшийся ранее подход к формированию данных о доходах и расходах от оказания услуг по перевозкам, учитывающих все категории пассажиров.
Ключевые слова: экономическая эффективность, пассажирские перевозки, автотранспортное предприятие, автоматизированная система контроля пассажироперевозок

Методика оценки экономической эффективности основывается на сопоставлении величины притока и оттока денежных средств. Основным в предлагаемой методологии является неиспользовавшийся ранее подход к формированию данных о доходах и расходах от оказания услуг по перевозкам, учитывающих все категории пассажиров. Методология предполагает расчет денежных потоков и оттоков на основании структуры и объема пассажиропотока по видам проездных документов в результате внедрения систем АСКП [1,2].

Разработанная методология включает в себя:

• расчет денежного потока от инвестиционной деятельности на внедрение систем АСКП на предприятии пассажирского транспорта;

• экспертный прогноз денежных притоков и оттоков ПАТП с учетом инфляции в течение расчетного периода t эксплуатации систем;

• расчет амортизационных отчислений в результате внедрения систем АСКП;

• расчет денежного потока от операционной деятельности в результате внедрения систем АСКП;

• расчет денежного потока от инвестиционной деятельности с учетом коэффициента дисконтирования;

• расчет чистого дисконтированного дохода проекта.

Методология основана на оценке и прогнозировании данных годовых доходов и расходов от оказания услуг с учетом внедрения систем АСКП на предприятии пассажирского транспорта. Основные этапы методологии выглядят следующим образом:

• оценка результатов нулевого периода (до внедрения систем)

- расчет капитальных вложений;
- расчет доходов предприятия ГПТ с учетом недоплаты проезда;

• прогноз доходов и затрат в результате внедрения систем АСКП в течение срока морального износа оборудования t с учетом ежегодного уровня прироста инфляции. Прогноз делается при условии точного учета количества пассажиров, воспользовавшихся услугами по перевозке на общественном городском транспорте, и структуры пассажиропотока по различным категориям пассажиров;

• расчет денежного потока от операционной деятельности, учитывающий разницу между денежными притоками и оттоками в год;

• определение ЧДД проекта с учетом принятой нормы дисконта и рассчитанным коэффициентом дисконтирования.

Оценка результатов нулевого периода производится без исключения возможности линейного персонала принятия оплаты за проезд без выдачи проездных документов. Кроме того, учитываются потери доходов из-за предъявления фальшивых документов на право предоставления льгот или уклонения от уплаты проезда. Анализ нулевого периода не предполагает точного учета количества перевезенных пассажиров, имеющих право

льготного по оплате проезда, что в свою очередь не позволяет ПАТП выставлять обоснованные требования компенсации затрат на перевозку пассажиров.

Расчет денежных потоков в планируемом периоде эксплуатации систем АСКП составляются на сновании структуры и объема пассажиропотока по видам проездных документов пассажиров в результате внедрении автоматизированных систем в эксплуатацию.

По мнению экспертов, внедрение систем АСКП увеличит доходы предприятия за счет:

• учета перевезенных пассажиров и сбора информации в едином центре обработки данных;

• компенсации за перевозку пассажиров в строгом соответствии с реальным объемом перевозок;

• оптимизации маршрутов и расписания движения наземного транспорта по реальным данным о перевозках пассажиров;

• планирования развития и совершенствования маршрутной сети наземного транспорта на основе достоверных данных о подвижности различных категорий населения города;

• возможности контролировать работу водителей, в т.ч. количество выполненных рейсов, определение местонахождения подвижного состава в режиме реального времени, автоматической фиксации данных о продаже билетов, в киосках и на борту транспортного средства;

• доходов от продажи единых социальных проездных документов (ЕСПД).

Однако себестоимость оказанных услуг возрастает за счет:

• затрат на реализацию и сеть распространения. Обслуживание киосков по продаже билетов и привлечения новых сотрудников для работы при реализации билетов;

• затрат на документооборот - выпуск и обслуживание пластиковых смарт-карт для оплаты проезда пассажиров;

• привлечения кондукторов для работы на подвижном составе;

• увеличения количества персонала для обслуживания элементов систем и всей системой управления АСКП.

На основании изложенных принципов предлагается интегральная оценка эффективности внедрения систем АСКП на наземном городском пассажирском транспорте, выражающаяся в расчете показателя чистого дисконтируемого дохода.

Для определения экономической эффективности внедрения АСКП на ГПТ предлагается использование приведенной формулы:

$$ЧДД = \sum_{t=0}^{T} \left(R_t - З_t\right) \frac{1}{\left(1+E\right)^t}, \quad (1)$$

где t - исходный год расчетного периода;

T - конечный год расчетного периода;

R_t - результаты (доходы), достигаемые на t-ом шаге расчета;

$З_t$ - затраты, осуществляемые на t-ом шаге расчета;

E - норма дисконта.

Расчет ЧДД основывается на сопоставлении суммы дисконтируемых денежных вложений с суммой дисконтируемых денежных поступлений, генерируемых в течение прогнозируемого срока.

Положительное значение ЧДД свидетельствует о целесообразности принятия инвестиционного проекта, а при сравнении альтернативных проектов наиболее экономически выгодным считается проект с наибольшим значением показателя ЧДД.

Предлагается оценка экономической эффективности внедрения двух типов систем АСКП, имеющих одинаковые параметры функциональности, различающихся по параметрам функциональности и экономичности.

На первом этапе оценки экономической эффективности внедрения систем АСКП осуществляется расчет инвестиций. Ввод основных средств эксплуатацию предполагается на следующий год после года совершения капитальных затрат.

Расчетный период должен охватывать весь жизненный цикл проекта вплоть до его прекращения. Прекращение данного проекта произойдет через пять лет вследствие морального износа основной (определяющей) части производственных фондов. Разбиение расчетного периода на шаги целесообразно проводить по практическим соображениям с величиной 1 год.

Второй этап методологии оценки экономической эффективности внедрения систем АСКП предлагает расчет денежных потоков проекта. Сумма потоков от выручки от оказания услуг - это притоки, записывающиеся со знаком «плюс», производственные затраты - себестоимость оказываемых услуг - это оттоки, записывающиеся со знаком «минус». Данный этап расчета предполагает привлечение экспертов для прогноза притоков и оттоков средств в течение срока морального износа оборудования систем АСКП.

Денежный приток на нулевом году (без систем АСКП) имеет одинаковое значение в расчете для любых систем АСКП. Согласно приведенным данным Министерства Транспорта Московской области, денежный приток будет состоять из:

- 20% пассажиров, заплативших за проезд по установленному тарифу;
- 20% пассажиров, так или иначе уклонившихся от оплаты проезда;
- 60% пассажиров, имеющих право льготного по оплате проезда.

Денежный приток в первый год внедрения систем будет отличаться в зависимости от степени жесткости учета и контроля оплаты проезда. Денежный приток будет меняться в течение срока морального износа оборудования в зависимости от принятого ежегодного уровня прироста инфляции. Величина пассажиропотока в расчете принята одинаковой до внедрения и в результате внедрения обеих систем.

Расчет оттоков (кроме капитальных вложений) зависит от величины текущих затрат на эксплуатацию оборудования (турникеты, валидаторы, мобильный терминал кондуктора), амортизацию, затрат на документооборот (производство билетов и транспортных карт), сеть распространения и оплаты труда обслуживающего персонала по элементам систем и системы управления АСКП. В случае применения безтурникетной системы, кроме выделенных, текущие затраты будут включать заработную плату кондукторов с учетом начислений.

По результатам вышеизложенных этапов проводится расчет денежного потока от операционной деятельности. Особенностью данного расчета является факт, что на каждом шаге расчета алгебраическая (с учетом знаков) сумма притоков, оттоков и денежного потока проекта является неотрицательной.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 623.459.6

ВИДЫ СРЕДСТВ ПАССИВНОЙ ЗАЩИТЫ В СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ

Кузнецов Д. И. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Данная статья рассматривает важность применения средств индивидуальной и коллективной защиты для обеспечения безопасности труда в строительной сфере. В статье описываются различные виды индивидуальных и коллективных средств защиты, которые необходимо использовать для защиты работников от рисков на производстве. Рассматриваются требования к средствам защиты и системы обеспечения безопасности. Особое внимание уделяется защите от пыли, шума и падающих предметов, а также защите глаз и лица. В статье приводятся рекомендации по выбору и использованию соответствующих средств защиты для обеспечения максимальной защиты работников.

Ключевые слова: индивидуальные средства защиты, коллективные средства защиты, строительная сфера, безопасность труда, риски на производстве, защита от пыли, защита от шума, защита от падающих предметов, защита глаз и лица, требования к средствам защиты, системы обеспечения безопасности

Контроль уровня шума через средства измерений является лишь первым этапом обеспечения безопасности. В строительной сфере, где источники звукового давления отличаются высокой интенсивностью, ключевую роль играют средства пассивной защиты. Их актуальность обусловлена необходимостью минимизации акустической нагрузки без изменения технологических процессов.

Эти средства предназначены для отражения звуковой волны обратно к источнику. В строительстве применяются массивные преграды с высокой плотностью: бетонные панели, кирпичная кладка, специализированные акустические гипсокартонные листы и сэндвич-панели. Чем выше поверхностная плотность материала, тем эффективнее он сдерживает воздушный шум.

В отличие от изоляции, поглощение переводит энергию звуковой волны в тепловую за счет трения в порах материала. К этой категории относятся минераловатные плиты, стекловолокно, акустический поролон и перфорированные панели. Они наиболее актуальны для отделки внутренних помещений (цехов, офисов, машинных залов) с целью снижения гулкости и общего уровня шума.

Пассивная защита в строительстве также направлена на борьбу со структурным шумом, который передается по конструкциям здания. Здесь используются упругие прокладки, виброопоры, прорезиненные маты и плавающие полы. Эти средства разрывают жесткие связи между источником вибрации (оборудованием) и несущими элементами здания.

Это наружные средства защиты, актуальные для строительных площадок и защиты жилых зон от транспортного шума. Экраны устанавливаются на пути распространения звука и создают за собой «звуковую тень». Эффективность таких конструкций напрямую зависит от их высоты, длины и близости к источнику шума.

К пассивным методам также относится грамотное зонирование территорий. Это включает создание санитарно-защитных зон, использование рельефа местности, посадку плотных полос зеленых насаждений и рациональное расположение зданий, при котором жилые объекты защищаются от источников шума нежилыми постройками.

Строительная сфера является одной из наиболее опасных отраслей, где работники сталкиваются с множеством опасностей, связанных с работой на высоте, работой с тяжелыми предметами и работой в условиях высокой вибрации. Поэтому необходимо обеспечить работников индивидуальными и коллективными средствами защиты, чтобы предотвратить возможные травмы и сохранить здоровье работников. В данной статье мы

рассмотрим различные виды индивидуальных и коллективных средств защиты для работников, задействованных в строительной сфере.

Индивидуальные средства защиты:

Индивидуальные средства защиты (ИСЗ) предназначены для защиты конкретных частей тела работника и могут включать в себя следующие элементы:

1. Защитные очки: Защитные очки используются для защиты глаз работников от воздействия мелких частиц, искр, химических веществ и других опасных факторов. Очки должны быть выполнены из прочного материала, который не повреждается при ударе и не мутнеет со временем.

2. Защитные шлемы: Защитные шлемы используются для защиты головы работников от падающих предметов, электрических разрядов, а также от ударов при падении. Шлемы должны быть легкими, но прочными и надежными.

3. Респираторы: Респираторы используются для защиты дыхательных путей работников от вредных веществ, таких как пыль, дым, газы и пары. Респираторы должны обеспечивать надежную защиту, но при этом не ограничивать свободу дыхания работника.

4. Защитные перчатки: Защитные перчатки используются для защиты рук работников от механических повреждений, химических веществ и других опасных факторов. Перчатки должны быть выполнены из прочного материала, который не пропускает вредные вещества и не разрывается при ударе.

5. Защитная обувь: Защитная обувь используется для защиты ног работников от падающих предметов, острых и тяжелых предметов, а также от вибрации и химических веществ. Обувь должна быть выполнена из прочных и износостойких материалов, а также иметь защитный носок и подошву.

6. Защитные наушники: Защитные наушники используются для защиты слуха работников от шума и вибрации. Наушники должны обеспечивать высокую степень защиты, но при этом не ограничивать слух работника.

Коллективные средства защиты:

Коллективные средства защиты (КСЗ) предназначены для защиты нескольких работников одновременно и могут включать в себя следующие элементы:

1. Защитные ограждения: Защитные ограждения устанавливаются на опасных участках строительной площадки, таких как края высоких строений и ямы, чтобы предотвратить падение работников с высоты. Ограждения должны быть выполнены из прочного материала и должны быть достаточно высокими, чтобы предотвратить падение работников.

2. Лестницы и подмости: Лестницы и подмости используются для обеспечения безопасного доступа к высоким участкам строительной площадки и для предотвращения падения работников. Лестницы должны быть прочными и надежными, а подмости должны быть достаточно широкими и устойчивыми.

3. Различные виды подъемников: Различные виды подъемников, такие как подъемники для грузов и людей, используются для безопасного перемещения грузов и работников на высоту. Подъемники должны быть надежными и должны быть оборудованы всеми необходимыми системами безопасности.

4. Сигнальные устройства: Сигнальные устройства используются для предупреждения работников о возможных опасностях на строительной площадке. Эти устройства могут включать в себя знаки, флаги, маяки и другие виды сигнализации.

Заключение

Индивидуальные и коллективные средства защиты играют важную роль в обеспечении безопасности работников в строительной сфере. Работодатели обязаны обеспечивать своих сотрудников всеми необходимыми ИСЗ и КСЗ, а работники должны использовать эти средства защиты в соответствии с инструкциями и рекомендациями. Только совместные усилия работодателей и работников могут обеспечить безопасность на строительной площадке и предотвратить возможные несчастные случаи.

Важно отметить, что использование средств защиты не является гарантией полной безопасности на строительной площадке. Поэтому работники также должны следить за своим поведением и действиями, чтобы минимизировать риски. Это может включать в себя соблюдение инструкций по безопасности, носящиеся правильную одежду и обувь, а также избегание опасных действий, которые могут привести к несчастным случаям.

В целом, использование ИСЗ и КСЗ является важной частью обеспечения безопасности на строительной площадке. Работодатели и работники должны работать вместе, чтобы создать безопасную среду для работы и снизить риски для здоровья и жизни работников.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
2. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
3. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
4. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.
5. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.
6. Шевченко, А. В. Обзор насосного оборудования для обеспечения водоснабжения ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 171-174.
7. Солонщиков, П. Н. Состояние вопроса о создании комфортных условий труда в процессе транспортировки персонала оперативно-выездных бригад / П. Н. Солонщиков, А. В. Владимиров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 184-186. – EDN RVDNWC.

УДК 621.436

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ Д-240 ПРИ РАБОТЕ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

Куликов А. В. – аспирант
Вершинин Н. С. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения компримированного природного газа в качестве моторного топлива для тракторного дизеля Д-240, исследованы эффективные и экологические показатели на различных нагрузочных и скоростных режимах, а также влияние рециркуляции отработавших газов и установочного угла опережения впрыска в сравнении с использованием стандартного дизельного топлива.

Ключевые слова: тракторный дизель, природный газ, газодизельный процесс, рециркуляция отработавших газов

Современное сельскохозяйственное производство базируется на широком применении тракторной техники, оснащённой дизельными двигателями, которые при этом являются значительным источником загрязнения атмосферы. Одним из перспективных направлений снижения экологической нагрузки и уменьшения зависимости от нефтяного топлива выступает использование компримированного природного газа (метана), обладающего высокой теплотворной способностью и позволяющего существенно сократить выбросы сажи, оксидов серы и углеводородов. Однако перевод дизеля на газообразное топливо требует решения ряда технических задач, связанных с организацией воспламенения (газодизельный процесс с запальной порцией жидкого топлива), оптимизацией системы питания и подавлением роста эмиссии оксидов азота, характерного для работы на метане.

Целью настоящей работы является обобщение экспериментальных данных по оценке эффективности перевода тракторного дизеля Д-240 на компримированный природный газ с применением рециркуляции отработавших газов. В рамках исследования рассмотрены конструктивные решения по модернизации топливной аппаратуры, проанализировано влияние газодизельного процесса на мощностные, экономические и экологические показатели двигателя.

Для работы на природном газе дизель Д-240 оснащается дополнительным газовым оборудованием, включающим газовый смеситель, установленный во впускном трубопроводе, электромагнитные клапаны и дозатор подачи газа. При этом штатная топливная система сохраняется, а всережимный центробежный регулятор топливного насоса высокого давления модернизируется таким образом, чтобы при работе на газе фиксировать рейку насоса в положении, обеспечивающем подачу только запальной порции дизельного топлива (15–20% от номинальной подачи). Рычаг регулятора при этом отключается от рейки и управляет дроссельной заслонкой дозатора газа, обеспечивая всережимное регулирование подачи метана. Такая схема позволяет быстро переходить с одного вида топлива на другой и сохранять мощность на уровне базового дизеля [1].

В другой работе описан макетный образец трактора МТЗ-80 с системой питания на природном газе и регулируемой РОГ. Запуск дизеля производится на дизельном топливе, затем включается подача газа, а запальная доза ДТ остаётся постоянной. Система РОГ включает жидкостный теплообменник и воздушный охладитель. [2].

Экспериментальные исследования, проведённые на электротормозном стенде, показали, что при работе на природном газе номинальная мощность дизеля Д-240 сохраняется на уровне 54,6 кВт (75 л.с.), частота вращения и крутящий момент практически не изменяются.

Часовой расход метана на номинальном режиме составляет 11 кг/ч, что меньше часового расхода дизельного топлива (16 кг/ч) благодаря более высокой теплотворной способности метана (50 МДж/кг против 42,7 МДж/кг у ДТ). Приведённый к дизельному

топливу часовой расход на газе с учётом запальной порции оказывается практически равным расходу на чистом дизеле [1].

В другом исследовании также установили, что при газодизельном процессе на частоте вращения 2200 мин$^{-1}$ часовой расход топлива снижается на 15% по сравнению с дизельным, а удельный эффективный расход падает на 16% (с 245 до 205 г/(кВт·ч)). При этом мощность остаётся неизменной [3].

Третье рассмотренное исследование тоже подтверждает выше сказанное: замещение дизельного топлива газом на номинальном режиме достигает 80% и суммарный расход топлива (в условном исчислении) уменьшается до 14% [2].

Далее рассмотрено влияние на экологические показатели и роль рециркуляции отработавших газов.

При работе на природном газе значительно снижается дымность отработавших газов, содержание оксида и диоксида углерода, а также сажи. Однако выбросы оксидов азота (NO_x) возрастают: на номинальном режиме – на 24,1%, а на малых нагрузках (p_e = 0,13 МПа) – на 60,5% [4].

Для подавления образования NO_x применяется рециркуляция отработавших газов. Исследования показали, что при степени рециркуляции 40% в диапазоне нагрузок 0,13…0,26 МПа снижение NO_x достигает 63,4% [4]. На номинальном режиме достаточна степень РОГ 10%, при которой содержание NO_x становится ниже газодизельного на 24,1% и соответствует уровню дизельного процесса [2].

Влияние РОГ на выбросы углеводородов неоднозначно. При работе с 40%-й РОГ на малых нагрузках (0,13…0,26 МПа) содержание CH_x снижается на 8,7…14,5%, однако при нагрузке 0,51 МПа возрастает на 42,5% из-за неполноты сгорания при недостатке окислителя. На номинальном режиме с 10%-й РОГ отмечено снижение CH_x на 9,9.

Применение охлаждаемой РОГ также уменьшает максимальную осреднённую температуру газов в цилиндре: при 10%-й РОГ – с 3000 до 2850 К, при 20%-й – до 2700 К [4].

Также в одной из работ исследовано влияние установочного угла опережения впрыска топлива (УОВТ) на экономические показатели газодизеля. Для дизельного процесса на частоте 2200 мин$^{-1}$ оптимальным является УОВТ = 26° до ВМТ. Для газодизельного процесса при той же частоте наилучшие показатели получены при $\Theta_{впр}$ = 23°, что обеспечивает снижение часового расхода на 15% и удельного расхода на 16% по сравнению с дизелем при том же угле.

При увеличении УОВТ до 26° на газодизеле возрастает максимальное давление сгорания (до 10,1 МПа против 8,5 МПа у дизеля) и жёсткость процесса, что требует уменьшения угла для предотвращения детонации. Период задержки воспламенения при газодизельном процессе увеличивается с 23 до 30°, а угол максимального давления смещается с 7 до 15° после ВМТ.

На режиме максимального крутящего момента (1700 мин$^{-1}$) оптимальный УОВТ для газодизеля также составляет 23° [3].

В другой работе также подтверждено, что на номинальном режиме для газодизеля с РОГ рационально использовать $\Theta_{впр}$ = 23°, а степень рециркуляции следует поддерживать на уровне 10% для минимизации выбросов NO_x и CH_x [4].

Проведённый анализ экспериментальных данных подтверждает техническую реализуемость и высокую эффективность перевода тракторного дизеля Д-240 на компримированный природный газ по газодизельному процессу. Модернизация системы питания с сохранением штатной топливной аппаратуры и использованием всережимного регулятора для управления подачей газа позволяет замещать до 80% дизельного топлива на номинальном режиме без снижения мощности (54,6 кВт). При этом часовой расход метана составляет 11 кг/ч против 16 кг/ч у ДТ, а удельный эффективный расход топлива в газодизельном режиме уменьшается на 16% (с 245 до 205 г/(кВт·ч)) при оптимальном угле опережения впрыска 23° до ВМТ.

В экологическом аспекте применение природного газа обеспечивает существенное снижение дымности, содержания оксида и диоксида углерода, однако сопровождается ростом выбросов оксидов азота (на 24–60%). Для подавления их образования эффективно применение охлаждаемой рециркуляции отработавших газов: при степени РОГ 40% на малых нагрузках снижение NO_x достигает 63,4%, а на номинальном режиме достаточно 10%-й рециркуляции для достижения уровня выбросов, характерного для дизельного процесса. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности внедрения разработанных систем питания и РОГ, что позволяет существенно сократить затраты на топливо и улучшить экологические характеристики сельскохозяйственной техники без значительных конструктивных доработок.

Литература

1. Захаров, С. В. Эффективность перевода дизеля Д-240 (4Ч 11/12,5) трактора МТЗ на компримированный природный газ / С. В. Захаров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Омск : Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2009. – № 9 (59). – С. 60-62.
2. Лопатин, О. П. Индикаторные диаграммы тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, М. А. Олейник // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург ; Киров, 2004. – С. 104-107. – EDN XCTTTH.
3. Lopatin O.P., Likhanov V.A., Belov A.A., Vasiliev A.O., Alekseev E.P. Development of a methodology for calculating the integral toxicity of exhaust gases of a diesel engine running on alternative fuels // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 042003. – EDN SUOZCK.
4. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
5. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции Вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
6. Maksimov I.I., Alatyrev A.S., Smirnov M.P., Likhanov V.A., Lopatin O.P. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 032052. – EDN XHCRTS.
7. Likhanov V., Lopatin O., Mikheev G., Belova N., Maksimov A. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System // Transportation Research Procedia 61. – 2022. – 219-223. – EDN PEKHOV.
8. Akimov A.P., Lekomtsev P.L., Likhanov V.A., Lopatin O.P., Vasiliev A.O. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 2094. – 2021. – 052068. – EDN KUFPIH.
9. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.
10. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин, В.Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978-5-6048477-3-2. – EDN XCGZJA.

УДК 621.436

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА В ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЯХ

Куликов А. В. – аспирант
Вишняков А. В. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье обобщены результаты экспериментальных исследований по применению биотоплива на основе рапсового масла в тракторных дизелях. Рассмотрены технология производства смесевого топлива, влияние добавок рапсового масла на физико-химические свойства, эффективность использования с подачей воды на впуске, а также возможность применения рапсового масла в качестве запального топлива в двухтопливных системах.

Ключевые слова: тракторный дизель, биотопливо, рапсовое масло, водотопливная эмульсия, двухтопливная система

В условиях истощения запасов нефтяного топлива и ужесточения экологических норм всё большее внимание уделяется альтернативным энергоносителям из возобновляемого растительного сырья. Одним из перспективных вариантов является биотопливо на основе рапсового масла, которое может использоваться в дизельных двигателях как в чистом виде, так и в смеси с нефтяным топливом, а также в двухтопливных системах. Однако применение такого топлива требует адаптации конструкции и регулировок двигателя, поскольку его физико-химические свойства отличаются от традиционного дизельного топлива [1-4].

В связи с этим постоянно проводятся новые исследования, направленные на изучение возможностей эффективного применения рапсового масла в тракторных дизелях. В работах различных авторов рассматриваются как технологические аспекты производства биотоплива, так и вопросы его непосредственного использования в двигателях. Цель настоящей работы – обобщение экспериментальных данных по производству и использованию биотоплива на основе рапсового масла в тракторных дизелях, включая оценку влияния на рабочий процесс и экологические показатели [5-8]. В первой работе проведён анализ теплофизических и физико-химических свойств смесей дизельного топлива с рапсовым маслом и его метиловым эфиром. Установлено, что плотность, кинематическая вязкость и коэффициент поверхностного натяжения смесей существенно зависят от температуры окружающей среды и процентного содержания растительного компонента. С увеличением доли рапсового масла вязкость смеси возрастает, что влияет на процессы топливоподачи, распыливания и смесеобразования. При этом конвертация дизельного двигателя на такие смеси возможна без кардинальных конструктивных изменений, однако для оптимизации работы необходимы дополнительные исследования по подбору рационального состава смеси и корректировке параметров системы питания [9-12].

В следующей работе предложена технологическая линия для получения биотоплива из семян рапса, включающая несколько последовательных этапов: прессование семян для получения масла, предварительное отстаивание, фильтрацию для удаления механических примесей, щелочную нейтрализацию и смешивание с дизельным топливом. Применение щелочной нейтрализации с использованием 0,1–0,3% едкого кали (KOH) в предварительно подогретом масле (до температуры 50–60 °C) позволяет снизить вязкость и плотность на 10 и 2% соответственно, а также удалить тяжёлые жирные кислоты, которые являются причиной образования отложений в камере сгорания и на распылителях форсунок.

Оптимальным составом смесевого топлива в данной работе признана композиция, содержащая 70% рапсового масла и 30% дизельного топлива. При таком соотношении удаётся сохранить приемлемые вязкостные характеристики и обеспечить устойчивую работу двигателя без существенных конструктивных изменений. В другой рассмотренной статье приведены результаты стендовых испытаний дизеля Д-21 при работе на рапсовом масле с подачей воды во впускной коллектор. Опыты проводились в диапазоне частот вращения коленчатого

вала от 1500 до 2000 мин$^{-1}$. В начале эксперимента проводились опыты без подачи воды (работа на чистом дизельном топливе), затем опыты с применением рапсового масла и подачей воды. Максимальное количество подаваемой воды составляло 50% от массы топлива, данный предел был установлен по данным предварительных испытаний [13-16].

На основе полученных экспериментальных данных определены эмпирические зависимости, позволяющие прогнозировать изменение крутящего момента и эффективной мощности двигателя в зависимости от количества подаваемой воды. Максимальный эффект достигается при подаче воды в количестве 25–35% от цикловой подачи топлива. Оптимальное значение подачи воды, равное 30% от цикловой подачи топлива, позволяет увеличить крутящий момент двигателя на 14,76% (до 94,37 Н·м). Максимально допустимая подача воды составляет 56,8%. Таким образом, применение водотопливной эмульсии на основе рапсового масла позволяет не только снизить токсичность отработавших газов, но и повысить мощностные показатели двигателя [3]. В последней проанализированной работе рассмотрена возможность использования рапсового масла в качестве запального топлива для воспламенения основного топлива (в данном случае этанола) в дизеле 2Ч 10,5/12,0. Для этого была разработана раздельная система топливоподачи с двумя форсунками: штатная форсунка подавала основное топливо, а дополнительная форсунка – запальное рапсовое масло. Такая схема позволяет использовать топлива с низким цетановым числом, которые не могут самовоспламеняться от сжатия в чистом виде. Физико-химические свойства рапсового масла существенно отличаются от дизельного топлива. Цетановое число рапсового масла составляет 39 против 46 у дизельного топлива, что указывает на худшую воспламеняемость. Плотность рапсового масла (917 кг/м³) выше плотности дизельного топлива (820 кг/м³), а кинематическая вязкость (42,1 мм²/с при 20 °С) на порядок выше. Низшая теплотворная способность рапсового масла составляет 37,0 МДж/кг против 42,4 МДж/кг у дизельного топлива [17-24]. Температура самовоспламенения рапсового масла (318 °С) также выше, чем у дизельного топлива (220 °С). При работе на номинальном режиме (n = 1800 мин$^{-1}$, p_e = 0,588 МПа) с установочным углом опережения впрыска 34° до ВМТ для этанола и рапсового масла максимальное давление сгорания составило 7,1 МПа при угле 11,5° после ВМТ, тогда как на дизельном топливе при том же угле опережения максимальное давление достигало 7,43 МПа при 5,7° после ВМТ. Цикловая подача рапсового масла в качестве запального топлива составляла 13 мг/цикл, а этанола в качестве основного топлива – 52 мг/цикл. Тогда как цикловая подача дизельного топлива при соответствующей нагрузке составляла 41,2 мг/цикл. С увеличением цикловой подачи этанола доля тепла от кинетического сгорания возрастает, в отличие от дизельного процесса, где с ростом нагрузки увеличивается доля диффузионного сгорания. Это позволяет повысить эффективность цикла и создать потенциал для форсирования двигателя без чрезмерного роста давления. Максимальный эффективный КПД при работе на этаноле и рапсовом масле составил 0,33 (на уровне дизельного процесса).

Экологические показатели при использовании этанола и рапсового масла существенно улучшились: выбросы оксидов азота снизились примерно на треть, дымность уменьшилась в несколько раз. При этом эффективный КПД двигателя на номинальном режиме остался практически на уровне дизельного процесса. Однако на режимах частичных нагрузок эффективность работы двигателя снижается, что указывает на необходимость дальнейших исследований для оптимизации работы во всём диапазоне нагрузок [25-30].

Обобщение результатов экспериментальных исследований позволяет сделать следующие выводы: Физико-химические свойства смесей дизельного топлива с рапсовым маслом существенно зависят от температуры и содержания растительного компонента. Повышенная вязкость рапсового масла требует предварительного подогрева для обеспечения нормальной работы топливной аппаратуры [1]. Применение рапсового масла с подачей воды во впускной коллектор позволяет увеличить крутящий момент двигателя на 14,76% при оптимальном количестве воды 30% от цикловой подачи топлива. Максимально допустимая подача воды составляет 56,8% [3]. Организация двухтопливного питания с раздельным впрыском этанола (основное топливо) и рапсового масла (запальное) обеспечивает полное

замещение нефтяного топлива, снижение выбросов NO_x на треть и многократное уменьшение дымности при сохранении эффективности на номинальном режиме [4]. Для обеспечения устойчивой работы двигателя на малых нагрузках и повышения топливной экономичности требуются дальнейшие исследования по оптимизации состава смесей и параметров рабочего процесса.

Литература

1. Селиванов, Н. И. Эффективность производства и использования биотоплива на основе рапсового масла в тракторных дизелях / Н. И. Селиванов, А. А. Доржеев // Вестник КрасГАУ. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2008. – № 4. – С. 236–241.
2. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
3. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции Вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
4. Likhanov V., Lopatin O., Mikheev G., Belova N., Maksimov A. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System // Transportation Research Procedia 61. – 2022. – 219-223. – EDN PEKHOV.
5. Commercial Carrier Journal. EPA emissions standards timeline // CCJ. – 2020. – URL: https://www.ccjdigital.com/ (дата обращения: 30.03.2026).
6. Akimov A.P., Lekomtsev P.L., Likhanov V.A., Lopatin O.P., Vasiliev A.O. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 2094. – 2021. – 052068. – EDN KUFPIH.
7. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.
8. Новокшанов, Ф. А. Исследование мощностных показателей дизельного двигателя при работе на рапсовом масле с подачей воды на впуске / Ф. А. Новокшанов, А. Л. Бирюков, П. Ю. Малышкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сборник научных трудов. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2023 – С. 306-309.
9. Advanced BioFuels USA. Battle Of The Biofuels: Biodiesel vs Renewable Diesel vs Petroleum Diesel. – 2022. – URL: https://advancedbiofuelsusa.info/ (дата обращения: 30.03.2026).
10. Лопатин, О. П. Индикаторные диаграммы тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов / В. А. Лиханов, А. В. Россохин, М. А. Олейник // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург : Киров, 2004. – С. 104-107. – EDN XCTTTH.
11. Lopatin O.P., Likhanov V.A., Belov A.A., Vasiliev A.O., Alekseev E.P. Development of a methodology for calculating the integral toxicity of exhaust gases of a diesel engine running on alternative fuels // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 042003. – EDN SUOZCK.
12. Maksimov I.I., Alatyrev A.S., Smirnov M.P., Likhanov V.A., Lopatin O.P. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 032052. – EDN XHCRTS.
13. Experimental investigations on the performance and emissions of a diesel engine fueled with biodiesel blends // Springer Link. – 2020. – Vol. 13. – P. 245-259.

14. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978-5-6048477-3-2. – EDN XCGZJA.
15. Particulate emissions from biodiesel vs diesel fuelled compression ignition engines // ScienceDirect. – 2019. – Vol. 15. – P. 327-338.
16. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
17. Лиханов, В. А.Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
18. Лиханов, В. А. Исследование сажевыделения в тракторном дизеле, работающем на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 4. – С. 375-385. – EDN SDIADK.
19. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 3. – С. 424-443. – EDN JKSIXY.
20. Лиханов, В. А. Исследование токсичности отработавших газов дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 9. – С. 30-34. – EDN XEJMTH.
21. Лиханов, В. А. Исследование дизеля на спиртовом и газомоторном топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – 175 с. – ISBN 978-5-6045024-1-9. – EDN GCPSZS.
22. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 4 (40). – С. 21-25. – EDN SILVTR.
23. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 16-4. – С. 170-173. – EDN QIPLVD.
24. Raja S., Sunil kumar M., Eshwar D., Alphin M.S., Natarajan S. Energy and exergy analysis and multi-objective optimization of a biodiesel fueled direct ignition engine // Results in Chemistry. – 2022. – Т. 4. – С. 100284.
25. Лиханов В.А., Лопатин О.П. Сгорание, тепловыделение и образование оксидов азота в дизеле, работающем на альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин . – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – 173 с. – ISBN 978-5-6045024-5-7. – EDN TBGZKI.
26. Лиханов, В. А. Исследование скоростного режима дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – № 1 (61). – С. 12. – EDN XEQEDT.
27. Лиханов, В. А. Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения оксидов азота в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 408 с. – EDN YPVGZN.
28. Лиханов, В. А. Использование природного газа, спиртов и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – 395 с. – EDN XOYWAX.
29. Лиханов, В. А. Исследование рабочего процесса дизеля на спиртосодержащем топливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – 205 с. – ISBN 978-5-6048477-7-0. – EDN GXGGVB.
30. Meng K., Li L., Zhang X., Huang Z., Wang F., Li R., Lin Q. Comparison of combustion and micro-explosion characteristics of droplet group of biodiesel/ethanol and biodiesel/rp-3/ethanol // Physics of Fluids. – 2022. – Т. 34, № 6. – С. 061903.

УДК 637.33

ТЕХНОЛОГИИ ДОЕНИЯ МОЛОКА НА ФЕРМЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА С ПРИВЯЗНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ

Кульков Н. Д. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обоснование и разработка поточно-технологической линии, обоснование генерального плана фермы, обзор и анализ существующих технологий и технических средств, требования безопасности перед началом работы.

Ключевые слова: молоко, животноводство, обработка, установка, продукт, конструкция, доение, операции

Качество молока и молочных продуктов во многом зависит от своевременности их обработки и переработки, так как молоко является скоропортящимся продуктом.

В целях сохранения молока в свежем виде в период доставки потребителям его подвергают первичной обработке непосредственно на фермах. Эта обработка включает следующие технологические операции: фильтрование, охлаждение, хранение, учет. В некоторых случаях к ним добавляются пастеризация, сепарирование и нормализация. Последние операции больше относятся не к обработке, а к переработке.

Технологические операции по переработке молока имеют целью изменить его исходные свойства и получить питьевое молоко, сливки, творог, масло, сыр и др. продукты. Переработку молока осуществляют на некоторых молочнотоварных фермах, обычно расположенных вблизи городов и поставляющих молочную продукцию непосредственно в торговую сеть, а также на предприятия молочной промышленности.

Задачей развития приоритетных подотраслей сельского хозяйства является выравнивание возникших диспропорций в агропродовольственном секторе путем поддержки тех производств, которые имеют потенциальные преимущества на внутреннем и мировом рынке, но без государственной поддержки и регулирования не могут в полной мере реализовать этот потенциал. К таким производствам относятся производства с длительным инвестиционным циклом и более высокими требованиями к инфраструктуре. Их развитие позволяет не только увеличить производство отдельных видов мяса, но и поддержать сохранение традиционного уклада жизни и занятости народов Севера, Сибири и Дальнего востока, а также Пермского края [1,2,3,4,5,6,7,8].

Увеличение производства продукции животноводства в стране предусматривается главным образом за счёт внедрения интенсивных технологий и новой техники, повышения продуктивности скота, а также широкого использования различных форм хозяйствования.

Создание новых машин и оборудования должно основываться на строго научном подходе, для комплексной механизации сельскохозяйственного производства. Внедрение в производство новой системы машин позволит уменьшить эксплуатационные издержки на получение продукции животноводства на 20…25% снизить прямые затраты труда в 1,5…1,9 раза по сравнению с уровнем, достигнутым в хозяйствах страны.

В нашей стране более половины произведенного молока перерабатывается на масло, 35% - на питьевое молоко и кисломолочные продукты, из остальной части вырабатывают сыры, брынзу, мороженое, сгущенное консервированное и сухое молоко, сливки и др. Переработка молока осуществляется на специальных технологических линиях.

Молоко является скоропортящимся продуктом, при доении в него попадают бактерии, вызывающие закисание. Источником бактериального загрязнения могут быть плохо вымытое вымя животного, плохо промытые детали, соприкасающиеся с молоком, и воздух коровника, засасываемый пульсатором и коллектором доильного аппарата. Свежевыдоенное молоко обладает бактерицидными свойствами, которые сохраняются определенное время. Понижая температуру молока, увеличиваем срок действия его бактерицидных свойств. У

свежего неохлажденного молока при температуре 30°С бактерицидная фаза равна 3 часам, при

16 ч, до 10…13°С - 36 ч, до 4…5°С жизнедеятельность бактерий практически прекращается. Технологическая схема первичной обработки молока и комплект оборудования для ее реализации зависят от способа доения и типа доильных установок, размера и планирования ферм, способа и кратности реализации молока в течение суток, удаленности ферм от молочных заводов и др.

снижении температуры до 16°С

Свежевыдоенное молоко показывает, кислую реакцию. Кислотность молока выражается в градусах Тернера (°Т), которые показывают количество миллилитров децинормального раствора щелочи (КОН или NaOH), идущей на нейтрализацию 100 мл молока. Метод определения кислотности определен ГОСТ 3624-92. Кислотность свежевыдоенного молока находится в пределах 16…18°Т.

Химический состав молока не постоянен и зависит от породы, возраста, периода лактации, условий кормления и качества кормов. В состав молока входят более ста различных веществ. В нем различают две основные части: воду - в среднем 87,5% и сухое вещество - 12,5%. Последнее состоит из молочного сахара - 4,5...4,8%, жира - 2,9...5,1%, белка - 2,7...3,7%, минеральных и органических кислот - около 0,75 % и золы - 0,6...0,8%.

В зависимости от физико-химических и микробиологических свойств молоко делят на три сорта и на несортовое, согласно ГОСТ Р 52054-2003.

Несортовое молоко и молоко II сорта с кислотностью выше 20°Т направляется на переработку в творог и другие кисломолочные продукты. Молоко, поступающее в торговую сеть делится на цельное, нормализованное, восстановленное, витаминизированное (жирность 3,2%), а также повышенной жирности и топленое (жирность 6%), белковое (жирность 2,5%). Плотность его должна быть ниже 1,027 г/см^3.

На фермах крупного рогатого скота применяются следующие системы содержания: привязная; беспривязная: боксовая, на глубокой подстилке; конвейерная и другие.

Из систем, которые применяются наиболее часто, по технологии содержания беспривязная система значительно сложнее, чем привязная. Она требует четкой организации всех работ на ферме, тщательного подбора групп животных, а также требует значительного запаса кормов, подстилки.

Преимущество одной системы перед другой необходимо определить в отношении климата (для данной местности), наличия кормов, подстилки, пастбищ, пород скота, технической оснащенности, квалификации обслуживающего персонала и других факторов.

Установки для машинного доения можно разделить на три основных типа: стационарные для доения коров в стойлах (линейные доильные агрегаты), стационарные для доения коров в специальных доильных помещениях, универсальные передвижные для доения как на пастбищах, так и в доильных помещениях или коровниках. При доении коров круглый год на ферме в стойлах и при привязном содержании широко используют установки АД-100Б, ДАС-2В с переносными аппаратами и сбором молока в ведра.

Технологический процесс работы доильных установок с переносными ведрами включает: промывку доильных аппаратов перед доением, подготовку коровы к доению, надевание доильных стаканов на соски и доение, снятие доильных стаканов, слив молока из доильного ведра во флягу и транспортировку фляг в молочную, мойку и дезинфекцию доильных аппаратов после доения.

Для частного подворья и малых ферм крупного рогатого скота все более широкое применение находят передвижные доильные агрегаты. Они просты в эксплуатации, имеют низкую металлоемкость и относительно невысокую энергоемкость.

Передвижная доильная установка для индивидуальных и фермерских хозяйств УДП-1 предназначена для доения коров при привязном стойловом содержании со сбором молока в доильное ведро.

Состоит из одноосной двухколесной ручной тележки, вакуумного агрегата и доильного аппарата. Перед дойкой доильный аппарат прополаскивают, пропуская через него 6…8 литров чистой воды с температурой 60…65ºС, перевозят его к стойлам коров. Проводят подготовку коровы к доению (подготовительные операции), надевают доильные стаканы на соски. После завершения доения проводят заключительные операции, снимают доильные стаканы, сливают молоко из доильного ведра во флягу и приступают к доению следующей коровы.

В конце дойки транспортируют фляги с молоком в молочную, а доильный аппарат моют теплой водой, моющим раствором или дезинфицируют, прополаскивают. Хранят в подвешенном состоянии до следующей дойки.

УДП-1 обслуживает до 20 коров при двухчасовой дойке. Работает при разрежении 48…50 кПа. Вместимость доильного ведра – 19, а емкости для воды

– 10 л. Длина шнура питания 5м. Мощность электродвигателя 0,75 кВт. Масса 40 кг. Индивидуальные доильные установки серии «Надежда» предназначены для машинного доения коров в крестьянских (фермерских) хозяйствах и на малых фермах.

Одеть положенную по нормам спец. одежду.

Проверить расстановку доильного оборудования, убедиться в его исправности и опробовать на холостом ходу, при обнаружении повреждения или неисправности поставить в известность руководство.

Проверить преддоильные площадки и пути движения коров, чтобы работали электрические или механические устройства для подгона коров.

Для обеспечения безопасной работы необходимо еженедельно проводить профилактический осмотр устройств и оборудования, которые не имеют регламентированного срока технического обслуживания (впускные и выпускные ворота, перила, тралы, подножные решетки.)

Приготовить моющие и дезинфицирующие растворы, пользуясь резиновыми перчатками и защитными очками.

Подвижные и вращающиеся части оборудования должны иметь защитные кожухи и ограждения, исключающие возможность получения травмы обслуживающим персоналом.

Расчет доильных установок и линии обработки молока проводится совместно. Сложность определения часовой производительности поточно- технологической линии заключается в том, что выход молока при доении животных является величиной не постоянной, а зависящей от поголовья и продуктивности животных, времени года, месяца и даже недели. На крупных фермах и комплексах эта зависимость ощущается меньше, чем на фермах с малым поголовьем скота. Поэтому при подборе оборудования линии необходимо учитывать колебания ее производительности.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Технологический расчёт линии доения и первичной обработки молока : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. А. Зыкин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – 37 с. – EDN RCJZMY.

2. Анализ роботизированных кормораздатчиков для животноводческих комплексов по содержанию крупного рогатого скота / А. С. Дорохов, В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин [и др.]. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-94-104 // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1(50). – С. 94-104. – EDN FCJSIK.

3. Направления исследований в создании автоматизированных систем почетвертного доения для станочных доильных установок / В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин, П. Н. Подобедов, Е. А. Никитин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2017. – № 4 (28). – С. 16-20. – EDN ZWIZEF.

4. Патент № 2186487 C1 Российская Федерация, МПК A01J 15/00, A01J 15/02, A01J 15/06. Маслоизготовитель периодического действия : № 2000131021/13 : заявл. 13.12.2000 : опубл. 10.08.2002 / В. С. Парфенов, В. П. Терюшков, В. В. Коновалов ; заявитель Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN MPDAPD.

УДК 004

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Курдюков М. И. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье произведён анализ деятельности отраслевого предприятия в части планирования технического обслуживания транспортных средств, составлены диаграммы «Как есть» и «Как будет», произведена постановка задачи по автоматизации обозначенного бизнесс-процесса. В статье детально рассмотрено описание ключевых критериев, которым должна соответствовать автоматизированная система для удовлетворения потребностей, которые предъявляются предприятиями. По выделенным критериям дано сравнение основных программных продуктов в данном сегменте информационных систем.

Ключевые слова: автоматизация процесса ТО и ремонта, информационные системы

Обеспечение надежности и безопасности средств технического транспорта, экономической эффективности их применения являются важными задачами, как на стадии изготовления, так и в условиях эксплуатации технических средств. Большое место в производственной деятельности промышленного транспорта занимают работы, связанные с поддержанием и восстановлением работоспособности техники [1].

Затраты труда на ремонт и содержание промышленного транспорта весьма значительны. Роль ремонтной индустрии и зависимость от нее основной деятельности транспорта увеличивается в связи с ростом цен на новый подвижной состав. Длительные сроки службы подвижного состава приводят к необходимости наращивания ремонтной базы.

Система технического обслуживания и ремонта призвана обеспечить надежность, безотказность, долговечность промышленного транспорта. Предусматривается выполнение с установленной периодичностью различных видов обслуживания и плановых ремонтов, таких как текущий, средний, капитальный [2].

Планирование технического обслуживания проводится с целью определения числа отдельных видов технического обслуживания, сроков их выполнения, потребности в рабочей силе, числа передвижных агрегатов, топливозаправщиков, эксплуатационных материалов и денежных средств [3].

Планирование технических обслуживаний и ремонтов ведется с учетом отраслевых особенностей и специфики предприятий. Периодичность, трудоемкость, простой в ремонтах и технических обслуживаниях определяются методами исследований операций и проверяются практикой работы промышленного транспорта.

Эффективность использования технических средств характеризуется коэффициентом готовности, затратами труда на обслуживание, затратами на запасные части и пр.

Повышение эффективности мероприятий по обслуживанию способствует повышению производительности, обеспечению надежности и устойчивости эксплуатационной работы промышленного транспорта.

Для построения функциональных моделей, описывающих процесс планирования постановки техники на ТО, необходимо представить работу в целом. Для этого следует провести сбор информации по необходимым документам:

- карточка пробега автомашины;
- карточка прохождения ремонтов;
- карточка движения и состояния авторезины;
- форма ремонтного листа;
- форма дефектной ведомости.

Построение модели «as-is» («как есть»)

«AS-IS» - модель «как есть», модель существующего состояния организации.

Данная модель позволяет систематизировать протекающие в данный момент процессы, а также используемые информационные объекты. На основе этого выявляются «узкие места» в организации и взаимодействии бизнес-процессов, определяется необходимость тех или иных изменения в существующей структуре.

В данной работе модель «как есть» представлена в методологии EPC, отражающей как наглядную декомпозицию основного процесса на более мелкие, так и «работу» этих процессов посредством взаимодействия с теми или иными данными. Основной процесс (контекстная диаграмма процесса) также представлен в методологии IDEF0 (рисунок 1), демонстрирующей основные входы и выходы, механизмы и управляющие документы бизнес-процесса.

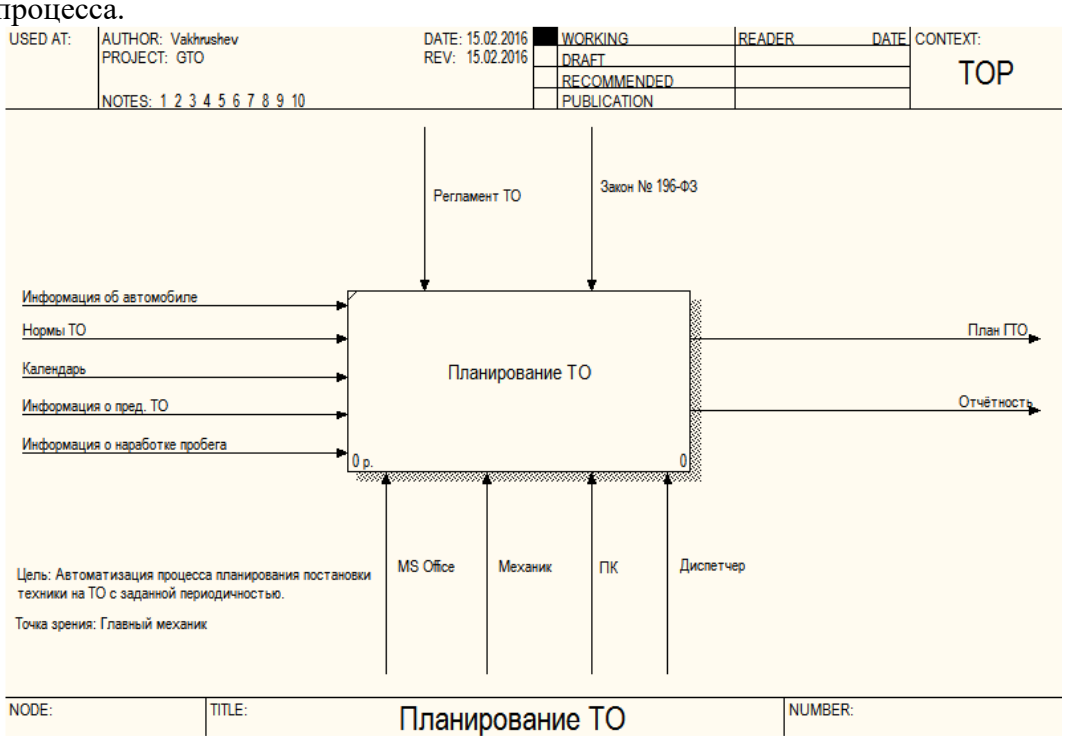


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма процесса планирования ТО

«Узким местом» называются места падения производительности. Они выявляются на основе анализа диаграммы «as-is», а именно:

- отсутствие единой базы данных;
- ручная обработка информации и как следствие снижение скорости выполнения повседневных задач;
- регулярно возникающие трудности, связанные с хранением бумажной документации.

Для устранения вышеперечисленных узких мест подойду два вида решений:

- делегирование проблемы планирование ТО аутсорсинговой компании;
- внедрение автоматизированной информационной системы.

Автоматизированная информационная система (АИС) - совокупность программно-аппаратных средств, предназначенных для автоматизации деятельности, связанной с хранением, передачей и обработкой информации.

Преимущества АИС следующие:

- повышение качества управления за счет более оперативного и полного использования документационной информации о ходе производственного процесса, о материальных, финансовых, энергетических потоках и затратах, о запасах сырья и материалов;
- определение и эффективное использование комплексных показателей в системах управленческого и финансового учета, улучшающих информационное обеспечение оперативного управления;

- наличие комплексной системы управления финансовым состоянием предприятия, объединенной с информационными базами данных;

- наличие корпоративной сети, построенной по архитектуре клиент-сервер как основной информационной магистрали предприятия;

- наличие единого информационного пространства всего предприятия, в состав которого входят фактографические базы данных, базы документов, базы прецедентов и объединяющий их компонент – предметно-ориентированное хранилище данных, позволяющее использовать всю накопленную информацию для процесса принятия управленческих решений.

Недостатки АИС:

- неграмотная постановка задачи менеджмента на предприятии или ее отсутствие;

- необходимость реорганизации структуры предприятия;

- негативная реакция со стороны сотрудников предприятия;

- повышенная нагрузка на сотрудников предприятия во время внедрения системы;

- необходимость сформировать квалифицированную группу внедрения и сопровождения системы;

- стоимость внедрения.

Исходя из требований заказчика, а также принимая во внимание все преимущества и недостатки рассматриваемых вариантов – внедрение собственной АИС или передача на аутсорсинг следует очевидный вывод о необходимости внедрения автоматизированной информационной системы с учётом диаграммы «to-be»

Существующие на данный момент решения автоматизации процесса ТО и ремонтов немногочисленны, наиболее успешные программные средства представлены зарубежными разработчиками и доступны небольшому количеству потенциальных заказчиков в виду своей высокой стоимости.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 621.436

ВЛИЯНИЕ УГЛА ВПРЫСКА ТОПЛИВА НА РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ CRDI ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СПИРТА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В РАВНЫХ ОБЪЁМАХ

Лаптев И. А. – аспирант
Давлятбеков Ю. Б. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. 1-Гептанол ($C_7H_{15}OH$) является превосходной и экологически чистой альтернативой дизельному топливу, получаемой из возобновляемой биомассы для решения экологических проблем и смягчения истощения ископаемого топлива. В данном исследовании тестирование проводилось на одноцилиндровом четырёхтактном дизельном двигателе CRDI. Двигатель работал на постоянной скорости 1500 об/мин и использовал смесь 50% 1-гептанола/дизеля по объёму. Исследование было сосредоточено на изучении влияния различных углов впрыска топлива (21°, 23° и 25° угла поворота коленчатого вала до ВМТ), а именно: запаздывающего, стандартного и опережающего впрыска, а также различных нагрузок на двигатель 4, 8 и 12 кг на производительность двигателя, эффективность сгорания и выбросы. Экспериментальные результаты показали, что смешивание 1-гептанола с дизельным топливом привело к значительному снижению выбросов NOx и дымности, которые уменьшились на 27% и 26% соответственно. Однако при использовании смеси 50% 1-гептанола/дизеля и тестировании с опережающим углом впрыска наблюдалось снижение BTE на 2,26% и увеличение BSFC на 5,1% по сравнению с чистым дизелем. Опережение угла впрыска улучшает предварительное смешанное сгорание, но увеличивает выбросы HC и CO. Исследование предполагает, что 50% смесь 1-гептанола является перспективным возобновляемым топливом для дизельных двигателей с незначительными модификациями.

Ключевые слова: CFD, поршень, форсунка, оксиметиленовый эфир, альтернативное топливо, оптимизация, выбросы NOx, эффективность двигателя

Ископаемое топливо оценивается примерно в 1,5 триллиона долларов на мировом энергетическом рынке. Отчёт World Energy Outlook (WEO) 2023 сообщает, что энергия, генерируемая из ископаемого топлива, останется основным источником, как ожидается, удовлетворяя около 84% спроса на энергию к 2030 году. Согласно отчёту, поставки нефти и газа, как прогнозируется, увеличатся с 36 миллионов баррелей в день в 2006 году до 46 миллионов баррелей в день в 2015 году, в конечном итоге достигнув 61 миллиона баррелей в день к 2030 году [1]. По мере роста глобального населения транспортный сектор продолжает расти, при этом автомобили играют значительную роль [2].

Отчёт WEO-2023 прогнозирует, что продажи автобусов с двигателями внутреннего сгорания (ICE) достигнут пика к середине 2020-х годов в соответствии со сценарием заявленной политики (STEPS). Это согласуется со значительным ростом спроса на нефть за последние два десятилетия, который увеличился на 18 миллионов баррелей в день (млн баррелей/день), в основном из-за растущих потребностей в автомобильных перевозках [3,4]. Глобальный автопарк расширился более чем на 600 миллионов транспортных средств, а деятельность по автомобильным грузоперевозкам выросла почти на 65%. Следовательно, автомобильный транспорт теперь составляет около 45% мирового спроса на нефть [5]. Дизельные двигатели, известные своей универсальностью и эффективностью, популярны для тяжёлых применений [6,7], таких как морские суда, грузовики, автобусы, строительная техника и генераторы электроэнергии [8]. Их надёжность и способность эффективно работать в различных условиях укрепляют их важность [9,10].

Опасения по поводу истощения энергии и доступности ресурсов [11], особенно из-за пика добычи нефти, усилились в различных дискуссиях. Ископаемое топливо и минералы являются конечными и невозобновляемыми в человеческих масштабах времени [12,13], что

делает эти ресурсы физически и экономически ограниченными [14]. Российско-украинская война повлияла на мировые энергетические рынки, побудив страны диверсифицировать свои энергетические поставки. Энергия теперь имеет решающее значение в международных отношениях, при этом страны Ближнего Востока, такие как Саудовская Аравия, играют ключевую роль. По состоянию на 2021 год нефть составляла около 31% мирового потребления первичной энергии, согласно статистическому обзору мировой энергии British Petroleum 2022 [15].

Несмотря на многие усилия по борьбе с изменением климата, глобальные температуры продолжают расти, поскольку выбросы CO_2 достигли рекордных уровней, усугубляя проблемы, связанные с климатом [8]. Китай, Соединённые Штаты и Индия являются тремя крупнейшими эмитентами углекислого газа, ответственными за более чем половину глобальных выбросов. Китай лидирует с 28,1%, за ним следуют Соединённые Штаты с 15,5% и Индия с 7,2%. Высокий уровень выбросов в этих странах в основном обусловлен их большим населением и быстрым экономическим ростом [9].

Парижское соглашение обязывает международное сообщество к амбициозным долгосрочным целям по снижению глобального потепления и достижению нулевых выбросов парниковых газов к второй половине 21 века. Однако конкретные цели были установлены без адекватной научной поддержки. Отчёт МГЭИК 2018 года подчеркнул необходимость тщательной оценки и планирования, особенно в отношении выбросов автомобильного транспорта [16–18]. Постоянные исследования и информированное формирование политики имеют решающее значение для эффективного решения проблем изменения климата [10].

Для решения проблем зависимости от ископаемого топлива учёные исследуют альтернативные источники энергии, включая спирт. Спирт состоит из органических соединений с гидроксильными (-OH) группами и может производиться микроорганизмами из возобновляемых ресурсов, таких как сахар, крахмал и микроводоросли. Методы синтеза спирта включают генерацию синтез-газа из биомассы и использование генетически модифицированных микроорганизмов для производства глюкозы [19].

Спирты делятся на две основные категории в зависимости от количества атомов углерода, которые они содержат. Низшие спирты могут иметь от одного до трёх атомов углерода. Метанол (CH_3OH), этанол (CH_3CH_2OH) и пропанол ($CH_3CH_2CH_2OH$) являются некоторыми примерами спиртов. Высшие спирты содержат четыре или более атомов углерода, такие как бутанол (C_4H_9OH), пентанол ($C_5H_{11}OH$) и гексанол ($C_6H_{13}OH$), вплоть до гептанола ($C_7H_{15}OH$) и выше [20]. Низшие спирты изучаются более широко из-за их более лёгкого производства и раннего внедрения в различных применениях [21,22].

Использование низшего спирта в дизельных двигателях представляет несколько проблем. Эти спирты имеют низкое цетановое число, что приводит к более длительным задержкам воспламенения и большему сопротивлению самовоспламенению топлива. Кроме того, они имеют высокую энтальпию испарения и плохую смешиваемость с дизелем, что может привести к нестабильному сгоранию. Крайне важно учитывать эти ограничения при оценке использования низших спиртов в дизельных двигателях [23,24].

Исследования высших спиртов увеличились из-за их потенциала устранить некоторые ограничения, связанные с низшими спиртами в применениях дизельных двигателей [25–27]. Высшие спирты более адаптируемы, чем низшие спирты, благодаря их благоприятным свойствам топлива [28]. Они имеют более высокие цетановые числа и более низкую летучесть, улучшая качество воспламенения топлива и уменьшая такие проблемы, как разделение фаз. Это делает их отличным выбором для использования топлива [29,30]. Эти свойства позволяют использовать высшие спирты в качестве топлива в двигателях CI без каких-либо модификаций дизельного двигателя [31,32].

1-Гептанол — это высший спирт, состоящий из семи атомов углерода с прямой цепью ($C_7H_{15}OH$). Он считается превосходящим другие высшие спирты благодаря своему более высокому цетановому числу и энергосодержанию. Кроме того, он получен из биомассы, что

делает его более экологически чистым. Исследования показывают [21], что 1-гептанол имеет потенциал для рентабельного производства с помощью передовых биологических и химических процессов. При смешивании с дизелем он может создать эффективную топливную смесь в существующих дизельных двигателях [22]. Это указывает на потенциальный сдвиг в сторону большей жизнеспособности и устойчивости в производстве топлива. Кроме того, 1-гептанол демонстрирует лучшие физико-химические свойства, чем спирты C1–C6 [33], что делает его интригующим кандидатом для более широкого применения в дизельных двигателях. В таблице 1 показаны физико-химические свойства высших спиртов, подчёркивая их потенциал для решения экологических проблем и проблем эффективности, с которыми в настоящее время сталкивается автомобильная промышленность.

Таблица 1 – Сравнение физико-химических свойств топлива высших спиртов с дизельным топливом

Свойства	Дизель	Бутанол	Пентанол	Гексанол	Гептанол	Октанол	Деканол
Химическая формула	C_{12}–C_{25}	C_4H_9OH	$C_5H_{11}OH$	$C_6H_{13}OH$	$C_7H_{15}OH$	$C_8H_{17}OH$	$C_{10}H_{19}OH$
Мол. масса (кг/кмоль)	190–211,7	74,12	88,15	102,18	116,20	130,23	158,28
Углерод (% масс.)	86,13	64,82	68,13	70,53	72,16	73,73	68,23
Водород (% масс.)	13,87	13,49	13,61	13,70	13,71	13,82	12,64
Кислород (% масс.)	0	21,59	18,15	15,70	14,13	12,29	10,11
Плотность (кг/м³)	835	809,7	814,8	821,8	818	827	830
Температура кипения (°C)	180–360	117	138	157	176	195	233
Температура самовоспламенения (°C)	254–300	345	300	285	275	270	255
Низшая теплота сгорания (МДж/кг)	42,49	32,01	32,16	39,10	39,92	52,94	–
Скрытая теплота испарения (кДж/кг)	270–375	585,40	308,05	486	574,95	–	–
Цетановое число	52	17	20	23	29,5	39	50

Было проведено несколько значительных экспериментов для демонстрации влияния различных топливных смесей 1-гептанола на исследования дизельных двигателей, как показано в таблице 2. Существующий обзор литературы решительно поддерживает использование 1-гептанола в качестве возобновляемого биотоплива, альтернативного дизельному топливу, без необходимости модификации двигателя. 1-гептанол обладает превосходными физико-химическими свойствами по сравнению с низшими спиртами. До сих пор исследования в основном были сосредоточены на смешивании более низких процентных долей (от 10% до 40%) 1-гептанола с дизелем в бинарных или тройных смесях,

включая другие спирты, биодизель и наночастицы в качестве добавок для оценки производительности двигателя. Результаты показали увеличение пикового давления в цилиндре и более длительную задержку воспламенения при добавлении 1-гептанола к дизельному топливу. Кроме того, наблюдалось заметное снижение выбросов оксидов азота (NO_x) и сажи при введении небольшого процента 1-гептанола. Однако существует недостаток более высокого объёмного процента смеси 1-гептанол/дизель для оценки параметров двигателя с различными углами впрыска топлива.

Необходимы дальнейшие исследования, чтобы полностью понять поведение 1-гептанола при смешивании в более высоких пропорциях, до 50% по объёму, и оценить, как его более высокое энергосодержание влияет на производительность дизельного двигателя при различных углах впрыска топлива. Устраняя вышеупомянутый пробел в исследованиях, текущее исследование предоставляет детальный анализ смеси 1-гептанола и дизеля 50% об./об., фокусируясь на её влиянии на параметры производительности, сгорания и выбросов дизельного двигателя CRDI. Основная цель — определить совместимость более высокого соотношения смеси в повышении эффективности двигателя и снижении выбросов. Кроме того, исследование исследует взаимодействие между углом впрыска топлива: запаздывающим при 21° угла поворота коленчатого вала до ВМТ, стандартным при 23° угла поворота коленчатого вала до ВМТ и опережающим при 25° угла поворота коленчатого вала до ВМТ при различных нагрузках на двигатель 4 кг, 8 кг и 12 кг. Значения крутящего момента для нагрузок на двигатель 4 кг, 8 кг и 12 кг составляют 7,56 Нм, 14,70 Нм и 22,45 Нм соответственно. Оценивая эти переменные, исследование стремится предоставить комплексное понимание того, как угол впрыска и нагрузка на двигатель влияют на производительность и экологическое воздействие смеси 1-гептанол/дизель в дизельном двигателе CRDI.

Открытый электронный блок управления (ECU), разработанный NI RA I7r, представляет собой высокоэффективную микропроцессорную систему управления двигателем, предназначенную для применений OE. Он контролирует давление топлива, впрыск топлива, давление наддува, скорость холостого хода и несколько других функций двигателя. К валу двигателя был прикреплён вихретоковый динамометр для приложения различных нагрузок к двигателю. Пьезотронный преобразователь использовался для измерения давления внутри цилиндра, а энкодер угла поворота коленчатого вала отслеживал положение коленчатого вала двигателя. Топливная система включала насос высокого давления, топливный фильтр и электрический подающий насос. Подающий насос забирал топливо из бака, пропускал его через фильтры и доставлял к насосу высокого давления. Система CRDI использует насос высокого давления для поддержания постоянного давления топлива. Впускное отверстие для топлива двигателя и бак подключены к бюретке и синхронизированы с секундомером для измерения расхода топлива. Сигналы датчиков от двигателя отправляются на компьютер через систему сбора данных National Instrument USB-6210 (DAQ), которая обрабатывает данные с помощью программного обеспечения IC engine LabView. Газоанализатор AVL DIGAS 444 может обнаруживать выбросы, такие как HC, CO, NOx, CO_2 и O_2, путём анализа выхлопных газов. Дымомер AVL 437 также измеряет дым, выделяемый из выхлопа.

1-Гептанол (номер CAS: 111-70-6), технический сорт с чистотой 99%, был приобретён у Loba Chemie PVT. Чистый дизель был приобретён на местной заправочной станции. Экспериментальное исследование проводилось с использованием смеси 50% 1-гептанола и 50% дизельного топлива (D50HP50), которая была приготовлена путём смешивания всплеском. Тестирование проводилось в соответствии со стандартами ASTM. В частности, были проведены тесты на плотность (ASTM 4052) и вязкость (ASTM D445), а также оценки низкой теплоты сгорания (ASTM D4868) и цетанового числа (ASTM D976), все в соответствии с рекомендациями ASTM. Приготовленная смесь прошла тест на стабильность фазы, и через 24 часа не наблюдалось разделения слоёв или образования, как показано на

рисунке 3. В таблице 2 показаны свойства смеси, использованной в экспериментальном исследовании.

Таблица 2 – Спецификации экспериментальной топливной смеси

Свойство	Метод теста	Дизель	1-Гептанол	50% HP [43]	D50HP50
Формула	–	$C_{14}H_{30}$	$C_7H_{16}O$	–	–
Мол. масса (г/моль)	–	190–211,7	116,2	–	–
Плотность (кг/л)	ASTM 4052	0,850	–	–	0,814
Удельный вес	–	0,835	0,818	0,826	0,820
C%	–	86,1	72,16	79,1	–
H%	–	13,9	13,71	13,8	–
O%	–	0	14,31	7,15	–
Скрытая теплота испарения (кДж/кг)	–	270–375	575	420–473	–
Цетановое число	ASTM D976	52	29,5	40,75	40,23
Низшая теплота сгорания (кДж/кг)	ASTM D4868	42 500	39 900	40 210	39 985
Вязкость 40°C	ASTM D445	2,7	5,75	3,94	3,21

В экспериментах тестировались различные углы впрыска топлива, такие как запаздывающее начало впрыска (SOI) (21° угла поворота коленчатого вала до ВМТ), стандартное или фактическое SOI (23° угла поворота коленчатого вала до ВМТ) и опережающее SOI (25° угла поворота коленчатого вала до ВМТ). Нагрузки регулировались с шагом от 4 кг, 8 кг и 12 кг, считаемых низкими, средними и высокими нагрузками, при этом скорость двигателя поддерживалась стабильной на уровне 1500 об/мин, а давление впрыска топлива — на уровне 600 бар. Сначала были записаны базовые показания с использованием обычного дизельного топлива с низким содержанием серы (10 ppm) со стандартным SOI 23° угла поворота коленчатого вала до ВМТ. Затем те же экспериментальные условия были запущены с использованием смеси 50% дизеля и 50% 1-гептанола (смесь D50HP50) с различными SOI (21°, 23° и 25° угла поворота коленчатого вала до ВМТ) по сравнению с базовыми результатами. Экспериментальные данные были собраны из 100 циклов двигателя для обеспечения повторяемости и точности анализа сгорания. Датчик угла поворота коленчатого вала Kubler-Germany (модель 8.3700.1321.0360) использовался для измерения положения угла. Сигнал давления в цилиндре записывался каждые 1° угла поворота коленчатого вала (CA) для всех 100 циклов. Для минимизации вариаций между циклами данные были усреднены для получения давления в цилиндре (CP), средней температуры газа (MGT) и чистого тепловыделения (HRR).

На рисунке 1 продемонстрирована вариация BTE с нагрузкой на двигатель для дизеля и D50HP50 при различных углах впрыска топлива. BTE улучшалась по мере увеличения нагрузки на двигатель для всех тестовых смесей из-за лучшего сгорания при более высоких нагрузках на двигатель. Рисунок 1 указывает, что все топливные смеси отображают аналогичную картину BTE при всех углах впрыска. Однако D50HP50 имеет более низкую BTE при всех углах впрыска, чем дизельное топливо. При стандартном SOI BTE D50HP50 при нагрузках 4 кг, 8 кг и 12 кг на 16,59%, 10% и 9,4% ниже по сравнению с чистым дизельным топливом. Низкая LHV, неполное сгорание, высокая вязкость и низкое ЦЧ вызывают снижение BTE для D50HP50. При опережении стандартного SOI наблюдаются заметные изменения значений BTE. При нагрузках 4 кг, 8 кг и 12 кг значения BTE увеличиваются на 5%, 3,31% и 2,7% соответственно по сравнению со стандартным SOI.

Камера сгорания достигает наивысшего давления и температуры в ВМТ. Это приводит к максимальной BTE для двигателя. BTE выше, потому что сгорание происходит в идеальной точке цикла двигателя. Однако несколько факторов, таких как низкое цетановое число, высокая LHE, длительная задержка и вязкость топлива, могут вызвать длительное воспламенение или задержку воспламенения во время стандартного времени впрыска. Это может привести к снижению BTE [6]. Длительная продолжительность воспламенения может вызвать задержку пикового давления и температуры. Это происходит после того, как поршень прошёл ВМТ и начал свой ход вниз, в результате чего значительная часть топлива сгорает и выделяется во время хода расширения, что не способствует механической работе. Когда угол впрыска опережается, длительность сгорания удлиняется, в результате чего максимальное тепло выделяется во время хода расширения, что приводит к более высокой эффективности по тормозной тепловой мощности по сравнению со стандартным SOI и запаздывающим SOI. Дамодхаран и др. [4] обнаружили аналогичные результаты при смешивании трёх высших спиртов с дизельным топливом.

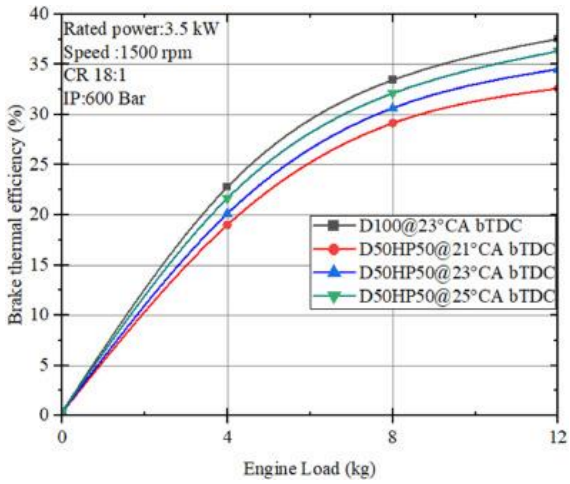


Рисунок 1 – Вариация BTE в зависимости от нагрузок на двигатель

Количество топлива, требуемое двигателем для производства определённого количества мощности или работы, известно как удельный расход топлива. По мере увеличения нагрузки на двигатель BSFC имеет тенденцию уменьшаться для всех топливных смесей при различных углах впрыска топлива, как показано на рисунке 2. BSFC уменьшается по мере увеличения нагрузки из-за более высокой тепловой эффективности. D50HP50 показывает более высокий BSFC при всех углах впрыска по сравнению с D100. При впрыске топлива при стандартном SOI BSFC выше при нагрузках 4 кг, 8 кг и 12 кг, чем у чистого дизельного топлива. BSFC на 8,6%, 11,22% и 12,8% выше при этих нагрузках.

Топлива с более низкой теплотой сгорания (LHV) требуют большего объёма или массы для генерации той же мощности, что и топлива с более высокой LHV. Топлива с более высокой LHE могут поглощать больше тепловой энергии во время впрыска и сгорания топлива, влияя на эффективность сгорания и увеличивая расход топлива. Из-за своей высокой вязкости 1-гептанол трудно равномерно распределить в камере сгорания во время впрыска. В результате более крупные капли топлива, которые требуют больше времени для испарения и смешивания с воздухом, могут неблагоприятно повлиять на время и эффективность сгорания. Это, в свою очередь, может привести к неполному сгоранию или неэффективному использованию топлива.

Кроме того, высокая LHE требует больше тепловой энергии для испарения во время сгорания для 1-гептанола, что может создать холодные области в камере сгорания [1]. Период задержки дополнительно ухудшается из-за увеличения количества топлива и неправильного сгорания, что приводит к снижению тепловой эффективности и увеличению BSFC при всех нагрузках. Однако для D50HP50 при опережающем SOI наблюдается более

низкий BSFC на 5,7%, 4,7% и 5,1% при нагрузках 4 кг, 8 кг и 12 кг соответственно по сравнению со стандартным SOI. Запаздывание SOI приводит к более высокому BSFC по сравнению со стандартным SOI и опережающим SOI. В частности, при нагрузках 4, 8 кг и 12 кг запаздывающий впрыск топлива приводит к увеличению BSFC на 16,66%, 20,19% и 22,42% по сравнению с D100. Как упоминалось выше, топливо горит дольше, что приводит к задержке сгорания. Во время хода расширения значительная часть топлива сгорает, в то время как некоторое количество выделяется через выхлоп без сгорания. Это, вероятно, является основным фактором более высокого наблюдаемого BSFC как при стандартном, так и при запаздывающем SOI. Доган и др. [9] наблюдали аналогичную тенденцию BSFC с добавлением более высоких пропорций 1-гептанола к дизельным смесям.

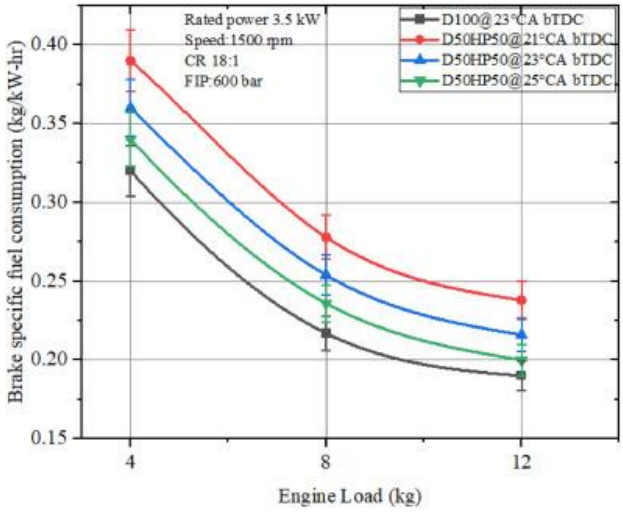


Рисунок 2 – Вариация BSFC в зависимости от нагрузок на двигатель

Температура выхлопных газов (EGT) является критическим измерением, которое указывает на температуру газов, выходящих из камеры сгорания и входящих в выхлопную систему. EGT является значительным параметром для мониторинга и регулирования производительности двигателя, выбросов и благополучия различных частей двигателя. Вариация EGT для всех рабочих условий двигателя при различных нагрузках отображена на рисунке 3. Когда нагрузка на двигатель увеличивается, EGT также увеличивается независимо от используемой топливной смеси. При нагрузке 12 кг значения EGT для смеси D50HP50 при запаздывающем SOI, стандартном SOI и опережающем SOI на 3,89%, 2,2% и 1,41% ниже соответственно по сравнению с D100. Среди всех тестовых топливных смесей максимальная EGT для дизеля, за которой следуют все смеси 1-гептанола. Как упоминалось, дизельное топливо имеет более высокие свойства сгорания, такие как ЦЧ, LHV, более низкая вязкость и LHE, что приводит к лучшему сгоранию и более высокой EGT [2].

С другой стороны, 1-гептанол имеет более низкое ЦЧ и LHV, а также более высокую вязкость и LHE, что снижает эффективность сгорания. Кроме того, присутствие содержания воды в спирте поглощает тепло во время диссоциации, что приводит к прямому влиянию на EGT, и, следовательно, EGT может немного упасть. Это связано с тем, что больше топлива сгорает во время периода предварительного смешанного сгорания при опережении SOI. Это значительно увеличивает температуру в цилиндре и EGT [3]. Что касается углов впрыска, все смеси следуют аналогичной схеме с лишь незначительными вариациями. Существует небольшая разница между опережающим SOI и запаздывающим SOI. Барик и др. [4] обнаружили повышенную температуру выхлопных газов с опережающим углом впрыска.

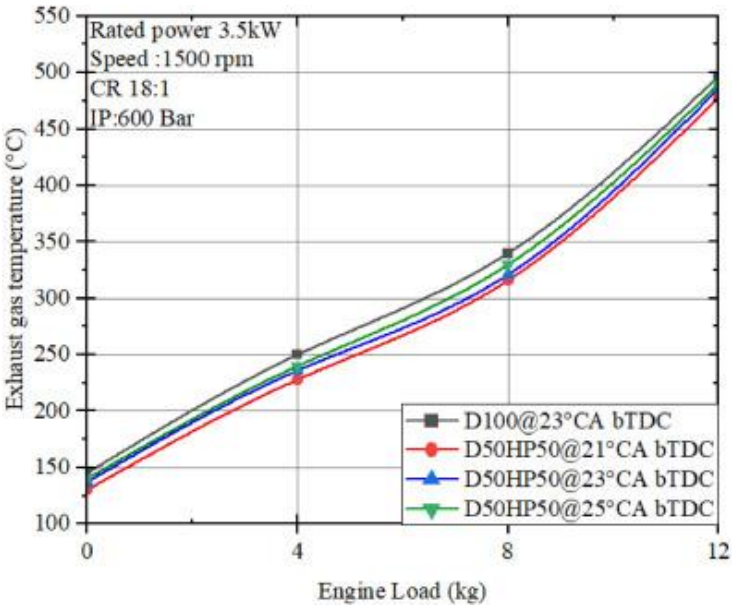


Рисунок 3 – Вариация EGT в зависимости от нагрузок на двигатель при различных углах впрыска топлива

На рисунке 4 показано, как 1-гептанол влияет на давление в цилиндре (CP) при различных углах впрыска топлива. Давление в цилиндре увеличивается с более высокими нагрузками на двигатель как для D100, так и для D50HP50. Это увеличение давления является результатом более высоких температур сгорания и увеличения расхода топлива при условиях максимальной нагрузки. При стандартном SOI для D50HP50 давление в цилиндре при нагрузках 4 кг и 8 кг по сравнению с D100. На качество сгорания влияют свойства топлива, такие как его скрытая теплота испарения, вязкость, низшая теплота сгорания и цетановое число. 1-Гептанол имеет более низкое цетановое число и более низшую теплоту сгорания, но имеет более высокую вязкость и скрытую теплоту испарения [5, 6]. И более высокая вязкость, и более низкое ЦЧ способствуют более длительному периоду задержки воспламенения перед началом сгорания, что приводит к накоплению большего количества топлива в камере сгорания [5]. При условиях нагрузки 4 кг и 8 кг температура внутри цилиндра недостаточна для облегчения быстрого испарения смеси 1-гептанол/дизель. Это явление объясняется высокой скрытой теплотой испарения, которая значительно поглощает тепло из камеры сгорания. Следовательно, CP может уменьшаться, когда двигатель работает при пониженной нагрузке [5]. При более низких температурах гидроксильные (OH) радикалы, присутствующие в высших спиртах, демонстрируют сниженную активность, компрометируя эффективность процесса сгорания. И наоборот, при более высоких нагрузках повышенная температура в цилиндре достаточна для эффективного испарения топливно-воздушной смеси, улучшая динамику сгорания. Кроме того, двигатель потребляет больше топлива при максимальных нагрузках, увеличивая давление в цилиндре. Для фактического или стандартного SOI 23° угла поворота коленчатого вала до BMT давление в цилиндре при нагрузках 4 кг, 8 кг и 12 кг для D50HP50 составляет 63,96 бар, 70,39 бар и 74,19 бар соответственно, что на 1,83% и 3,26% ниже, чем у чистого дизеля при нагрузках 4 кг и 8 кг соответственно. Когда SOI опережается до 25° до BMT, наблюдается увеличение давления в цилиндре.

И наоборот, когда время впрыска запаздывает до 21° до BMT, наблюдается снижение давления в цилиндре для всех нагрузок. В частности, пик давления в цилиндре для D50HP50 при нагрузке 12 кг для 23° до BMT, 25° до BMT и 21° до BMT составляет 74,19 бар, 78,73 бар и 71,56 бар. Для стандартного SOI пик CP удаляется от BMT, как продемонстрировано на рисунке across всех условий нагрузки. Это смещение является результатом комбинированных эффектов более высокой вязкости, более низкого цетанового числа и более высокой скрытой теплоты от испарения 1-гептанола. Эти факторы коллективно

способствуют длительному периоду задержки воспламенения. В частности, длительный период задержки воспламенения можно объяснить несколькими взаимосвязанными свойствами топлива. Во-первых, более низкое цетановое число по своей природе удлиняет время до воспламенения топлива после впрыска.

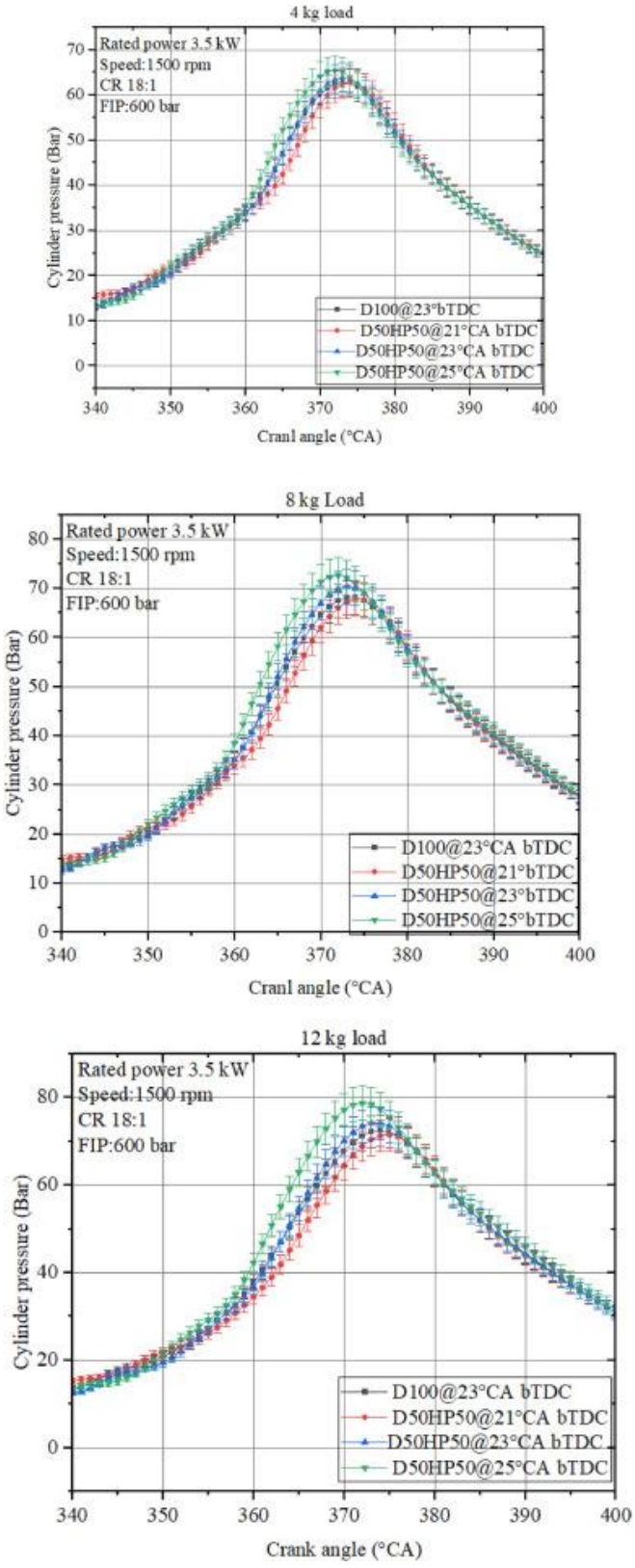


Рисунок 4 – Вариация давления в цилиндре в зависимости от угла поворота коленчатого вала с различными SOI при различных нагрузках

Во-вторых, более высокая вязкость топлива приводит к впрыску более крупных капель топлива в камеру сгорания. Эти более крупные капли требуют больше времени для разрушения и испарения, что дополнительно задерживает воспламенение. В-третьих, увеличенная скрытая теплота испарения топлива означает, что требуется больше тепла для преобразования топлива из жидкости в пар, что также удлиняет период задержки воспламенения [7]. Поскольку период задержки длиннее, большая часть сгорания происходит во время хода расширения, что не считается полезной энергией [10]. Опережение SOI приводит к тому, что впрыск топлива происходит раньше в ходе сжатия. Это приводит к увеличенной задержке воспламенения и более раннему сгоранию, что обусловлено впрыском мелких капель топлива (распыление) из-за высокого давления, способствующего более длительной задержке воспламенения, что приводит к более высокому пиковому давлению в цилиндре [10]. Сообщалось, что большее количество предварительно смешанного топлива, присутствующего во время начальной фазы сгорания, приводит к более высокому пиковому давлению [10]. Основной причиной этого увеличения является ускоренная скорость предварительного сгорания, на которую влияет более длительная задержка воспламенения и большее количество горючей смеси, доступной в течение этого периода задержки с опережающим SOI [10]. Кривая давления в цилиндре иллюстрирует фазу увеличения [9], возникающую в результате опережающего угла впрыска, вызванную быстрой скоростью сгорания во время предварительного смешанного сгорания, приводящей к достижению максимального давления [8].

В результате энергия расширяющегося газа более эффективно используется для производства полезной работы на поршне, что приводит к улучшению эффективности двигателя и выходной мощности. С другой стороны, когда SOI запаздывает, топливо впрыскивается позже в ходе сжатия. Это приводит к недостаточному времени для подготовки топлива, смешивания топлива с воздухом и сгорания. При запаздывающем SOI давление в цилиндре снижается из-за более низкой скорости сгорания на предварительной фазе [1]. Снижение давления в цилиндре обусловлено вялой скоростью сгорания на начальной стадии сгорания из-за более короткой задержки воспламенения и обеднённой горючей смеси в пределах периода задержки воспламенения в камере сгорания [4]. Следовательно, сгорание преимущественно происходит во время хода расширения, не генерируя полезную энергию. Эта неэффективность в использовании топлива приводит к тому, что несгоревшее топливо остаётся в двигателе и способствует повышенным выбросам загрязняющих веществ. Пурес и др. обнаружили аналогичные выводы в своём экспериментальном исследовании со смесями высший спирт/дизель.

Скорость тепловыделения (HRR) — это количество тепла, выделяемого при сгорании топлива в дизельном двигателе. На рисунке 10 показано, как скорость HRR изменяется с углом поворота коленчатого вала для D100 и D50HP50 при различных углах впрыска. D100 и D50HP50 отображают аналогичную тенденцию для HRR при всех условиях нагрузки. Когда нагрузка увеличивается, HRR также увеличивается для обоих тестовых топлив. При условиях нагрузки 4 кг HRR для D50HP50 ниже, чем для чистого дизеля при всех углах впрыска. Однако при условиях нагрузки 8 кг и 12 кг скорость HRR для D50HP50 улучшается по сравнению с чистым дизелем. При нагрузке 4 кг HRR для D50HP50 составляет 50,45 Дж/град при 23° угла поворота коленчатого вала до ВМТ, 52,75 Дж/град при 25° угла поворота коленчатого вала до ВМТ и 45,25 Дж/град при 21° угла поворота коленчатого вала до ВМТ. Это показывает снижение HRR на 33,36% при 23° угла поворота коленчатого вала до ВМТ, 29% при 25° угла поворота коленчатого вала до ВМТ и 43,83% при 21° угла поворота коленчатого вала до ВМТ по сравнению с чистым дизелем.

Это снижение HRR в первую очередь объясняется свойствами 1-гептанола, характеризующимися его более высокой вязкостью и значительной скрытой теплотой испарения. Эти свойства требуют больше тепловой энергии для облегчения испарения [69]. Кроме того, при нагрузке 4 кг давление и температура в цилиндре не достигают уровней,

необходимых для эффективного испарения накопленного топлива. Это объясняется тем, что смесь 1-гептанол/дизель имеет более высокую вязкость, поверхностное натяжение и скрытую теплоту испарения, что может ухудшить характеристики распыления и атомизации и образовать более крупные капли топлива, которые требуют больше времени для испарения [7].

Кроме того, важно отметить, что более вязкий 1-гептанол замедляет скорость испарения топлива, а более низкое цетановое число удлиняет период задержки воспламенения, что приводит к более гетерогенной топливно-воздушной смеси. Кроме того, увеличенная вязкость 1-гептанола увеличивает средний диаметр капли по Заутеру, уменьшая площадь поверхности, подверженную теплу, и замедляя скорость испарения смеси D50HP50 [7]. Что отрицательно влияет на чистый HRR. Однако было замечено, что опережение SOI может улучшить HRR по сравнению с 23° угла поворота коленчатого вала до ВМТ и 21° угла поворота коленчатого вала до ВМТ. Опережение впрыска топлива позволяет достаточное время для топливно-воздушной смеси, что приводит к улучшенному сгоранию. При нагрузках 8 кг и 12 кг HRR смеси D50HP50 превышает D100 при любом угле впрыска. Более высокие температуры и давление внутри цилиндра и увеличение впрыска топлива с нагрузкой в первую очередь вызывают увеличение HRR. По мере увеличения нагрузки температура внутри цилиндра также увеличивается. Эта более высокая температура помогает преодолеть проблемы высокой LHE и вязкости, позволяя топливу испаряться быстрее.

При условиях максимальной нагрузки HRR для D50HP50 при 23° угла поворота коленчатого вала до ВМТ, 25° угла поворота коленчатого вала до ВМТ и 21° угла поворота коленчатого вала до ВМТ составляет 112,65 Дж/град, 95,36 Дж/град и 105,45 Дж/град. Обнаружено, что как для стандартного SOI, так и для запаздывающего SOI пик HRR смещается далеко от верхней мёртвой точки. Это смещение связано с увеличенным периодом задержки воспламенения по сравнению с чистым дизелем. Более высокий HRR достигается при опережающем SOI, а не при стандартном SOI. Во время стандартного SOI длительная продолжительность подготовки топлива приводит к длительной фазе предварительного смешанного сгорания, в течение которой потребляется только минимальное количество топлива. Следовательно, большая часть сгорания происходит во время диффузионной фазы. Это часто приводит к неполному сгоранию, поскольку больше несгоревших углеводородов переходит из предварительной фазы в диффузионную фазу, что приводит к более низкому HRR.

При опережении SOI имеется больше времени для адекватной подготовки топлива, что способствует лучшему сгоранию во время предполагаемой фазы. Кроме того, богатая кислородом природа 1-гептанола помогает улучшить сгорание. В то время как запаздывающее SOI привело к HRR по сравнению с обоими стандартным и опережающим SOI. Это явление проиллюстрировано на рисунке 5, который изображает вариацию HRR относительно угла поворота коленчатого вала при различных углах впрыска. Увеличенный HRR, наблюдаемый при позднем впрыске, можно объяснить повышенным давлением и температурой около ВМТ. Эти условия благоприятствуют улучшенному сгоранию, облегчая быстрое испарение накопленного топлива, что приводит к более эффективным и полным процессам сгорания [11]. Однако следует отметить, что во время хода расширения энергия, генерируемая от сгорания, обычно не считается полезной [12]. Кумар и др. [13] обнаружили аналогичные выводы относительно использования высших спиртов при стандартном угле впрыска.

Средняя температура газа (MGT) — это средняя температура газа в камере сгорания во время определённой фазы работы. На рисунке 6 показано, как MGT изменяется при различных углах поворота коленчатого вала для смеси дизель/1-гептанол с различными углами впрыска при нагрузках на двигатель 4 кг, 8 кг и 12 кг. MGT увеличивается с нагрузкой на двигатель для обеих смесей чистого дизеля/1-гептанола. При нагрузках 4 кг и 8 кг минимальная MGT отмечается для D100 и смеси D50HP50 при стандартном SOI. Это

объясняется низкой температурой в цилиндре, которая испаряет топливо, которое накапливается полностью; в результате большая часть топлива выходит из двигателя в виде несгоревших углеводородов через выхлопной газ. В то время как нагрузка на двигатель увеличивается до 12 кг, температура в цилиндре повышается, ускоряя испарение накопленного топлива и позволяя большему количеству топлива сгорать внутри камеры сгорания.

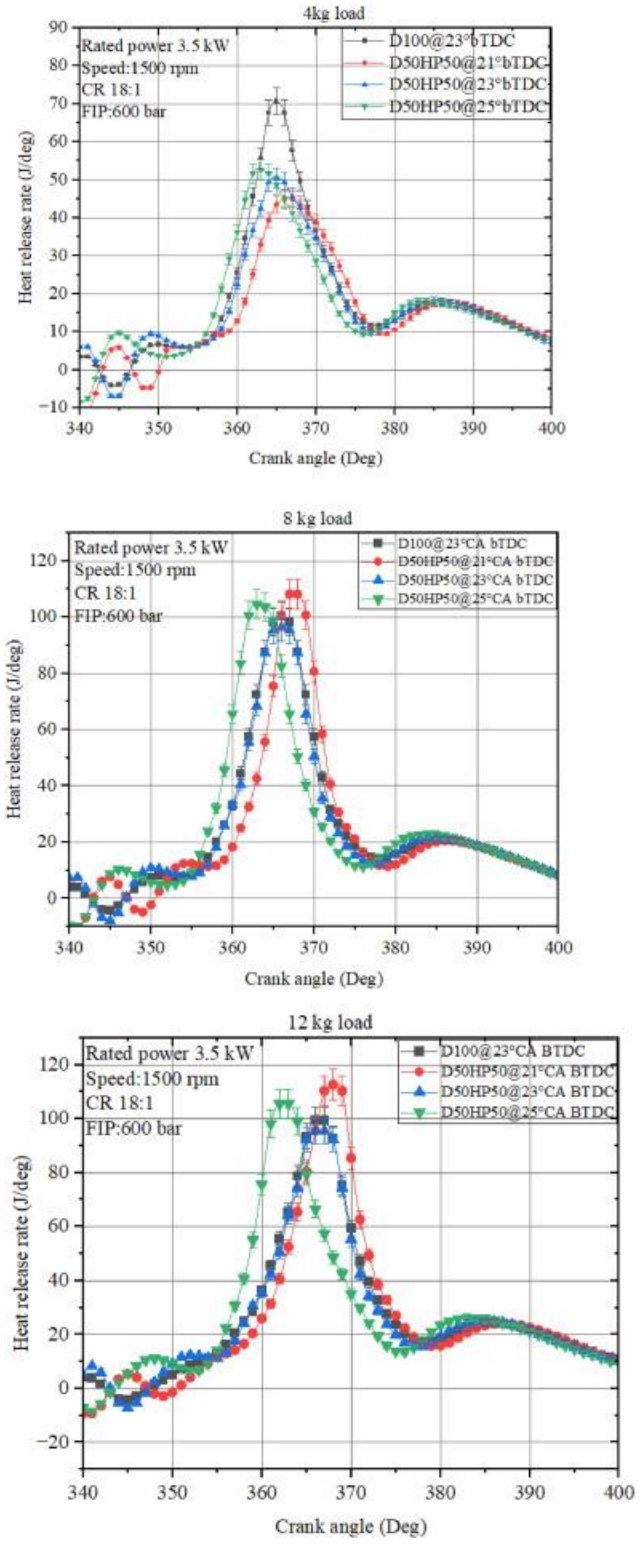


Рисунок 5 – Вариация скорости тепловыделения в зависимости от угла поворота коленчатого вала с различными SOI при различных нагрузках

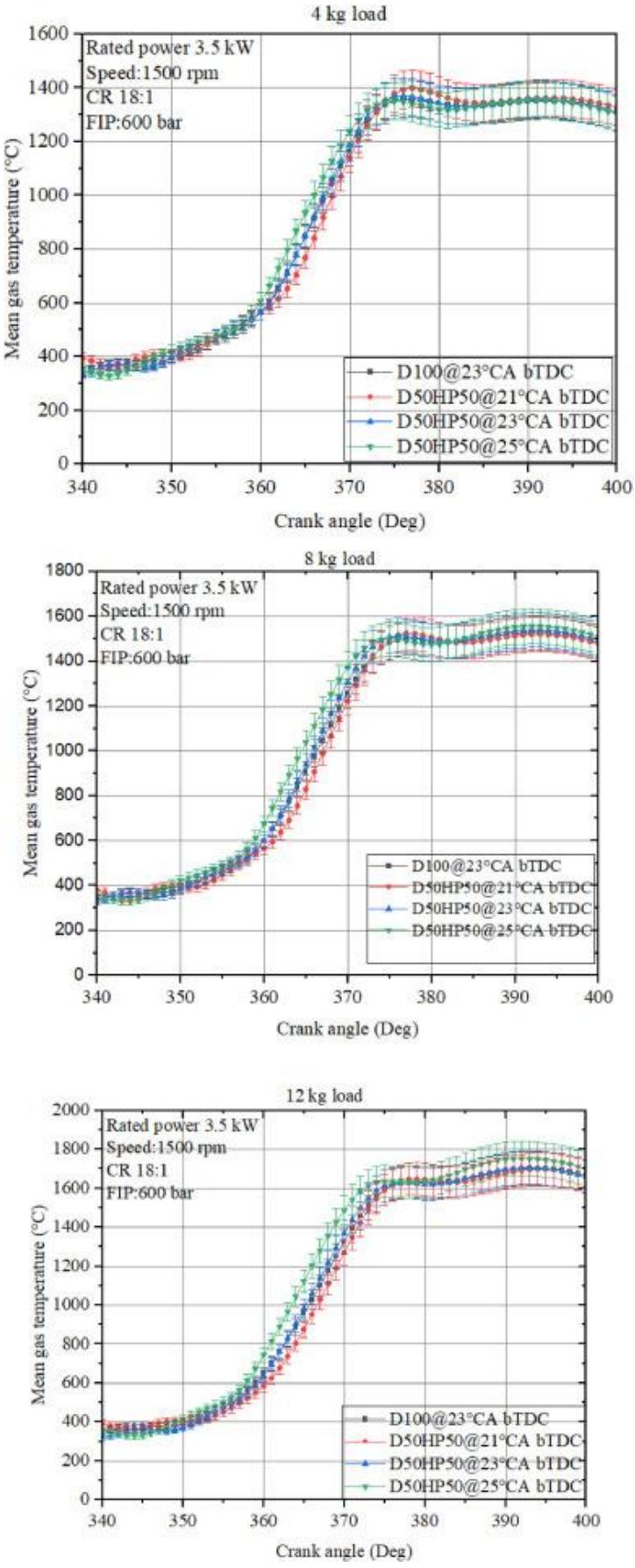


Рисунок 6 – Вариация средней температуры газа в зависимости от угла поворота коленчатого вала с различными SOI при различных нагрузках

Кроме того, более низкая средняя температура газа во время сгорания, объяснимая плохими свойствами топлива 1-гептанола, приводит к снижению производства энергии из-за его низкой LHV. При условиях нагрузки 8 кг MGT для D100 и D50HP50 для стандартного SOI составляет 1527°C и 1538,64°C, что почти одинаково. Кроме того, высокая вязкость 1-гептанола приводит к тому, что в камеру сгорания впрыскиваются более крупные капли топлива, что дополнительно удлиняет период задержки воспламенения. В результате больше топлива накапливается в камере сгорания. Однако более высокое давление в цилиндре при нагрузке 8 кг помогает противодействовать высокой скрытой теплоте испарения 1-гептанола, позволяя накопленному топливу быстро испаряться и образовывать горючую смесь.

Кроме того, более высокое содержание кислорода в 1-гептаноле улучшает сгорание, что приводит к более высокой средней температуре газа для смеси D50HP50, чем у чистого дизеля при нагрузке 8 кг. При нагрузке 4 кг более высокая MGT наблюдается, когда угол впрыска опережается по сравнению со стандартным и запаздывающим началом впрыска. Более высокие MGT также отмечались при нагрузках 8 кг и 12 кг для опережающего SOI по сравнению со стандартным и запаздывающим SOI. При нагрузке 12 кг MGT для D50HP50 при 23° угла поворота коленчатого вала до ВМТ, 25° угла поворота коленчатого вала до ВМТ и 21° угла поворота коленчатого вала до ВМТ составляют 1706°C, 1753,14°C и 1697,38°C. Наблюдается увеличение на 2,89% в MGT для D50HP50 при 25° угла поворота коленчатого вала до ВМТ по сравнению с D100. Когда впрыск опережается SOI, процесс сгорания начинается раньше. Эта стратегия смягчает потерю топлива во время диффузионной фазы и обеспечивает тщательное сгорание во время предварительной стадии. В результате длительность процесса сгорания и период задержки воспламенения оба удлиняются. Удлинение задержки воспламенения позволяет большему количеству топлива накапливаться внутри камеры сгорания. Следовательно, это накопление топлива приводит к увеличению производства тепла, улучшая общую эффективность процесса сгорания.

На основании проведенных экспериментальных исследований влияния угла впрыска топлива на рабочие характеристики одноцилиндрового дизельного двигателя CRDI при использовании смеси 50% 1-гептанола и 50% дизельного топлива (D50HP50) можно сделать следующие выводы:

Применимость топлива: Смесь 1-гептанола и дизельного топлива в пропорции 50% об./об. является перспективным альтернативным топливом для использования в стандартных дизельных двигателях CRDI без существенных конструктивных модификаций. Топливо демонстрирует стабильность фазы и совместимость с существующей топливной аппаратурой. Влияние угла впрыска: Оптимизация угла опережения впрыска является критическим фактором для компенсации физико-химических свойств 1-гептанола, таких как более низкое цетановое число и высокая скрытая теплота испарения. Опережение угла впрыска до 25° угла поворота коленчатого вала до ВМТ способствует улучшению процесса смесеобразования, увеличению давления в цилиндре и скорости тепловыделения, особенно при высоких нагрузках (8 и 12 кг).

Экономические показатели: При использовании смеси D50HP50 наблюдается некоторое снижение эффективной тепловой эффективности (BTE) и увеличение удельного расхода топлива (BSFC) по сравнению с чистым дизелем при стандартных настройках впрыска. Однако применение опережающего угла впрыска (25°) позволяет минимизировать эти потери: BTE увеличивается на 2,7–5%, а BSFC снижается на 4,7–5,7% по сравнению со стандартным углом впрыска для данной смеси. Экологические показатели: Использование смеси 1-гептанола приводит к значительному снижению вредного воздействия на окружающую среду. Зафиксировано снижение выбросов оксидов азота (NO_x) на 27% и дымности выхлопных газов на 26% по сравнению с чистым дизельным топливом. Несмотря на наблюдаемый рост выбросов углеводородов (HC) и оксида углерода (CO) при опережающем впрыске вследствие улучшенного предварительного смешивания, общий экологический баланс остается положительным за счет существенного снижения сажеобразующих компонентов и NO_x. Рекомендации: Для достижения оптимального баланса

между экономичностью, производительностью и экологичностью при работе на смеси D50HP50 рекомендуется корректировка угла опережения впрыска в сторону увеличения (до 25° до ВМТ), особенно при эксплуатации двигателя под средней и высокой нагрузкой.

Таким образом, 1-гептанол может рассматриваться как жизнеспособный компонент биотоплива для снижения зависимости от ископаемых ресурсов и уменьшения выбросов парниковых газов в транспортном секторе.

Литература

1. Knothe, G. Biodiesel production: prospects and limitations // Progress in Energy and Combustion Science. – 2019. – Vol. 72. – P. 1–25.
2. Knothe, G. Improving biodiesel fuel properties by modifying fatty ester composition // Energy & Environmental Science. – 2018. – Vol. 2. – P. 759-766.
3. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции Вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
4. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С.3-9. – EDN ZTKBBZ.
5. AMF Annex 47 – Alternative Fuels Data: Comprehensive emissions comparison // IEA Advanced Motor Fuels. – 2021. – URL: https://amf.iea.org/ (дата обращения: 30.03.2026).
6. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978-5-6048477-3-2. – EDN XCGZJA.
7. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – №3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
8. Rakopoulos C.D., Rakopoulos D.C., Giakoumis E.G., Dimaratos A.M. Characteristics of performance and emissions in high-speed direct injection diesel engine fueled with diethyl ether/diesel fuel blends // Energy. – 2019. – Vol. 43. – P. 214-224.
9. Akimov A.P., Lekomtsev P.L., Likhanov V.A., Lopatin O.P., Vasiliev A.O. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 2094. – 2021. – 052068. – EDN KUFPIH.
10. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.
11. Imtenan S., Masjuki H.H., Varman M., Kalam M.A., Arbab M.I., Sajjad H., Ashrafur Rahman S.M. Impact of oxygenated additives to palm and jatropha biodiesel blends in the context of performance and emissions of diesel engine // Energy Conversion and Management. – 2018. – Vol. 83. – P. 149-158.
12. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
13. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
14. Sayin C. Engine performance and exhaust gas emissions of methanol and ethanol–diesel blends // Fuel. – 2020. – Vol. 89. – P. 3410-3415.

15. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
16. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
17. Agarwal A.K., Gupta J.G. Impact of alcohol blending on performance, emission and combustion characteristics of a diesel engine // Fuel. – 2018. – Vol. 230. – P. 112-120.
18. Influence of methyl and ethyl esters-based biodiesel synthesized from waste cooking oil on the performance and emission characteristics of a diesel engine // Springer. – 2021. – Vol. 28. – P. 1245-1258.
19. Particulate emissions from biodiesel vs diesel fuelled compression ignition engines // IntechOpen. – 2019. – Chapter 5. – P. 89-112.
20. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
21. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
22. Assessment of particulate PAHs toxicity from alcohol-diesel blends // ScienceDirect. – 2020. – Vol. 254. – Article 119673.
23. Particulate emissions from biodiesel vs diesel fuelled compression ignition engines // ScienceDirect. – 2019. – Vol. 15. – P. 327-338.
24. Experimental investigations on the performance and emissions of a diesel engine fueled with biodiesel blends // Springer Link. – 2020. – Vol. 13. – P. 245-259.
25. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
26. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
27. Commercial Carrier Journal. EPA emissions standards timeline // CCJ. – 2020. – URL: https://www.ccjdigital.com/ (дата обращения: 30.03.2026).
28. Advanced BioFuels USA. Battle Of The Biofuels: Biodiesel vs Renewable Diesel vs Petroleum Diesel. – 2022. – URL: https://advancedbiofuelsusa.info/ (дата обращения: 30.03.2026).
29. Lopatin O.P., Likhanov V.A., Belov A.A., Vasiliev A.O., Alekseev E.P. Development of a methodology for calculating the integral toxicity of exhaust gases of a diesel engine running on alternative fuels // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 042003. – EDN SUOZCK.
30. Maksimov I.I., Alatyrev A.S., Smirnov M.P., Likhanov V.A., Lopatin O.P. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 032052. – EDN XHCRTS.
31. Likhanov V., Lopatin O., Mikheev G., Belova N., Maksimov A. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System // Transportation Research Procedia 61. – 2022. – 219-223. – EDN PEKHOV.
32. Agarwal A.K., Gupta J.G., Kothari A. Particulate emissions from biodiesel vs diesel fuelled compression ignition engine // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2018. – Vol. 15. – P. 327-338.
33. On-farm biodiesel production | ontario.ca. – Government of Ontario, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. – 2021. – 45 p.

УДК 621.43

РОЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА БИОТОПЛИВА В ФАЗЕ ВПРЫСКА И ПРОЦЕССЕ ГОРЕНИЯ В ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ

Лаптев И. А. – аспирант
Долгушин Е. В. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье исследуется, как температура биотоплива влияет на впрыск и сгорание в дизельном двигателе. Показано, как меняется давление в цилиндре в зависимости от положения коленчатого вала.

Ключевые слова: Биотопливо, биодизель, смесь, коленчатый вал, автотранспорт, температура топлива

Экспериментально подтверждено, что предварительный нагрев биотоплива (особенно при эксплуатации в холодном климате) позволяет улучшить пусковые качества дизеля и сократить износ его узлов. Контроль температуры топливной смеси — один из ключевых моментов оптимизации работы двигателей, который требует глубокого анализа и продуманных инженерных подходов. Для управления этим параметром применяются различные схемы подогрева: за счёт энергии отработавших газов, тепла охлаждающей жидкости либо электрических нагревателей. Конкретный тип системы выбирается исходя из климатических условий, характеристик биотоплива и необходимых показателей производительности двигателя [1-4].

Одной из ключевых задач является создание алгоритмов управления, способных удерживать температуру биотоплива в заданном диапазоне при любых эксплуатационных режимах силовой установки. Подобные алгоритмы должны опираться на такие данные, как температура наружного воздуха, текущая загрузка двигателя, обороты коленвала и состав отработавших газов.

Степень воздействия теплового состояния топлива на сгорание во многом определяется типом распылителей и геометрией камеры сгорания. Для моторов с прямым впрыском повышенная температура способствует ускоренному испарению и более качественному смесеобразованию, что положительно сказывается на сгорании. В то же время в двигателях с предкамерным смесеобразованием избыточный нагрев может провоцировать образование отложений на внутренних поверхностях и ухудшать рабочий процесс [5-8].

Развиваемая двигателем мощность напрямую связана с крутящим моментом, формируемым при сжигании топливовоздушной смеси. Величина крутящего момента, в свою очередь, тесно привязана к частоте вращения коленчатого вала и лимитируется несколькими основными факторами: допустимой дымностью выхлопа, пиковыми давлениями в цилиндрах, температурной нагруженностью деталей, а также характеристиками применяемого биотоплива и рядом других параметров.

В рассматриваемом двигателе сжигание топливной смеси протекает в несколько последовательных стадий. Ключевыми условиями для достижения высокой эффективности служат поддержание достаточного уровня давления внутри цилиндра и точное согласование момента впрыска с положением коленчатого вала [9-14].

Анализ процесса сгорания показывает, что топливу, попадающему в камеру (на графике эта позиция отмечена точкой 1), требуется некоторое время для полного испарения и окисления. Длительность данного этапа возрастает по мере увеличения отклонений от штатных режимов работы мотора и свойств применяемого горючего. Период задержки воспламенения, как правило, составляет от 12 до 25 градусов поворота коленчатого вала, что соответствует интервалу 0,001–0,003 секунды. В таблице 1 приведены сведения о продолжительности этапов и характерных особенностях сжигания биологического топлива в цилиндре дизеля [15-22].

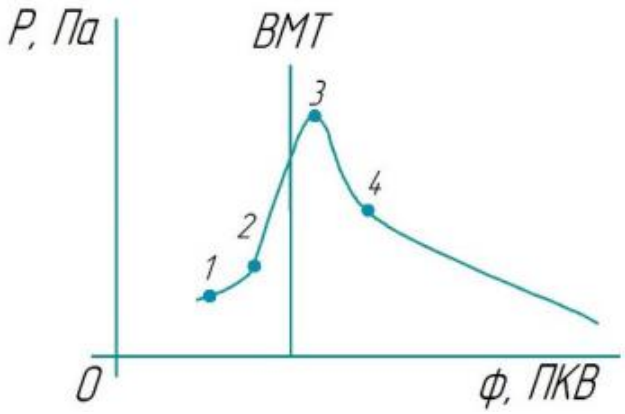


Рисунок 1 - Зависимость изменения давления от угла поворота коленчатого вала дизельного двигателя.

То, насколько качественно топливо распыляется при впрыске в цилиндр, а также уровень давления и температура воздуха в конце такта сжатия — всё это влияет на длительность фазы задержки воспламенения, сокращая её и тем самым улучшая показатели сгорания.

Период задержки воспламенения складывается из распада струй на капли, их движения внутри камеры сгорания, прогрева, испарения (частичного), смешивания паров топлива с воздухом, а также из времени, необходимого для протекания начальных химических реакций [23-25].

На втором этапе горения (точка 2) происходит воспламенение, после чего начинается бурное сгорание, которое длится до момента достижения пикового давления в цилиндре. В первую очередь выгорают наиболее гомогенные участки топливовоздушной смеси, хорошо перемешанные друг с другом.

Третья фаза горения (точка 3) отличается плавным изменением давления. Её начало совпадает с окончанием второй фазы, а завершается она в момент фиксации наивысшей средней температуры продуктов сгорания в цилиндре.

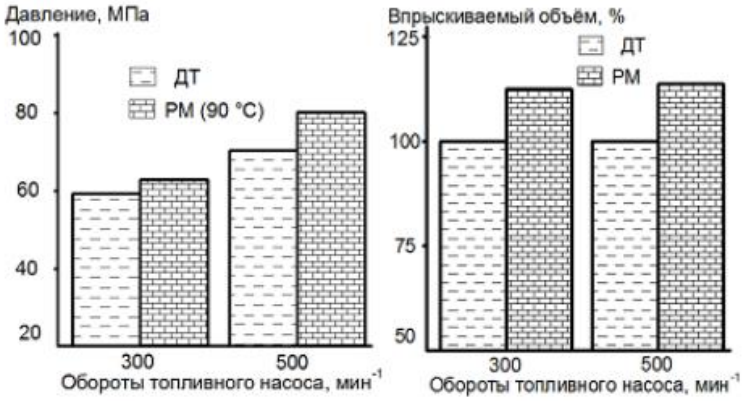
Периоды горения	Поворот коленвала, ϕ°	Время периода, мкс	Диаметр капель, мкм	Направления движения поршня	Давление P, Па	Температура T, °C
Задержка воспламенения топлива (Точка 1)	12-25	0,001-0,003	30,40	вверх	2,5-5	750-1000
Быстрое сгорание (Точка 2)	10-20	0,008-0,0015	10,20	вверх	6-9	1600-1800
Контролируемое горение (Точка 3)	15-25	0,0012	парообразное	вниз	5,5-8	1800-2200
Догорание (Точка 4)	50-60	0,0035-0,005	сгоревшее топливо	вниз	3-4	630-930

Таблица 1 - Периоды и характеристики горения биотоплива в цилиндре дизельного двигателя.

Четвёртая стадия сгорания (отмечена точкой 4) соответствует фазе дожигания. Она стартует после выхода температуры на максимальный уровень и продолжается вплоть до момента, когда топливо полностью выгорит. На этом этапе сжигаются остатки горючего, не

успевшие окислиться на предыдущей стадии; процесс протекает при дефиците кислорода, так как его основная масса уже израсходована. Вследствие этого дожигание идёт замедленно.

Важно учитывать, что процесс смесеобразования и возгорания в дизельных двигателях требует постоянной корректировки, поскольку каждая частичка воздуха участвует в горении.



ДТ – дизельное топливо;РМ – рапсовое масло;РМ (90°С) – рапсовое масло, нагретое до температуры 90°С.

Рисунок 2 – Сравнение параметров впрыска дизельного топлива и рапсового масла

Согласно оптимальным режимам, дисперсность распыла в камере сгорания должна составлять 10–20 мкм. На эффективность смесеобразования, помимо прочего, влияют физико-химические свойства горючего, прежде всего его вязкость.

Среди технических приёмов, позволяющих улучшить эти показатели, можно выделить повышение давления впрыска, за счёт чего капли становятся мельче, а факел проникает глубже в камеру. Кроме того, превышение порога самовоспламенения на 100–200 °С относительно необходимого уровня также оказывает благоприятное воздействие на характеристики дизельных двигателей [26-29].

Обобщая вышесказанное, можно заключить, что обеспечение требуемого температурного режима для биотоплива представляет собой многокомпонентную задачу, решаемую на стыке инженерного анализа и экспериментальных исследований. Разработка эффективных алгоритмов и устройств для регулировки нагрева топлива является одним из определяющих факторов при создании перспективных биотопливных двигателей, сочетающих экономичность с низким уровнем эмиссии. Дальнейшее повышение КПД и снижение экологической нагрузки невозможны без совершенствования точности управления процессом впрыска и характером сгорания.

Литература

1. Подогрев рапсового масла как способ повышения эффективности использования его в качестве топлива / А. А. Курочкин, А. А. Жосан, Ю. Н. Рыжов, С. И. Головин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1 (40). – С. 209-212. – EDN PWZONP.

2. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.

3. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.

4. Подогреватель топлива / Ю. Н. Рыжов, А. А. Жосан, С. И. Головин, А. А. Курочкин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 9. – С. 6-7. – EDN RKBXJJ.

5. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
6. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
7. Жосан, А. А. Впрыск и горение рапсового масла и дизельного топлива в современных дизелях / А. А. Жосан, Ю. Н. Рыжов, А. А. Курочкин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1 (34). – С. 130-131. –EDN PWIVAX.
8. Патент на полезную модель № 152117 U1 Российская Федерация, МПК F02D19/06, F02M 43/00, F02M 31/125. Двухтопливная система тракторного дизеля с многоступенчатым подогревом : № 2013112915/06 : заявл. 22.03.2013 : опубл. 10.05.2015 / Ю. Н. Рыжов, А. А. Курочкин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Орловский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВПО Орел ГАУ). –EDN YMTIZV.
9. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
10. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
11. Шеварыкин, Д. В. Альтернативные источники энергии для сферы агропромышленного комплекса / Д. В. Шеварыкин, Ю. Н. Рыжов // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : материалы Международной студенческой научной конференции : тезисы докладов, п. Майский, 29–30 марта 2022 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2022. – Том 4. – С. 285-286. – EDN NJSFAV.
12. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
13. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
14. Биодизель как альтернатива минеральному дизельному топливу / Ю. Н. Рыжов, В. Е. Семенов, А. В. Трудко, Н. Е. Лузгин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 1 (17). – С. 73-77. – EDN WJTSKH.
15. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции Вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
16. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С.3-9. – EDN ZTKBBZ.
17. Краснов, Г. Г. Применение биотоплива на основе рапсового масла в дизельных ДВС / Г. Г. Краснов // Научный журнал молодых ученых. – 2021. – № 1 (22). – С. 59-63. – EDN EHOOOM.
18. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978-5-6048477-3-2. – EDN XCGZJA.

19. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С.95-98. – EDN WQPGOP.
20. Патент на полезную модель № 232129 U1 Российская Федерация, МПК F02M 37/30, C10L 8/00. Ресурсосберегающий подогреватель биотоплива : заявл. 06.12.2024 : опубл. 25.02.2025 / Ю. Н. Рыжов, А. В. Трудко ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "ТРУДИКО". – EDN BWUYFY.
21. Топливная система дизеля с многоступенчатым подогревом / Ю. А. Кузнецов, Ю. Н. Рыжов, М. Р. Михайлов [и др.] // ISB-INMA TEN. Agricultural and mechanical engineering : International symposium, Bucharest, Romania, 29–31 октября 2015 года. – Bucharest, Romania: Edited by INMA, 2015. – С. 177-182. – EDNYSJWSX.
22. Lopatin O.P., Likhanov V.A., Belov A.A., Vasiliev A.O., Alekseev E.P. Development of a methodology for calculating the integral toxicity of exhaust gases of a diesel engine running on alternative fuels // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 042003. – EDN SUOZCK.
23. Maksimov I.I., Alatyrev A.S., Smirnov M.P., Likhanov V.A., Lopatin O.P. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 032052. – EDN XHCRTS.
24. Likhanov V., Lopatin O., Mikheev G., Belova N., Maksimov A. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System // Transportation Research Procedia 61. – 2022. – 219-223. – EDN PEKHOV.
25. Akimov A.P., Lekomtsev P.L., Likhanov V.A., Lopatin O.P., Vasiliev A.O. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 2094. – 2021. – 052068. – EDN KUFPIH.
26. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.
27. Рыжов, Ю. Н. Подогреватель рапсового масла / Ю. Н. Рыжов, А. А. Курочкин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 11. – С. 11-12. – EDN RNJEUB.
28. Brahma S., Nath B., Basumatary B., Basumatary S., Das B., Saikia P., Patir K. Biodiesel production from mixed oils: a sustainable approach towards industrial biofuel production // Chemical Engineering Journal Advances. – 2022. – Т. 10. – С. 100284.
29. Zhang X., Yang R., Xia C., Anburajan P., Le Q.V., Alsehli M., Brindhadevi K. assessment of hydrogen and nanoparticles blended biodiesel on the diesel engine performance and emission characteristics // Fuel. 2022. – Т. 307. – С. 121780.

УДК 621.43

ОЦЕНКА РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МНОГОКОМПОНЕТНОГО БИОТОПЛИВА

Лаптев И. А. – аспирант
Киракосян А. И. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Ключевая задача исследований заключается в приближении моторных свойств альтернативных топлив и их композиций с дизельным топливом к параметрам, характерным для традиционного дизеля. При проведении работы учитывается как международный опыт в данной области, так и реальный потенциал Кировской области по использованию альтернативных видов топлива [5]. Полученные результаты подтверждают перспективность выбранного направления. Отдельной задачей является разработка многокомпонентных биотопливных смесей, применение которых позволяет взаимно компенсировать недостатки отдельных компонентов и обеспечивает возможность использования таких составов в двигателях внутреннего сгорания без значительных конструктивных изменений. Завершением многолетних исследований станут новые запатентованные рецептуры топливных композиций с улучшенными эксплуатационными свойствами, оригинальные конструктивные решения систем питания двигателей, а также практические рекомендации по их внедрению.

Ключевые слова: дизель, многокомпонентный состав, биотопливная композиция, эффективные показатели, дымность и токсичность отработавших газов

Процесс воспламенения и сгорания топливовоздушной смеси в цилиндре дизельного двигателя не является мгновенным, а протекает в течение определенного временного интервала, продолжительность которого определяется совокупностью конструктивных особенностей и режимных факторов, присущих конкретному двигателю [1-6].

Максимальные показатели мощности и экономичности дизеля достигаются при строгом соблюдении условия, согласно которому пик тепловыделения от сгорания топлива должен приходиться на положение поршня, близкое к верхней мертвой точке (ВМТ). Этому условию соответствует единственное значение угла опережения впрыска топлива. Расчет необходимой величины производится на основе проекционной регулировочной характеристики, для построения которой, в свою очередь, требуется ряд дополнительных данных — в частности, характеристики работы двигателя по подаче топлива, полученные при тех же значениях установочного угла [7-12].

Кроме того, обязательным условием является использование рабочих значений компонентов многокомпонентных биотопливных смесей, а именно массового содержания этанола (Э) и рапсового масла (РМ). Частота вращения коленчатого вала (КВ) дизеля при этом должна соответствовать номинальному значению.Все эти вещества оказывают негативное воздействие как на водные ресурсы, так и на атмосферу, причём ряд из них обладает выраженным токсическим действием на здоровье человека.

Экспериментальная оценка применимости многокомпонентных биотопливных композиций МКБТ–15 (70% дизельного топлива, 15% этанола, 15% рапсового масла) и МКБТ–25 (50% дизельного топлива, 25% этанола, 25% рапсового масла) в дизельном двигателе сельскохозяйственного трактора проводилась в несколько этапов, включавших как теоретический анализ, так и практические испытания [13-19].

В ходе моторных испытаний предстояло выявить, как изменение состава многокомпонентного биотоплива воздействует на настройки топливной аппаратуры дизеля. Оценка воздействия смесей МКБТ-15 и МКБТ-25 на величину угла опережения впрыска проводилась путём анализа полученных графических зависимостей. На рисунках 3 и 4 представлены установленные взаимосвязи между эксплуатационными характеристиками испытуемого двигателя и варьируемыми значениями угла опережения подачи топлива (при работе дизеля на номинальной частоте вращения коленвала).

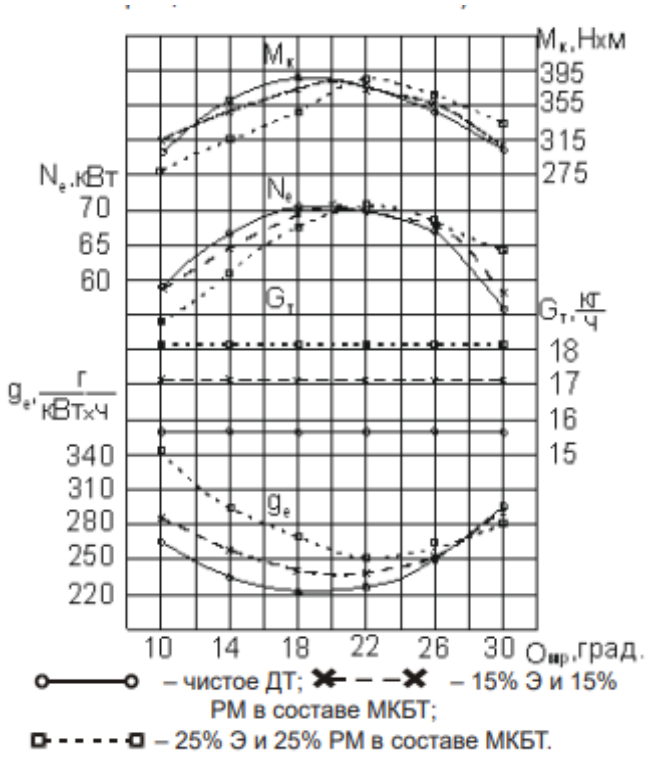


Рисунок – 3 – Регулировочные характеристики дизеля (мощностные и экономические показатели,n=1800 мин$^{-1}$)

Анализ графических зависимостей, представленных на рисунке 3, показывает, что при эксплуатации исследуемого двигателя на чистом дизельном топливе оптимальный угол опережения впрыска соответствует значению Θвпр = 18°, что согласуется с паспортными данными установки. Эффективная мощность при этом достигает величины Ne = 72 кВт, а остальные показатели составляют: удельный расход топлива g_e = 221,8 г/(кВт·ч), часовой расход G_T = 15,75 кг/ч, крутящий момент $M_{кр}$ = 382,2 Н·м.

Применение многокомпонентных биотопливных композиций МКБТ-15 и МКБТ-25 не приводит к изменению общего характера зависимостей, однако положение оптимальных углов опережения впрыска изменяется. Так, для смеси МКБТ-15 при сохранении эффективной мощности на уровне 72 кВт наблюдается увеличение часового расхода до 17,15 кг/ч, а удельный расход составляет 238,2 г/(кВт·ч). Дальнейшее повышение содержания этанола и рапсового масла до 25% каждого (смесь МКБТ-25) дает следующие значения: часовой расход возрастает до 18,21 кг/ч, а удельный расход достигает 252,9 г/(кВт·ч) при той же эффективной мощности 72 кВт.

Отмеченное увеличение показателей топливной экономичности объясняется, прежде всего, закономерным снижением суммарной низшей теплотворной способности многокомпонентной смеси по сравнению с чистым дизельным топливом [20-26].

Анализ представленных зависимостей свидетельствует, что при использовании исследуемых топливных композиций оптимальный угол опережения впрыска смещается в область более ранних значений. В частности, для состава с 30% замещением дизельного топлива (МКБТ-15) этот угол составляет Θвпр = 20°, а для смеси МКБТ-25 – Θвпр = 22°. Увеличение данного параметра объясняется, главным образом, некоторым снижением цетанового числа у рассматриваемых биотопливных смесей.

В целом, эксплуатация дизеля на многокомпонентных биотопливах не сопровождалась заметными отличиями в работе по сравнению с использованием товарного дизельного топлива. При этом достигалась существенная экономия последнего: для МКБТ-15 она составила 23,8%, для МКБТ-25 – 42,2%. В процессе снятия характеристик посторонние шумы и стуки не фиксировались, что позволяет утверждать, что жёсткость

сгорания при работе на данных смесях находится в пределах, допустимых для нормального функционирования дизеля [27-31].

На рисунке 4 приведены зависимости экологических характеристик двигателя от варьируемого угла опережения впрыска при работе как на стандартном дизельном топливе, так и на смесях МКБТ-15 и МКБТ-25. Можно заключить, что тенденции изменения экологических показателей идентичны для всех исследованных видов топлива и их композиций.

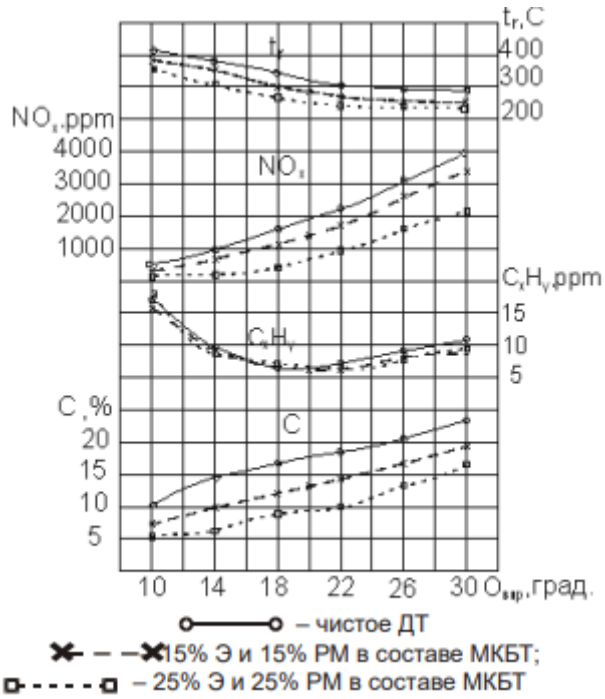


Рисунок 4 – Регулировочные характеристики дизеля
(экологические показатели, n=1800 мин-1)

Согласно данным, представленным на рисунке 4, при работе двигателя как на чистом дизельном топливе, так и на многокомпонентных смесях, наблюдается устойчивое повышение дымности отработавших газов по мере смещения угла опережения впрыска в сторону более ранних значений. При использовании оптимальных для каждого состава углов (Θвпр = 18° для ДТ, 20° для МКБТ-15 и 22° для МКБТ-25) показатели дымности составляют 17%, 13% и 9,5% соответственно.

Известно, что подача топлива с опережением приводит к неоднородности смесеобразования и, как следствие, к неполноте сгорания. В результате процесс окисления углерода оказывается недостаточно эффективным, что ведет к снижению выбросов оксида углерода и увеличению доли несгоревших частиц. Кроме того, более ранний впрыск способствует снижению температурного уровня сажеобразования: частицы сажи не достигают температуры, достаточной для их окисления, и в итоге выводятся с отработавшими газами.

Как отмечено в работе [1], введение в состав топлива этанола способствует снижению максимальной температуры цикла, что, в свою очередь, уменьшает температуру отработавших газов. В проведенных испытаниях дополнительное снижение температуры ОГ связано с увеличением угла опережения впрыска, что, вероятно, обусловлено удлинением фазы сгорания. Например, при переходе от Θвпр = 10° к Θвпр = 30° температура выпускных газов на дизельном топливе снижается с 411°С до 291°С. Аналогичная закономерность сохраняется и для биотопливных композиций: для МКБТ-15 соответствующие значения составляют 378°С и 283°С, для МКБТ-25 – 354°С и 251°С.

В процессе пламенного горения в качестве промежуточных продуктов образуются химически активные радикалы СН. На поздних углах опережения впрыска они становятся

причиной повышенного содержания несгоревших углеводородов C_xH_y в отработавших газах. Параллельно эти радикалы взаимодействуют с атмосферным азотом, поступающим в цилиндр при впуске, что приводит к синтезу цианисто-водородной кислоты (HCN). Именно эта кислота выступает основным предшественником при образовании суммарных оксидов азота NO_x. Указанный механизм объясняет увеличение концентрации NO_x при ранней подаче топлива.

Кроме того, согласно литературным данным, понижение температуры рабочего цикла способствует росту выбросов NO_x, генерируемых по так называемому «быстрому» механизму Фенимора. При выходе двигателя на оптимальные режимы с использованием различных топлив зафиксированы следующие показатели содержания NO_x в отработавших газах: для товарного дизельного топлива — 1734 ppm, для смеси МКБТ-15 — 1437 ppm, для МКБТ-25 — 933 ppm.

Эксплуатация колёсного сельскохозяйственного трактора неизбежно сопряжена с воздействием внешних факторов: пыли, почвенных загрязнений, растительных остатков и влаги. В связи с этим существует значительная вероятность проникновения этих примесей в системы двигателя. Учитывая данное обстоятельство, целесообразно оснащать систему охлаждения дополнительными устройствами, обеспечивающими очистку циркулирующей жидкости [15]. Применение таких решений позволяет поддерживать оптимальный тепловой режим работы двигателя, что положительно сказывается на его топливной экономичности, надёжности и ресурсе.

Результаты и выводы

1. Наивыгоднейшие значения эффективной мощности Ne и крутящего момента Мк дизельного ДВС достигаются при установочных углах топливоподачи, равных, Θвпр = 20º (МКБТ-15) и Θвпр = 22º (МКБТ-25).

2. Применение смесей МКБТ-15 и МКБТ-25 оказывает благоприятное воздействие на физико-химические характеристики самого топлива. Наблюдается улучшение протекания рабочего процесса за счёт взаимной корректировки свойств компонентов (дизельного топлива, этанола и рапсового масла). Обеспечиваются благоприятные условия сгорания, сопровождающиеся снижением жёсткости работы силовой установки, уменьшением теплового напряжения деталей и сокращением интенсивности нагарообразования в элементах прецизионных пар.

3. Перевод дизеля на питание составами МКБТ-15 и МКБТ-25 позволяет добиться сокращения дымности отработавших газов на 23,6 % и 44,2 % соответственно, а также уменьшения концентрации суммарных оксидов азота на 17,3 % и 46,2 %.

4. При эксплуатации двигателя в номинальном режиме на биотопливных смесях достигается существенное сокращение расхода традиционного дизельного топлива: для МКБТ-15 экономия составляет 23,8 %, для МКБТ-25 — 42,2 %.

Литература

1. Смольников, М. В. Потенциал Кировской области в выборе альтернативного топлива / М. В. Смольников, Д. Г. Сергеев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сборник научных трудов. – Горки : БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 31-35. – URL: http://elib.baa.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/2474/ecd4231.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 30.03.2026).

2. Патент № 2758262 C1 Российская Федерация, МПК F01P 3/20, F01P 11/06. Система охлаждения автотракторного двигателя : № 2020137887 : заявл. 19.11.2020 : опубл. 27.10.2021 / С. А. Плотников, М. В. Смольников, Д. Г. Сергеев ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный университет".

3. Baquero G., Esteban B., Riba JR., Puig R., Rius A. (August 1st 2011). Use of Rapeseed Straight Vegetable Oil as Fuel Produced in SmallScale Exploitations, Biofuel's Engineering Process

Technology, Marco Aurélio dos Santos Bernardes, IntechOpen, DOI: 10.5772/18183. Available from: https://www.intechopen.com/books/biofuel-sengineering-process-technology/use-of-rapeseedstraight-vegetable-oil-as-fuel-produced-in-smallscale-exploitations (accessed 26.10.2019)
4. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.
5. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978-5-6048477-3-2. – EDN XCGZJA.
6. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С.95-98. – EDN WQPGOP.
7. Desantes J.M., Lorpez J.J., Redron P., Arrergle J. Evaluation of the Thermal NO Formation Mechanism under Low-temperature Diesel Combustion Conditions. //International Journal of Engine Research. 2012; 13(6):531–539. DOI:10.1177/1468087411429638
8. Evaluation of the Thermal NO formation mechanism under low-temperature diesel combustion conditions / J.M. Desantes, J.J. Lorpez, P. Redron, J. Arrergle. // International Journal of Engine Research. – 2012. – 13(6). – P. 531–539. DOI:10.1177/1468087411429638
9. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
10. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
11. Formation of Engine Internal NO: Measures to Control the NO2/NOX Ratio for Enhanced Exhaust After Treatment / M. Rößler, A. Velji, C. Janzer [et al.].// SAE Int. J. Engines. – 2017. – № 10(4). – P. 1–14. – DOI 10.4271/2017-01-1017
12. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции Вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
13. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
14. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С. 15-19. – EDN VLQGLM.
15. Gruzdienė, D. Chemical Composition and Stability of Rapeseed Oil Produced from Various Cultivars Grown in Lithuania. Food Process Engineering in a changing world / D. Gruzdienė, E. EditaAnelauskaitė // the 11th International Congress of Engineering and Food, Athens, Greece. – 2011:1–4. – URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Chemical-composition-and-stability-of-rapeseed-oilGruzdiene%CC%87-Anelauskait%C4%97/11a8693031c52d96ebd81d52b2c204535a070466 (дата обращения: 26.10.2019).
16. Lopatin O.P., Likhanov V.A., Belov A.A., Vasiliev A.O., Alekseev E.P. Development of a methodology for calculating the integral toxicity of exhaust gases of a diesel engine running on alternative fuels // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 042003. – EDN SUOZCK.
17. Merkisz J., Fuć P., Lijewski P., Kozak M. (March 24th 2016). Rapeseed Oil Methyl Esters (RME) as Fuel for Urban Transport, Alternative Fuels, Technical and Environmental Conditions,

Krzysztof Biernat, IntechOpen, DOI: http://dx.doi.org/10.5772/62218. Available from: https://www.intechopen.com/books/alternative-fuels-technicaland-environmental-conditions/rapeseed-oil-methylesters-rme-as-fuel-for-urban-transport (accessed26.10.2019)
18. Properties of rapeseed oil for use as a diesel fuel extender / K. McDonnell, S. Ward, J. Leahy, P. McNulty. //Journal of the American Oil Chemists'Society. – 1999. – № 76 (5). – P. 539–543. – DOI10.1007/s11746-999-0001-y
19. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
20. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
21. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
22. Tucki K., Mruk R., Orynycz O., Gola A. The Effects of Pressure and Temperature on the Process of Auto-Ignition and Combustion of Rape Oiland Its Mixtures. //Sustainability. – 2019. – № 11(12). – С. 3451. – – URL: https://doi.org/10.3390/su11123451(дата обращения:).
23. Лиханов В.А., Лопатин О.П. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе // Двигателестроение. - 2024. - № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
24. Лиханов В.А., Лопатин О.П. Трактор с комплексной системой снижения токсичности // Строительные и дорожные машины. 2016. № 3. С. 10-15. – EDN LNQSYR.
25. Williams F.A. Combustion theory / F. A. Williams – Benjamin/Cummings : Menlo Park, 1984. https://behineh-sazan.ir/wp-content/uploads/2016/12/Williams-F.A.-Combustion-Theory2ed.-Benjamin-Pub.-1985.pdf (дата обращения: 26.10.2019).
26. Yang J., Golovitchev V.I., Lurbe P.R., Sarnchez J.JL. Chemical Kinetic Study of Nitrogen Oxides Formation Trends in Biodiesel Combustion // International Journal of Chemical Engineering. 2012:1–22. Available from: DOI: 10.1155/2012/898742
27. Maksimov I.I., Alatyrev A.S., Smirnov M.P., Likhanov V.A., Lopatin O.P. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 032052. – EDN XHCRTS.
28. Likhanov V., Lopatin O., Mikheev G., Belova N., Maksimov A. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System // Transportation Research Procedia 61. – 2022. – 219-223. – EDN PEKHOV.
29. Akimov A.P., Lekomtsev P.L., Likhanov V.A., Lopatin O.P., Vasiliev A.O. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 2094. – 2021. – 052068. – EDN KUFPIH.
30. A Study on Triacylglycerol Composition and the Structure of High-Oleic Rapeseed Oil / Mei Guana, Hong Chenb, XinghuaXionga [et al.] // Engineerin. –2016. – № 2. – P. 258–262. https://doi.org/10.1016/J.ENG.2016.02.004
31. Bocianowski, J. Determination of fatty acid composition in seed oil of rapeseed (Brassica napus L.) by mutated alleles of the FAD3 desaturase genes / J. Bocianowski, K. Mikołajczyk, I. Bartkowiak-Broda //J Appl Genet. – 2012. – № 53 (1). – P. 27–30. https://doi.org/10.1007/s13353-011-0062-0

УДК 621.43

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВПРЫСКА И РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БИОТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Лаптев И. А. – аспирант
Ржаницын П.Н. – специалист
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В работе представлены данные расчётного моделирования процессов топливоподачи и рассмотрены экспериментальные испытания дизеля Д-245.12С при работе на смесевых композициях, состоящих из дизельного топлива и рапсового масла. Показано, что применение таких смесей способствует улучшению экологических показателей двигателя.

Ключевые слова: дизельный двигатель, процесс топливоподачи, дизельное топливо, рапсовое масло, смесевое биотопливо, характеристики токсичности отработавших газов

В последние годы наблюдается устойчивый рост интереса к моторным топливам, получаемым из растительного сырья [1, 2]. Привлекательность таких энергоносителей обусловлена не только использованием возобновляемых ресурсов, но и присутствием в их молекулярной структуре атомов кислорода. Благодаря этому биотоплива могут выступать в роли кислородсодержащих добавок (оксигенатов) к традиционным бензину и дизельному топливу, что способствует существенному снижению токсичности отработавших газов двигателей внутреннего сгорания.

Для дизельных двигателей перспективными считаются топлива, вырабатываемые из растительных масел. В качестве сырья может выступать более 50 видов масличных культур. В условиях Российской Федерации наиболее предпочтительной из них является рапс. С одного гектара посевных площадей рапса можно получить до 3 тонн маслосемян и около 1,0 тонны рапсового масла [3]. Данное масло может применяться в дизелях как в чистом виде, так и в составе микроэмульсий с другими альтернативными топливами. Кроме того, на его основе получают метиловый или этиловый эфиры, используемые в качестве самостоятельного топлива либо в качестве биодобавки к дизельному топливу. Существуют и иные способы использования рапсового масла в моторных топливах. Однако наиболее простым вариантом является работа дизеля на смесях дизельного топлива и рапсового масла. Оба компонента хорошо смешиваются в любых соотношениях, образуя стабильные композиции. Подбирая состав смеси, можно приблизить её физико-химические характеристики к параметрам стандартного дизельного топлива. Тем не менее, даже введение небольшого количества рапсового масла в дизельное топливо приводит к изменению этих характеристик.

Анализ данных, представленных в табл. 1, показывает, что рапсовое масло характеризуется более высокой плотностью, повышенной вязкостью и большим поверхностным натяжением по сравнению с дизельным топливом. Наиболее существенные различия между этими видами топлива наблюдаются по показателю вязкости. При нормальных условиях (20°C) вязкость рапсового масла превышает аналогичный показатель дизельного топлива на порядок: 75 мм²/с против 3,8 мм²/с соответственно. Однако с ростом температуры вязкость РМ интенсивно снижается. При 40°C, что соответствует типичному температурному режиму работы систем питания автотракторных дизелей, данный показатель уменьшается вдвое — до 36 мм²/с. Дальнейшее повышение температуры до 70°C приводит к снижению вязкости до 17,5 мм²/с.

Физико-химические свойства дизельного топлива, рапсового масла и их смесей

Физико-химические свойства	Топлива				
	ДТ	РМ	80 % ДТ+20 % РМ	60 % ДТ+40 % РМ	40 % ДТ+60 % РМ
Плотность при 20 °С, кг/м^3	830	916	848	865	882
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм^2/с	3,8	75	9	19	30
Коэффициент поверхностного натяжения σ при 20 °С, мН/м	27,1	33,2	–	–	–
Теплота сгорания низшая, кДж/кг	42500	37300	41500	40400	39400
Цетановое число	45	36	–	–	–
Температура самовоспламенения, °С	250	318	–	–	–
Температура помутнения, °С	–25	–9	–	–	–
Температура застывания, °С	–35	–20	–	–	–
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг	14,3	12,6	13,9	13,5	13,1
Содержание, % по массе					
C	87,0	78,0	–	–	–
H	12,6	10,0	–	–	–
O	0,4	12,0	–	–	–
Общее содержание серы, % по массе	0,20	0,002	–	–	–
Коксуемость 10 %-ного остатка, % по массе	0,2	0,4	–	–	–
Фактический модуль упругости топлива в каналах топливоподающей аппаратуры при нормальных условиях, МПа·10^{-9}	1,493	1,841	1,552	1,615	1,684
Скорость звука фактическая при нормальных условиях, м/с	1341	1417	1353	1367	1382

Примечание: «–» – свойства не определялись; ДТ – дизельное топливо по ГОСТ 305–82; РМ – рапсовое масло; для смеси ДТ и РМ указано объемное процентное содержание компонентов

Таблица 1 физико-химические свойства ДТ, РМ и их смесей различного состава.

Различия в физических характеристиках рапсового масла и дизельного топлива неизбежно сказываются на протекании рабочих процессов в дизеле, в первую очередь на стадиях подачи топлива и смесеобразования. В связи с этим возникает необходимость детального исследования процессов впрыскивания при работе двигателя как на чистом РМ, так и на его смесях с ДТ. Подобное расчётное исследование было выполнено с использованием программного комплекса «Впрыск», разработанного в МГТУ им. Н. Э. Баумана [4-6].

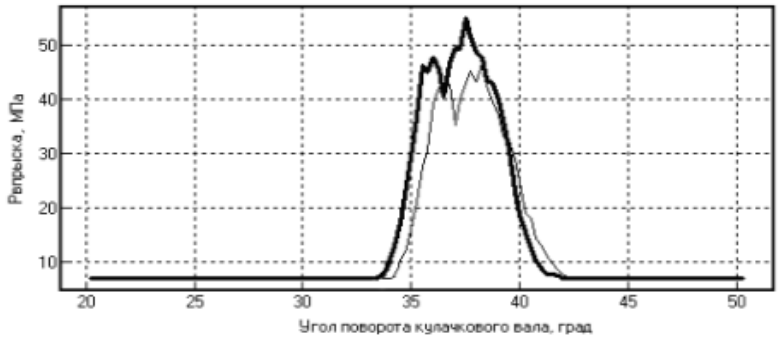
Объектом расчётно-экспериментальной работы выступала топливная аппаратура дизеля Д-245.12С (4ЧН 11/12,5), применяемого на малотоннажных автомобилях ЗиЛ-5301 «Бычок». Данный двигатель оснащён полуразделенной камерой сгорания типа ЦНИДИ, в которой реализовано объёмно-пленочное (пристеночное) смесеобразование, предполагающее частичное попадание топливных струй на нагретые кромки горловины и внутренние стенки камеры. Такое решение способствует устойчивому воспламенению смесевых биотоплив, которые по сравнению с ДТ обладают более низкой воспламеняемостью.

Исследуемая топливная система двигателя Д-245.12С включала насос высокого давления PP4M10U1f производства Motorpal, соединённый топливопроводами высокого давления с форсунками ФДМ-22 (завод «Куроаппаратура», г. Вильнюс), оснащёнными распылителями типа DOP 119S534 фирмы Motorpal. Численные эксперименты проводились для режима с частотой вращения кулачкового вала ТНВД $n_{\text{тн}}$ = 1200 мин$^{-1}$ и цикловой подачей $g_{\text{ц}}$ = 0,067 г. Согласно результатам расчётов, на данном режиме при работе на дизельном топливе достигаются следующие параметры: максимальное давление впрыска $p_{\text{впр.max}}$ = 49,5 МПа, среднее давление впрыска $p_{\text{впр.ср}}$ = 26,9 МПа, а действительная продолжительность впрыска составляет $\varphi_{\text{впр.действ}}$ = 8,37° поворота кулачкового вала ТНВД.

Для оценки характеристик топливоподачи дизеля при использовании биотоплив выполнены расчёты данного процесса для нескольких вариантов топливной смеси: чистое

дизельное топливо, рапсовое масло, а также их комбинации в различных пропорциях. Как видно из табл. 1, плотности ДТ и РМ различаются незначительно. Причём несколько более высокая плотность РМ частично компенсируется его пониженной теплотворной способностью. В связи с этим при переводе двигателя с ДТ на РМ в первом приближении можно не корректировать упор максимальной подачи, а активный ход плунжера оставить без изменений [7-11].

С учётом этих допущений проведено моделирование процесса впрыска для трёх режимов работы дизеля Д-245.12С. Один из них — режим максимальной мощности, который соответствует частоте вращения коленчатого вала n = 2400 мин⁻¹ (nтн = 1200 мин⁻¹) и цикловой подаче $g_{ц}$= 0,067 г при активном ходе плунжера $h_{пл.ак}$ = 1,033 мм. Для данного режима рассмотрены различные составы смесей ДТ и РМ. На рисунке 1 представлены полученные в ходе расчётов зависимости давления впрыскивания от угла поворота кулачкового вала при использовании ДТ (тонкая линия) и РМ (утолщённая линия) для неизменного номинального активного хода плунжера $h_{пл.ак}$ = 1,033 мм.



Рисонок – 1 Изменение давления впрыскивания $p_{впр}$ по углу поворота кулачкового вала при использовании в качестве топлива ДТ (тонкая линия) и РМ (толстая линия) на режиме с $n_{тн}$ = 1200 $мин^{-1}$ и $h_{пл.ак}$ = 1,033 мм

На основе полученных расчётных зависимостей изменения давления топлива в функции угла поворота кулачкового вала ТНВД, а также других данных моделирования, были определены взаимосвязи основных параметров процесса впрыска от состава смеси дизельного топлива и рапсового масла. Исследованный диапазон включал содержание РМ от 0 до 100% при режиме $n_{тн}$= 1200 мин⁻¹ и неизменном активном ходе плунжера $h_{пл.ак}$= 1,033 мм.

Результаты показывают устойчивый рост объёмной цикловой подачи qц по мере увеличения доли рапсового масла в смеси. При работе на чистом дизельном топливе ($C_{РМ}$ = 0) объёмная подача составила 81,7 мм³, а при переходе на чистое рапсовое масло ($C_{РМ}$= 100) — 82,9 мм³. Основная причина данного увеличения — меньшая сжимаемость РМ по сравнению с ДТ, вследствие чего сокращается доля хода плунжера, затрачиваемая на сжатие топлива до необходимого уровня давления. Оценить влияние вязкости на объёмную подачу в данном случае сложнее [12-17].

Плотность топлива оказывает влияние в первую очередь на массовую цикловую подачу. Поскольку плотность рапсового масла примерно на 10% выше, чем у дизельного топлива (см. табл. 1), при равной объёмной подаче массовая подача РМ будет пропорционально выше. Эта зависимость массовой цикловой подачи $g_{ц}$от содержания РМ в смеси, обусловленная изменением плотности, представлена на рисунке 2. При переходе от чистого ДТ к чистому РМ массовая подача возросла с 0,0676 г до 0,0760 г, то есть на 12,0%. При этом увеличение объёмной подачи $g_{ц}$составило около 1,5% (с 81,7 до 82,9 мм³), следовательно, вклад фактора плотности в рост массовой подачи составил порядка 10%.

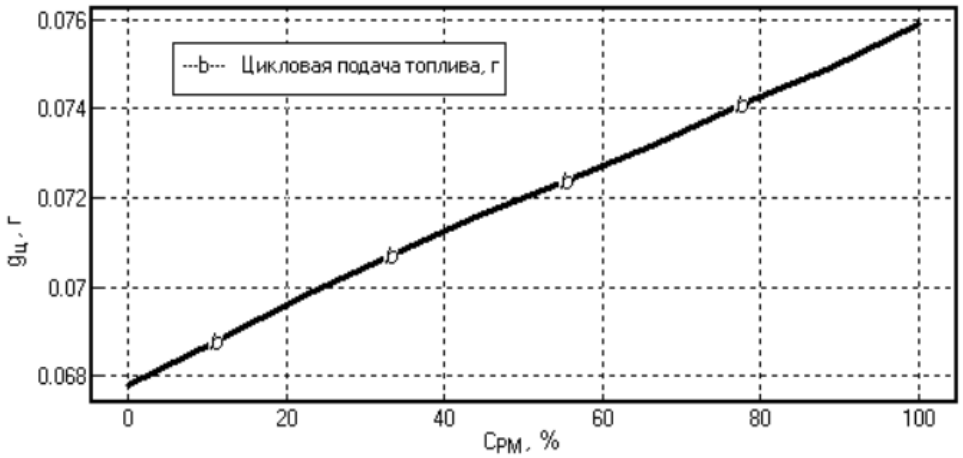


Рисунок – 2. Зависимость массовой цикловой подачи топлива от содержания РМ в смесевом биотопливе на режиме с $n_{тн}$= 1200 $мин^{-1}$ и $h_{пл.ак}$= 1,033 мм

Помимо объёмной и массовой подачи, состав биотопливной смеси оказывает влияние также на временные характеристики процесса впрыска — в частности, на моменты открытия и закрытия распылителя (рисунок 3). Согласно результатам расчётов, с ростом доли рапсового масла в смеси значение действительного угла начала подачи топлива $\varphi_{нач.дей}$ уменьшается (рисунок 3).

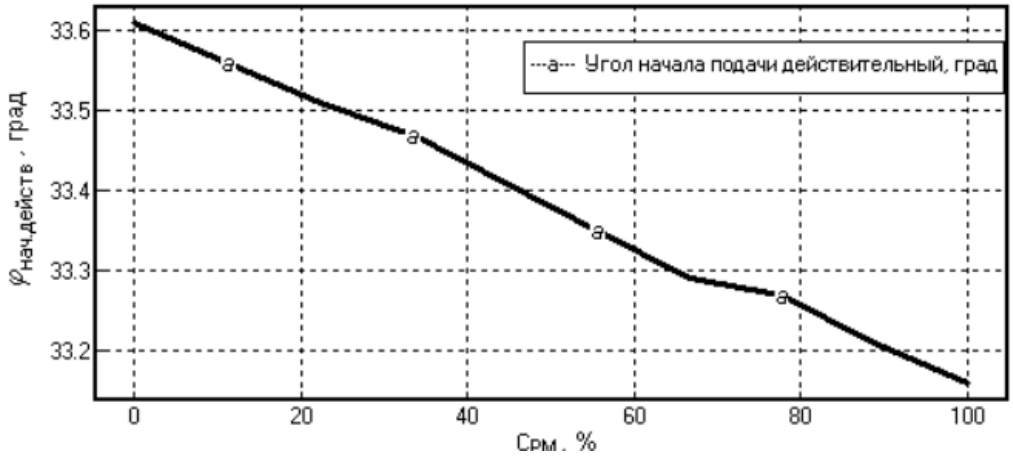


Рисунок – 3 Зависимость действительного угла начала подачи топлива от содержания РМ в смесевом биотопливе на режиме с $n_{тн}$= 1200 $мин^{-1}$ и $h_{пл.ак}$ = 1,033 мм

Определение точного значения угла завершения подачи топлива $\varphi_{оконч.дей}$ связано с определёнными трудностями, поскольку на завершающей стадии впрыска кривые изменения давления топлива при некоторых режимах могут демонстрировать различные формы импульсов, включая единичные либо практически сливающиеся друг с другом впрыски. Вследствие этого длительность и момент окончания подачи изменяются неравномерно, и построить гладкую, однозначно трактуемую зависимость для угла завершения впрыскивания не представляется возможным [18-23].

Содержание компонентов в смесевом биотопливе существенно сказывается на уровне давления в магистрали высокого давления. При замене дизельного топлива на рапсовое масло максимальное давление впрыска возрастает с 49 до 57 МПа. Повышение доли РМ в смеси также ведёт к росту среднего давления впрыскивания: при переходе с ДТ на РМ этот показатель увеличивается с 26,2 до 29,8 МПа.

Выявленные в ходе расчётного моделирования особенности работы топливной аппаратуры дизеля при использовании биотоплив на основе рапсового масла существенно

влияют на процессы смесеобразования и сгорания. С целью сопоставления расчётных параметров впрыска с реальными показателями двигателя, функционирующего на смесевых биотопливах, были выполнены экспериментальные исследования дизеля Д-245.12С (4ЧН 11/12,5). Испытания проводились на моторном стенде АМО «ЗиЛ» с использованием чистого дизельного топлива и биотопливной композиции, содержащей от 20 до 60 % (по объёму) рапсового масла. Полученные результаты приведены на рисунке 4.

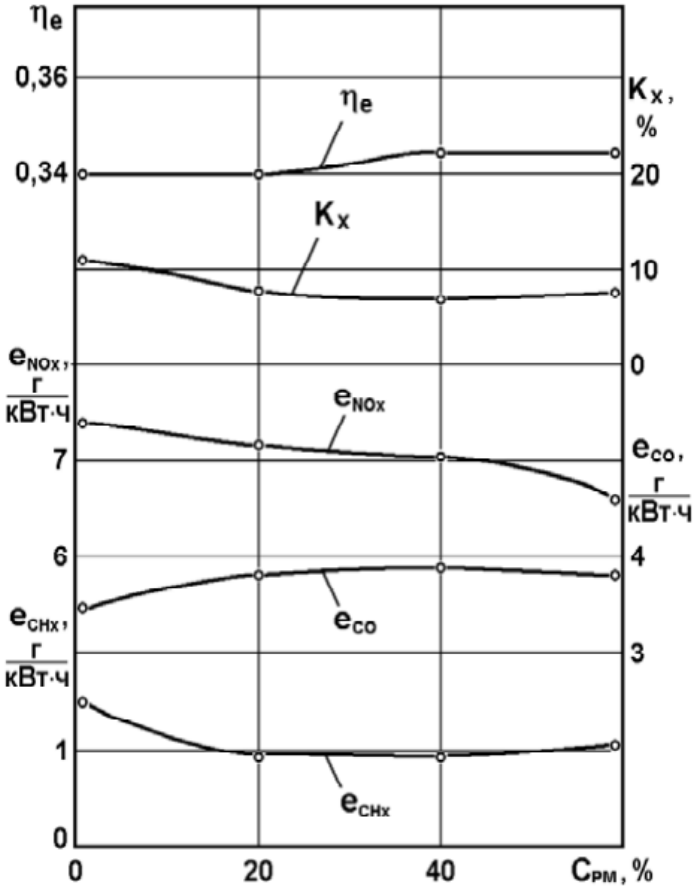


Рисунок 4. Зависимость эффективного КПД двигателя η_e и дымности ОГ K_x режиме максимальной мощности при n = 2400 мин-1, удельных массовых выбросов оксидов азота e_{NOx}, монооксида углерода e_{CO} и несгоревших углеводородов e_{CHx} на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла от содержания рапсового масла $C_{рм}$ в смесевом биотопливе

На режиме максимальной мощности, соответствующем частоте вращения коленчатого вала 2400 мин$^{-1}$, повышение объёмной доли рапсового масла в биотопливной смеси ($C_{РМ}$) с 0 до 60% сопровождается ростом удельного эффективного расхода топлива g_e с 249,0 до 265,1 г/(кВт·ч) и снижением дымности отработавших газов K_x с 11,0 до 8,0%. Увеличение расхода связано с более низкой теплотворной способностью смесевого топлива (для ДТ этот показатель составляет 42,5 МДж/кг, для композиции с 40% ДТ и 60% РМ — 39,4 МДж/кг, см. табл. 1). При этом эффективность сгорания при обогащении смеси рапсовым маслом остаётся практически неизменной: изменения эффективного КПД η_e для различных составов не превышают 1,5%, что находится в пределах погрешности определения g_e. Приведённые на рисунок 4 значения удельных массовых выбросов токсичных компонентов — оксидов азота e_{NOx}, оксида углерода e_{CO} и несгоревших углеводородов e_{CHx} — свидетельствуют о возможности существенного улучшения экологических характеристик дизеля при переходе на смесевые биотоплива. Их применение

обеспечивает сокращение выбросов наиболее значимых загрязняющих веществ — оксидов азота и углеводородов. Увеличение содержания РМ в смеси с 0 до 60% приводит к снижению удельных интегральных выбросов (по 13-ступенчатому испытательному циклу) оксидов азота e_{NOx} с 7,442 до 6,597 г/(кВт·ч), то есть на 11,4%, и углеводородов e_{CHx} — с 1,519 до 1,075 г/(кВт·ч), или на 29,2%. Наименьший уровень выбросов углеводородов (e_{CHx} = 0,949 г/(кВт·ч)) зафиксирован при содержании РМ в смеси, равном 40%.

Такое снижение эмиссии NO_x и CH_x объясняется присутствием в составе рапсового масла около 12% кислорода, который участвует в окислении углерода и водорода, входящих в молекулы топлива. Вследствие этого уменьшается количество воздуха, необходимое для полного сгорания 1 кг топлива, и возрастает суммарный коэффициент избытка воздуха. С одной стороны, это приводит к снижению максимальных температур в цилиндре и, как следствие, к уменьшению образования NO_x. С другой стороны, обеспечивается более полное окисление топливных компонентов, что способствует сокращению выбросов несгоревших углеводородов CH_x.

Вместе с тем повышение доли рапсового масла в биотопливной смеси с 0 до 60% ведёт к увеличению удельных интегральных выбросов оксида углерода e_{CO}, рассчитанных по 13-ступенчатому испытательному циклу, с 3,482 до 3,772 г/(кВт·ч), что соответствует росту на 8,3%. Наибольший уровень выбросов CO (e_{CO} = 3,880 г/(кВт·ч)) зафиксирован при содержании РМ в смеси, равном 40%. Данное увеличение объясняется снижением температуры сгорания при использовании смесевого биотоплива, а также некоторым повышением часового расхода топлива (на 6–10 %) и связанным с этим ростом мощности дизеля. Выполненный комплекс расчётных и экспериментальных работ подтвердил целесообразность применения смесевых биотоплив на основе рапсового масла в дизеле Д-245.12С и показал возможность снижения токсичности отработавших газов путём подбора оптимального состава топливной композиции.

Литература

1. Грехов, Л. В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей / Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, В. А. Марков. – Москва : Легион-Автодата, 2004. – 344 с.
2. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С.95-98. – EDN WQPGOP.
3. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции Вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
4. Работа дизелей на нетрадиционных топливах : учебное пособие / В. А. Марков, А. И. Гайворонский, Л. В. Грехов [и др.]. – Москва : Легион-Автодата, 2008. – 464 с.
5. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
6. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
7. Грехов, Л. В. Программное обеспечение для оптимизации топливной аппаратуры и рабочего процесса малотоксичного дизеля / Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, А. С. Кулешов // Актуальные вопросы создания топливоподающих систем транспортных дизелей : материалы научно-технической конференции, посвященной 30-летию ЯЗДА. – Ярославль, 2002. – С. 60-63.

8. Maksimov I.I., Alatyrev A.S., Smirnov M.P., Likhanov V.A., Lopatin O.P. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 032052. – EDN XHCRTS.
9. Likhanov V., Lopatin O., Mikheev G., Belova N., Maksimov A. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System // Transportation Research Procedia 61. – 2022. – 219-223. – EDN PEKHOV.
10. Akimov A.P., Lekomtsev P.L., Likhanov V.A., Lopatin O.P., Vasiliev A.O. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine // Journal of Physics: Conf. Series 2094. – 2021. – 052068. – EDN KUFPIH.
11. Bocianowski, J. Determination of fatty acid composition in seed oil of rapeseed (Brassica napus L.) by mutated alleles of the FAD3 desaturase genes / J. Bocianowski, K. Mikołajczyk, I. Bartkowiak-Broda //J Appl Genet. – 2012. – № 53(1). – P. 27–30. https://doi.org/10.1007/s13353-011-0062-0
12. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.
13. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978-5-6048477-3-2. – EDN XCGZJA.
14. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
15. A Study on Triacylglycerol Composition and the Structure of High-Oleic Rapeseed Oil / Mei Guana, Hong Chenb, XinghuaXionga [et al.] // Engineerin. – 2016. – № 2. – P. 258–262. https://doi.org/10.1016/J.ENG.2016.02.004
16. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
17. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
18. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
19. Baquero G., Esteban B., Riba JR., Puig R., Rius A. (August 1st 2011). Use of Rapeseed Straight Vegetable Oil as Fuel Produced in SmallScale Exploitations, Biofuel's Engineering Process Technology, Marco Aurélio dos Santos Bernardes, IntechOpen, DOI: 10.5772/18183. Available from: https://www.intechopen.com/books/biofuel-sengineering-process-technology/use-of-rapeseedstraight-vegetable-oil-as-fuel-produced-in-smallscale-exploitations (accessed: 26.10.2019).
20. Лиханов, В. А. Сгорание, тепловыделение и образование оксидов азота в дизеле, работающем на альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – 173 с. – ISBN 978-5-6045024-5-7. – EDN TBGZKI.
21. Лиханов, В. А. Исследование скоростного режима дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – № 1 (61). – С. 12. – EDN XEQEDT.
22. Лиханов, В.А . Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения оксидов азота в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 408 с. – EDN YPVGZN.
23. Longanesi L., Pereira A.P., Chuck C.J., Johnston N. Oxidative stability of biodiesel: recent insights // Biofuels, Bioproducts and Biorefining. – 2022. – Т. 16, № 1. – С. 265-289.

УДК 621.432

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛУГА ПЛН-5-35 ПУТЁМ УСТАНОВКИ ПОЛОСНОГО КОРПУСА НА РАБОЧУЮ ЧАСТЬ

Логинов С. Н. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Представлен анализ способов обработки почвы плугом, рассмотрены конструкции плугов для основной обработки почвы, их типы и преимущества использования.

Ключевые слова: плуги, обработка почвы, рабочие органы, полосной корпус плуга

Плуг — это основное сельскохозяйственное орудие для вспашки земли, предназначенное для создания рыхлого, мягкого слоя почвы, наиболее подходящего для выращивания сельскохозяйственных культур [1, 2].

Основная задача плуга — подрезать пласт почвы, обернуть его (чтобы уничтожить сорняки) и разрыхлить, насыщая землю воздухом. Современный лемешный плуг, самый распространенный тип, состоит из следующих ключевых элементов:

- нож (дисковый или черенковый): вертикально разрезает пласт земли, обеспечивая ровную стенку борозды;
- предплужник: Небольшой корпус, установленный перед основным. Он срезает и сбрасывает на дно борозды верхний, задернованный слой почвы с растительными остатками;
-корпус (лемех + отвал): Главный рабочий орган;
- лемех — это режущая часть, которая подрезает пласт снизу;
- отвал — изогнутая поверхность, которая принимает пласт, крошит его и полностью или частично переворачивает (оборачивает);
- полевая доска: Опорная часть, которая предотвращает разворот плуга в сторону под действием силы сопротивления почвы.

При движении плуга вперед нож отрезает пласт вертикально, предплужник снимает дернину, а корпус подрезает пласт, поднимает его, рыхлит и укладывает в соседнюю борозду.

Плуги различаются по нескольким параметрам:

1.По назначению:

- общего назначения. Используются для обработки большинства окультуренных, старопахотных земель на глубину 20-35 см;
- специальные. Предназначены для работы в сложных условиях. Сюда относятся плантажные (для глубокой вспашки), кустарниково-болотные, садовые, а также плуги для каменистых почв (оснащены предохранителями, автоматически поднимающими корпус при наезде на камень).

2. По типу рабочих органов:

- лемешные. Самые распространенные, эффективны на большинстве типов почв;
- дисковые. Используются для обработки тяжелых, переувлажненных почв, а также участков, засоренных корнями деревьев (например, после вырубки леса);
- ротационные. Сложные и дорогие агрегаты с вращающимся барабаном, обеспечивающие наивысшее качество рыхления.

3. По типу отвала:

- культурный. Хорошо крошит и оборачивает пласт (для старопахотных земель);
- полувинтовой и винтовой. Лучше оборачивают пласт, но хуже рыхлят (для целинных и задернованных земель);
- безотвальный (чизельный). Рыхлит почву без оборота пласта. Используется в засушливых регионах для защиты от ветровой эрозии.

4. По способу агрегатирования с трактором:

- навесные. Крепятся непосредственно к трактору. Они легче и маневреннее;

- прицепные. Имеют собственные колеса и опираются на них. Такие плуги более устойчивы и обеспечивают высокое качество вспашки на больших полях.

Одной из модификаций плуга может служить установка полосного корпуса. Полосной корпус плуга— это специализированная разновидность рабочего органа, главная особенность которого заключается в конструкции отвала. В отличие от классического сплошного отвала, полосной отвал имеет прерывистую, секционную структуру. Такая конструкция обеспечивает более интенсивное крошение почвы, особенно в условиях повышенной влажности, предотвращая образование сплошных, неразбитых пластов.

Основные элементы полосного корпуса соответствуют классическому плужному корпусу, но с важными отличиями:

- рабочая поверхность отвала состоит из отдельных перьев или полос, расположенных с определенными промежутками. Это обеспечивает точечное воздействие на пласт и его эффективное разрушение;

- многие современные модели оснащены винтовыми регуляторами, позволяющими изменять ширину захвата и угол наклона отвала непосредственно на каждом корпусе (например, в диапазоне 33-50 см), что дает возможность тонко настраивать плуг под конкретные условия поля;

- некоторые типы полосных корпусов, используемых в лесном хозяйстве, например у плуга ПЛП-135, могут иметь двухотвальную конструкцию с ножом-колуном и двумя лемехами для работы на тяжелых, переувлажненных и нераскорчеванных вырубках.

Использование полосных корпусов дает ряд технологических преимуществ:

- улучшенное рыхление. Полосная структура отвала способствует более интенсивному разрушению почвенных комков и агрегатов, что особенно важно на тяжелых и влажных почвах, где сплошной отвал может "скользить", не кроша пласт;

- снижение тягового сопротивления. Благодаря меньшей площади контакта с почвой, такой корпус может требовать меньше энергии на тягу, что экономит топливо;

- качественная заделка растительных остатков. Несмотря на прерывистую структуру, полосные корпуса эффективно справляются с подрезанием, оборачиванием и полной заделкой пожнивных остатков и сорняков, особенно в паре с предплужниками или углоснимами;

- универсальность. Возможность регулировки ширины захвата позволяет адаптировать плуг под различные типы почв и условия вспашки в рамках одного поля.

Обзор технологических аспектов и технических средств для основной обработки почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [3-18].

Литература

1. Справочник по скоростной сельскохозяйственной технике / А. Я.Поляк, А. Д.Щупак, Н. М.Антышев [и др.]. – Москва : Колос, 1983. – 287 с.

2. Сельскохозяйственная техника : каталог : в 3 т. Т. 2, Ч. I. Машины для - комплексной механизации производственных процессов в растениеводстве, мелиорации и лесном хозяйстве / под общей редакцией В. И. Черноиванова. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Информагротех, 1991. – 855 с.

3. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.

5. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.

6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
7. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
8. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
9. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
10. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
11. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
12. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
13. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
14. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
15. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
16. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
17. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин В.Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
18. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.

УДК 005.8:633

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СРОКОВ ПОСЕВА ОЗИМОЙ РЖИ

Ложкин А. И. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена методика нахождения оптимальных сроков посева зерновых культур методом сетевого планирования, который позволяет определить наиболее напряженные, так называемые «критические» работы, вычислить резервы ненапряженных работ, рационально распределить трудовые и материальные ресурсы для достижения намеченной цели в кратчайшее время с минимальными затратами.

Ключевые слова: посев, сетевой график, рациональные сроки, многолетние травы, зерновые культуры

При возделывании озимой ржи в настоящее время используются различные технологии, которые имеют разнообразный перечень как состава МТА, так и работ. В то же время в хозяйствах области наряду с уже зарекомендовавшей себя техникой используются современные МТА, которые намного производительней и многофункциональней [1,2,3,4].

Поэтому возникает вопрос об определении оптимального распределения МТА по операциям с целью получения большего количества продукции с минимальными затратами. Для реализации этого условия разработана блок-схема (рисунок 1).

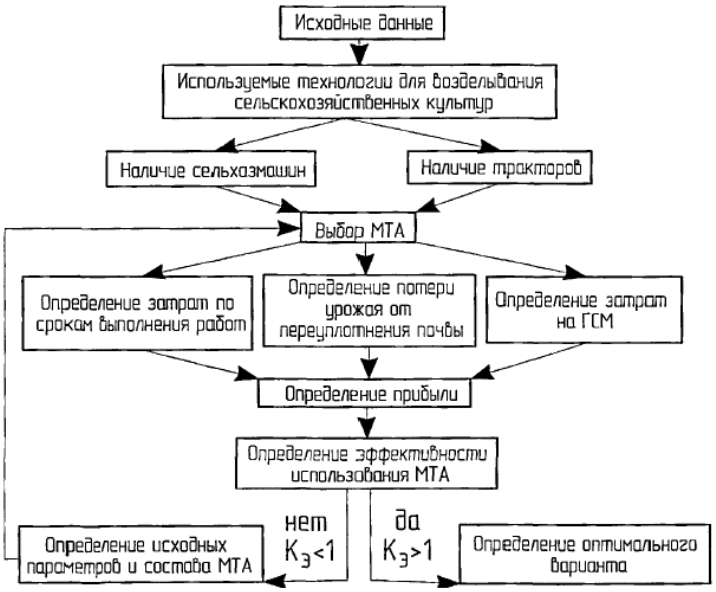


Рисунок 1 – Блок - схема определения эффективности использования МТА

Для её решения необходимы конкретные исходные показатели по различным операциям и составу МТА. В связи с резким сокращением численного состава МТП для выполнения всего объема сельскохозяйственных работ в области нашли широкое применение МТА, ранее не используемые в технологии работ. Эксплуатационно-технологическую оценку работы данных МТА необходимо проводить с учетом условий их эксплуатации в определенной зоне. При этом условия и режимы эксплуатации сравниваемых МТА обязательно должны быть сопоставимы. Для решения данной блок схемы определим основные показатели, влияющие на коэффициент эффективности производительности, время выполнения и коэффициента использования времени смены [5,6,7,8,9].

Оптимальная продолжительность и сроки выполнения сельскохозяйственных работ определяются не только агротехническими и природно-климатическими условиями региона, но и определенными экономическими показателями. Обоснованные сроки выполнения

сельскохозяйственных работ необходимо принимать такие, при которых суммарные потери от недобора урожая и эксплуатационные затраты будут наименьшими [10,11,12,13,14].

Наиболее полнее эффективность использования машинно-тракторных агрегатов на различных сельскохозяйственных операциях можно проследить по следующим коэффициентам.

Коэффициент надежности технологических процессов характеризует время на устранение забиваний (залипаний) рабочих органов машины, а также холостые проработки ее с целью предупреждения забиваний или после их устранения и определяют по формуле

$$K_З = (1 + T_З/T_0)^{-1}, \quad (2)$$

Коэффициент использования сменного времени характеризует, какая часть рабочего времени приходится на основную работу, на повороты, транспортные переезды, подготовку машины к работе, регламентируемые затраты времени и время на ежесменное техническое обслуживание и определяют по формуле

$$K_{см} = \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \frac{1}{K_4} + \frac{1}{K_5} + \frac{1}{K_6} + \frac{1}{K_7} - 6 \right)^{-1}, \quad (3)$$

где K_1 - коэффициент рабочих ходов;

K_2 - коэффициент технологического обслуживания;

K_3 - коэффициент надежности технологического процесса;

K_4 - коэффициент транспортных переездов;

K_5 - коэффициент подготовки агрегата к работе;

K_6 - коэффициент регламентируемых затрат времени;

K_7 - коэффициент ежесменного технического обслуживания.

Коэффициент использования эксплуатационного времени характеризует, какая часть времени приходится на сменное рабочее время, на переоборудования и комплектования агрегата, на проведение технического обслуживания и устранения технических отказов и определяют по формуле:

$$K_{эк} = \left(\frac{1}{K_{см}} + \frac{1}{K_8} + \frac{1}{K_9} + \frac{1}{K_{10}} - 3 \right)^{-1}, \quad (4)$$

где K_8 - коэффициент переоборудования и комплектования агрегата;

K_9 - коэффициент периодического техобслуживания;

K_{10} - коэффициент готовности.

Коэффициент готовности характеризует затраты времени на устранение неисправностей машин (агрегатов, узлов, деталей) и определяют по формуле

$$K_{10} = (1 + T_{10}/T_0)^{-1}. \quad (5)$$

Значения коэффициентов надежности технологических процессов и готовности на данных операциях составляет 0,98…1,00. В то же время значения коэффициентов времени смены и использование эксплуатационного времени значительно ниже. Так, коэффициенты использования времени смены и использование эксплуатационного времени на посеве составляет 0,54...0,77. Это связано с тем, что на посеве большая часть времени затрачивается на подготовку машин к работе и на ежесменное техническое обслуживание. Поэтому для повышения эффективности использования МТА необходимо повысить данные коэффициентов за счет снижения времени на подготовку машин к работе и ежесменному техническому обслуживанию.

Литература

1. Курбанов, Р. Ф. Совершенствование способа и технического средства многокомпонентного полосного посева семян трав в дернину : монография / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов. – Киров : Вятская ГСХА, 2012. – 95 с.

2. Курбанов, Р. Ф. Эффективность технологии многокомпонентного полосного посева многолетних трав в дернину / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов // Пермский аграрный вестник.

– 2017. – № 3 (19). – С. 40-44.
3. Курбанов, Р. Ф. Совершенствование конструкционно-технологической схемы дернинной сеялки / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, А. Н. Морозов // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 9. – С. 19-21.
4. Курбанов, Р. Ф. Многокомпонентный полосной посев – залог долголетия травостоя выродившихся пастбищ / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Г. В. Широков // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – № 4. – С. 35-37.
5. Курбанов, Р. Ф. Инновационные технологии и средства улучшения естественных и культурных травостоев : учебное пособие по дисциплине «Инновационные технологии в механизации растениеводства» для подготовки магистров по направлению 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, А. В. Созонтов. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – 73 с.
6. Новицкий, Н. И. Сетевое планирование и управление производством : учебно-практическое пособие / Н. И. Новицкий. – Москва : Новое знание, 2004. – 159 с.
7. Патент № 2388205 Российская Федерация, МПК A01C 7/00 (2006.01). Способ возделывания трав: № 2008115064/12: заявл. 16.04.2008: опубл. 10.05.2010 / Кормщиков А. Д., Курбанов Р. Ф., Фигурин В. А., Созонтов А. В., Широков Г. В.; заявитель ФГОУ ВПО ВГСХА. – 7 с.: ил.
8. Патент № 2400040 Российская Федерация, МПК A01C 7/00 (2006.01), A01B 49/06 (2006.01), A01B 33/10 (2006.01). Сеялка для полосного посева трав в дернину: № 2009109516/12: заявл. 16.03.2009: опубл. 27.09.2010 / Кормщиков А. Д., Курбанов Р. Ф., Созонтов А. В., Широков Г. В., Морозов А. Н.; заявитель ФГОУ ВПО ВГСХА. – 8 с.: ил.
9. Патент № 2403696 Российская Федерация, МПК A01C 7/00 (2006.01). Сеялка дернинная: № 2009109471/12: заявл. 16.03.2009: опубл. 20.11.2010 / Кормщиков А. Д., Курбанов Р. Ф., Лукин И. Д., Созонтов А. В., Широков Г. В.; заявитель ФГОУ ВПО ВГСХА. – 6 с.: ил.
10. Патент № 2453095 Российская Федерация, МПК A01C 7/00 (2006.01), A01B 49/06 (2006.01). Сеялка полосного посева: № 2010125386/13: заявл. 21.06.2010: опубл. 20.06.2012 / Курбанов Р. Ф., Созонтов А. В., Широков Г. В., Морозов А. Н.; заявитель ФГОУ ВПО ВГСХА. – 8 с.: ил.
11. Саитов, В. Е. Современные ресурсосберегающие посевные комплексы : учеб.пособие / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов. – Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 93 с.
12. Созонтов, А. В. Совершенствование технологий и технических средств повышения урожайности трав неестественных кормовых угодьях / А. В. Созонтов // Науке нового века – знания молодых : сборник статей 8-й научной конференции аспирантов и соискателей : в 2 ч. – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – С. 73-76.
13. Широков, Г. В. Повышение качества посева семян трав и зерновых культур путем совершенствования фрезерного сошника дернинной сеялки / Г. В. Широков, А. В. Созонтов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2011. – № 3 (22). – С. 64-67.
14. Патент № 2250582 C1 Российская Федерация, МПК A01B 49/06, A01C 7/00. Сеялка дернинная : № 2003129415/12 : заявл. 01.10.2003 : опубл. 27.04.2005 / В. А. Сысуев, А. Д. Кормщиков, В. С. Смердов [и др.] ; заявитель Государственное учреждение Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого.

УДК 614.895

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Ложкин И. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются различные виды производственных факторов, безопасность работников на предприятии и технологии процессов.
Ключевые слова: предприятие, промышленная безопасность, технологический процесс, фактор, риск, оборудование, окружающая среда, средства индивидуальной защиты

Актуальность обеспечения безопасности труда на опасных производственных объектах (ОПО) обусловлена высокой степенью риска возникновения техногенных аварий, которые могут привести к масштабным человеческим жертвам, экологическим катастрофам и колоссальному экономическому ущербу. Специфика таких объектов заключается в использовании воспламеняющихся, окисляющих, горючих, взрывчатых и токсичных веществ, а также ведении горных работ и эксплуатации оборудования под высоким давлением.

Современные требования к безопасности на ОПО диктуются необходимостью постоянного технического перевооружения и износом основных фондов. Старение оборудования повышает вероятность отказов систем, что требует внедрения автоматизированных систем мониторинга и дистанционного контроля в режиме реального времени. Это позволяет минимизировать присутствие человека в опасных зонах и своевременно реагировать на отклонения от технологических параметров.

Важным аспектом актуальности является строгая нормативно-правовая база, обязывающая предприятия проводить регулярную экспертизу промышленной безопасности. Контроль состояния технических устройств, зданий и сооружений на объекте помогает выявлять дефекты на ранних стадиях. В условиях современного производства безопасность труда перестает быть просто формальным требованием и становится ключевым фактором конкурентоспособности и стабильного функционирования предприятия. Человеческий фактор остается одной из главных причин инцидентов на производстве, поэтому актуальным направлением является непрерывное обучение персонала и развитие культуры безопасности. Это включает в себя не только знание правил охраны труда, но и отработку практических навыков ликвидации аварийных ситуаций. Создание системы управления промышленной безопасностью позволяет интегрировать защиту персонала в общую стратегию управления бизнесом, снижая вероятность производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Технический прогресс и развитие промышленности привел к значительному росту энергетической насыщенности производства. Усложнение технологических цепей, вовлечение в техпроцесс огромного количества разнородного оборудования и технических устройств сопровождается ростом риска аварий. Резкий рост масштаба производства в XIX и XX веках породил техногенные объекты потенциально опасные не только для работающих на них сотрудников, но и для окружающего их жилых и производственных объектов, населения, природной среды. Усложнение технологий привело к невозможности предусмотреть все опасные аспекты производства, их взаимное влияние и поведение человека в критической ситуации. В нашей стране принято большое количество законодательных и нормативных актов, посвященных проблемам промышленной безопасности, снижению риска аварий на опасных производственных объектах.

Технологические цепи современных предприятий состоят из большого количества опасного оборудования, используют опасные вещества и опасные технологические процессы. Причем все эти элементы является опасным не только для работников предприятия, но и для местного населения, близлежащих предприятий и окружающей природной среды.

Безопасность – это такое состояние промышленного объекта или системы, при котором, с определенной долей вероятности, опасность не может реализоваться или

проявиться в полной мере, благодаря специально разработанным и выполняемым мероприятиям. Без выполнения определенных действий, направленных на достижение безопасного состояния человека, оборудования, технологического процесса или системы, невозможно добиться ее безопасного состояния.

Промышленная безопасность (ПБ) – это состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий и катастроф на производственных объектах и последствий указанных аварий [1].

В целях проведения специальной оценки условий труда исследованию (испытанию) и измерению подлежат следующие вредные и (или) опасные факторы производственной среды:

1) физические факторы - аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, шум, инфразвук, ультразвук воздушный, вибрация общая и локальная, неионизирующие излучения (электростатическое поле, постоянное магнитное поле, в том числе гипогеомагнитное, электрические и магнитные поля промышленной частоты (50 Герц), переменные электромагнитные поля, в том числе радиочастотного диапазона и оптического диапазона (лазерное и ультрафиолетовое), ионизирующие излучения, параметры микроклимата (температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, тепловое облучение), параметры световой среды (искусственное освещение (освещенность) рабочей поверхности);

2) химические факторы - химические вещества и смеси, измеряемые в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работников, в том числе некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), которые получают химическим синтезом и (или) для контроля содержания которых используют методы химического анализа;

3) биологические факторы - микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в бактериальных препаратах, патогенные микроорганизмы - возбудители инфекционных заболеваний [2].

Анализ риска включает идентификацию опасностей на производственном объекте, определение сценариев развития аварии, определение частоты реализации данных сценариев и последующий расчет показателей риска аварий на производстве. То есть, данный анализ является неотъемлемой частью системы управления промышленной безопасностью на опасном 17 производственном объекте позволяющий разрабатывать рекомендации по уменьшению риска аварии. Анализ риска аварий на опасном производственном объекте – является составной частью системы управления промышленной безопасностью и заключается в систематическом использовании всей доступной информации для идентификации опасностей и оценки риска возможных нежелательных событий [1].

Принцип предупреждения и профилактики опасностей означает, что работодатель систематически должен реализовывать мероприятия по улучшению условий труда, включая ликвидацию или снижение уровней профессиональных рисков или недопущение повышения их уровней, с соблюдением приоритетности реализации таких мероприятий [3].

Рассмотрим на примере структуру строительных процессов. Строительные процессы характеризуются многофакторностью и специфическими особенностями, что обусловлено: неподвижностью строительной продукции – при выполнении строительных процессов рабочие и технические средства перемещаются, а возводимые здания и сооружения остаются неподвижны; многообразием строительной продукции – возводимые здания и сооружения различаются по производственным и эксплуатационным характеристикам, форме, размерам и внешнему облику, расположению по отношению к дневной поверхности земли; разнообразием материальных элементов – при строительстве зданий и сооружений находят применение самые различные материалы, полуфабрикаты, детали и изделия, при технологическом воздействии на которые создается строительная продукция; природно-климатическими условиями – здания и сооружения возводят в различных геологических,

гидрологических и климатических условиях, что требует соответствующих технологических методов при выполнении строительных процессов [4].

Строительные процессы по своему содержанию в технологическом отношении представляют собой совокупность двух аспектов.

Первый аспект определяет особенности, происходящие с материальными элементами в пространстве и времени без изменения их физико-механических свойств: транспортирование, укладку, уплотнение, сборку, стыковку и др.

Второй аспект характеризует физико-химические превращения, изменяющие конечные свойства материальных элементов: прочность, плотность; напряженность, теплопроводность, влагопроницаемость и др. [5].

Общими положениями по безопасности труда в строительстве , разработанными на основе действующего законодательства и иных нормативных актов Российской Федерации, содержащих требования по охране и безопасности труда, утвержденных федеральными органами исполнительной власти Российской Федерации в установленном порядке, выделяются : организация работы по обеспечению охраны труда , организация производственных территорий , участков работ и рабочих мест, требования безопасности к обустройству и содержанию производственных территорий , участков работ и рабочих мест , требования безопасности при складировании материалов и конструкций, обеспечение электробезопасности, обеспечение пожаробезопасности, обеспечение защиты работников от воздействия вредных производственных факторов, требования безопасности при эксплуатации мобильных машин и транспортных средств, требования безопасности при эксплуатации стационарных машин, требования безопасности при эксплуатации средств механизации, средств подмащивания, оснастки, ручных машин и инструмента,, требования безопасности к процессам производства погрузочно-разгрузочных работ, требования безопасности к перемещению грузов на предприятиях, требования безопасности при применении машин непрерывного действия, требования безопасности при выполнении электросварочных и газопламенных работ [7].

В целом, для каждой профессии имеются определённые средства индивидуальной защиты, которые предназначены для обеспечения безопасных условий труда для работников. Защита головы – чтобы соответствовать законодательным нормам о средствах индивидуальной защиты, работодатели должны обеспечить всех сотрудников подходящей защитой головы и обеспечить их ношение. Защита органов слуха – доступны варианты защиты ушей: беруши и наушники. СИЗ для ушей должны обеспечивать подходящий уровень защиты для выполняемой работы и не должны ставить под угрозу безопасность или общение. Защита ног и стоп – работодатель должен предоставить стандартную обувь (или подходящий комплект для лиц, которые не могут носить базовую обувь по медицинским показаниям) бесплатно, при условии, что сотрудники надлежащим образом ухаживают за своим снаряжением и прослужат ему разумный период времени. Защита глаз и лица – важно надевать защиту для глаз и лица, когда существует риск возникновения опасностей, связанных с брызгами химикатов или металла, пылью, летящими снарядами, газом, парами и радиацией. Доступны следующие типы защиты глаз: очки, маски для лица, козырьки, защита органов дыхания. Примеры защиты легких включают: маски фильтрующие, респираторы.

Защита всего тела – использование обычной или одноразовой спецодежды, комбинезонов, фартуков или химических костюмов, изготовленных из различных материалов, для защиты от опасностей на рабочем месте [8]. В результате изучения различных источников можно сделать вывод: все нормативные документы в области промышленной безопасности составлены специально для работников – чтобы те выполняли свою работу качественно и без рисков для жизни, за нарушение которых имеются определенные виды ответственности. Специалисты и работники, эксплуатирующие опасный производственный объект, обязаны знать и соблюдать требования законодательных и нормативных актов в области промышленной безопасности опасного производственного объекта.

Литература

1. Баранов, Н. Ф. Вакуумное нанесение покрытий / Н. Ф. Баранов, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 01 января – 31 января 2010 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 11. – С. 54-57. – EDN YJQRPN.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693390 Российская Федерация. Программа с алгоритмом прогнозирования электрической нагрузки жилых домов по данным месячного электропотребления: заявл. 14.10.2025: опубл. 27.11.2025 / С.Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А.И. Сидоров [и др.]; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет».
3. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85. – EDN ZVZKDO.
4. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
5. Шевченко, А. В. Экспериментальное изучение смесительной установки в режиме перемешивания / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 229-231.
6. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. Установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке: заявл. 26.05.2025: опубл. 24.11.2025 / П.Н. Солонщиков, П.А. Савиных, В. Е. Саитов, А.В. Шевченко; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
7. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке: заявл. 26.05.2025: опубл. 24.11.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, В. Е. Саитов, А. В. Шевченко; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
8. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.

УДК 531.8

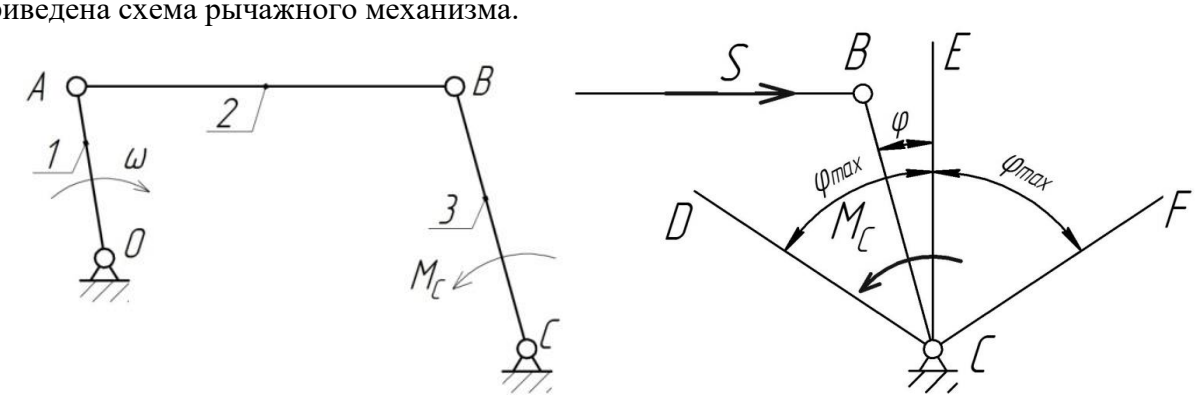
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА

Лялин И. Л. – обучающийся 1 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рычажные механизмы широко распространены в технике. они преобразуют вращательное движение ведущего звена в колебательное движение ведомого звена. В статье проведен расчет простейшего четырехзвенного рычажного механизма и его модернизированного аналога. В модернизированном варианте достигается значительное снижение усилий в звеньях.

Ключевые слова: рычажный механизм, теория механизмов и машин, силовой расчет, механика

Одним из назначений рычажного механизма является преобразование вращательного движения ведущего звена в колебательное движение ведомого звена [1-3]. На рисунке 1, а приведена схема рычажного механизма.



а) б)

Рисунок 1 – Схема механизма

Ведущее звено – кривошип 1 – совершает вращательное движение. Далее движение передается через шатун 2 на ведомое звено – коромысло 3. Рассмотрим случай, когда к коромыслу приложен постоянный внешний момент сопротивления M_c направленный против угловой скорости данного звена. В этом случае при работе механизма нагрузка на звенья и кинематические пары будет циклически изменяться. Рассмотрим, как изменяется нагрузка в шатуне 2 и кинематической паре В. Для упрощения расчета примем, что шатун 2 имеет бесконечную длину, а коромысло в среднем положении располагается вертикально [4-7]. В этом случае при работе механизма шатун будет двигаться параллельно самому себе (рисунок 1, б).

На этой схеме обозначено:

S – усилие на кинематическую пару В со стороны шатуна,

CE – среднее положение коромысла,

DCи CF – крайние положения коромысла,

φ – текущий угол отклонения коромысла от среднего положения,

φ_{max} - максимальный угол отклонения коромысла.

Найдем усилие в кинематической паре:

$$S \cdot h = M_c, \quad (1) \qquad S = M_c / h, \quad (2)$$

где h – плечо действия силы,

$$h = r \cdot \cos\varphi, \quad (3)$$

где r – длина коромысла.

Таким образом:

$$S = \frac{M_c}{r \cdot \cos\varphi}. \quad (4)$$

При работе механизма в данной формуле изменяется только переменная φ. Для данного механизма минимальное усилие в шатуне будет в вертикальном положении коромысла (φ=0).

Используя формулу (4) можно определить, как изменяется усилие в шатуне в зависимости от угла отклонения коромысла [8-11]. Задавшись значением относительного усилия в среднем положении коромысла S_0=1, найдем график изменения S (рисунок 2).

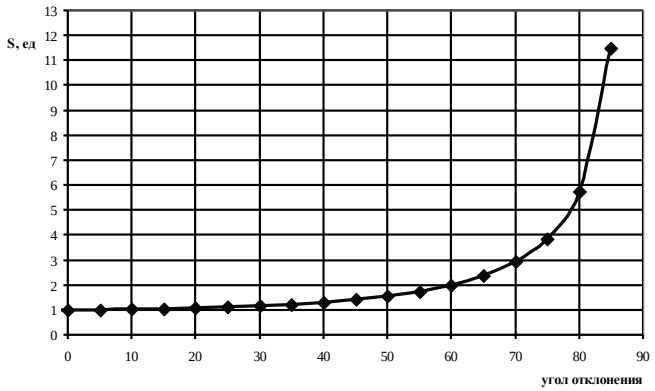


Рисунок 2 – Зависимость усилия от угла отклонения

Анализируя данный график можно сделать вывод, что при большом угле отклонения коромысла усилие в шатуне значительно возрастает. Так, например, при угле φ=60º усилие Sбольше усилия в среднем положении S_0 в 2 раза, при угле φ=70º - уже в 3 раза. Если рассмотреть реальный рычажный механизм, в котором шатун имеет конечную длину и, таким образом, при работе меняет угол положения к горизонтали, то ситуация еще более усугубляется. При работе будет наблюдается большая неравномерность величины усилий в рычагах и кинематических парах, что снизит эксплуатационные показатели механизма. Поэтому на практике, чтобы уменьшить максимальное усилие в звеньях, рабочий угол коромысла ограничивают до величины $2\varphi_{max}$=90…100º. Это является одним из недостатков рычажного механизма данной схемы. При угле $2\varphi_{max} \geq 180º$ механизм не работоспособен.

Для получения колебательного движения ведомого звена с большой амплитудой и умеренными нагрузками можно применить механизм с кинематической схемой, показанной на рисунке 3. По сравнению с предыдущим механизмом кинематическая схема данного механизма несколько усложнена. Ведомое звено 3 состоит из двух рычагов соединенных неподвижно друг с другом под углом α. Шатун 2, связан с ведомым звеном двумя промежуточными звеньями 4 и 5.

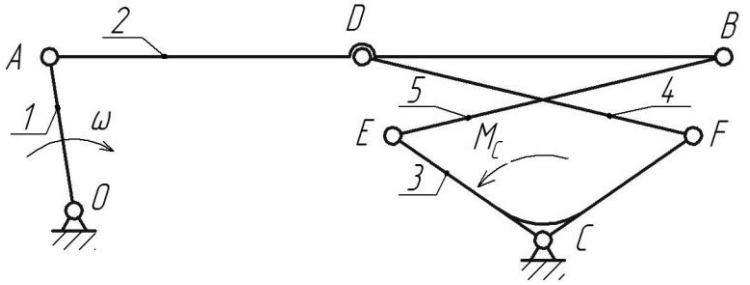


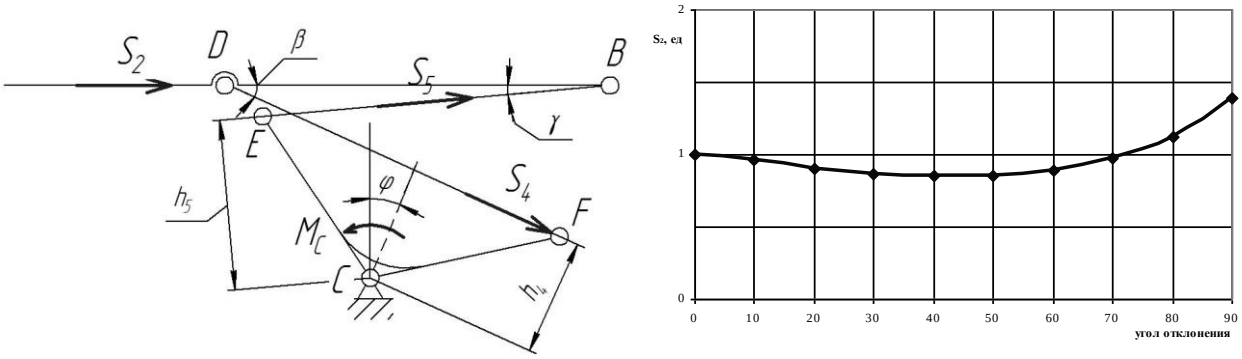
Рисунок 3 – Схема модернизированного механизма

Рассмотрим снова случай, когда к ведомому звену приложен постоянный внешний момент сопротивления M_c. Также для упрощения примем, что шатун имеет бесконечную длину и при работе располагается горизонтально.

Момент сопротивления ведомого звена M_c преодолевается с помощью момента от усилий S_4и S_5 в звеньях 4 и 5, соответственно (рисунок 5):

$$Mc = S_4 \cdot h_4 + S_5 \cdot h_5, \quad (5)$$

где h_4, h_5 - плечи действия усилий.



а) б)

Рисунок 4 – Расчетная схема

Усилия S_4и S_5 преодолеваются с помощью усилия в шатуне S_2:

$$S_2 = S_4 \cdot \cos\beta + S_5 \cdot \cos\gamma, \quad (6)$$

где β и γ - углы наклона 4 и 5 звеньев.

Так как шатун имеет бесконечную длину, то сумма моментов вертикальных составляющих усилий S_4и S_5 приложенных в точках Dи B относительно точки A равна нулю и далее:

$$S_4 \cdot \sin\beta - S_5 \cdot \sin\gamma = 0. \quad (7)$$

Определить неизвестные геометрические параметры проще всего графическим способом, построив в масштабе несколько положений данного механизма при различных значениях угла положения ведомого звена φ [11-17]. Этот угол будем отсчитывать между осью симметрии ведомого звена и вертикальной линией.

При построении задаемся размерами звеньев: угол между рычагами ведомого звена 90º, длина этих рычаговCE = CF=100 мм, длина промежуточных звеньев DF=EB= 200 мм, расстояние DB = 250 мм.

После определения геометрических параметровβ, γ, h_4,h_5подставим полученные значения в уравнения (5)…(7).Задавшись значением относительного усилия в среднем положении ведомого звена S_0=1, получим значения нагрузок в механизме (рисунок 4, б).

Литература

1. Гребнев, А. В. Определение угла наклона самобаллансирующего мобильного робота / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 70-летию инженерного факультета, Киров, 14 февраля 2022 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – Вып. 18. – С. 40-43. – EDN DRJBSA.

2. Гребнев, А. В. Особенности применения пид-регулятора для уравновешивания нестабильной механической системы / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 98-100. – EDN AHUZZE.

3. Гребнев, А. В. Определение углов пространственной ориентации мобильного робота / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 105-108. – EDN ERBJOS.

4. Гребнев, А. В. Расчет реактивного усилия на рулевом колесе автомобиля / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016 года / главный редактор В. Г. Мохнаткин. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 96-98. – EDN WZAWPP.
5. Качин, И. Е. Расчет энергии удара автоматического кернера / И. Е. Качин, Д. В. Ложкин, А. В. Гребнев // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 63-66. – EDN KJIRBH.
6. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
7. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто - топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
8. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
9. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С.18-25. – EDN UWUHQY.
10. Kozlov, A. N. Influence of ethanol on the combustion process and soot formation in the diesel cylinder / A. N. Kozlov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // Journal of Physics: Conference Series : International Scientific Conference "Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering - APITECH-2019", Krasnoyarsk, 25–27 сентября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. Vol. 1399. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 55051. – DOI 10.1088/1742-6596/1399/5/055051. – EDN NYRTZE.
11. Chuvashev, A. N. Influence of alcohol-fuel emulsions on effective indicators of the diesel depending on change of a corner of injection of fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12184. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012184. – EDN WCSUVY.
12. Chuvashev, A. N. Analysis of the use of methanol with a pilot portion diesel fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62089. – DOI 10.1088/1757-899X/862/6/062089. – EDN AQLMHW.
13. Chuprakov, A. I. The formation of soot in the cylinder of a diesel engine when operating on methanol-containing motor fuel / A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62087. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062087. – EDN DGUUSB.
14. Kopchikov, V. N. Reduced emission of nitrogen oxides by the diesel engine running on methanol and methyl ether of rapeseed oil / V. N. Kopchikov, A. V. Fominykh // JOP Conference

Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42028. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/4/042028. – EDN EFXOPH.

15. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.

16. Фоминых, А. В. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизелях с использованием ДСТ / А. В. Фоминых // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 01–30 апреля 2014 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – С. 216-218. – EDN YHKCVF.

17. Fominykh, A. V. Influence of crankshaft speed on biofuel combustion in a diesel engine / A. V. Fominykh, V. N. Kopchikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62065. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062065. – EDN HOXPRI.

УДК 517.956.3

ВОЛНОВОЕ УРАВНЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ: ПРИНЦИПЫ ВЫВОДА И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Макарова К. М. – бакалавр 3 курса факультета машиностроения
Лениногорский филиал Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Лениногорск, Россия

Аннотация. В данной статье представлено исследование вывода волнового уравнения, которое является основным уравнением в теории волн. Оно описывает распространение волн в различных средах и служит основой для анализа множества физических явлений. В рамках работы рассматриваются математические модели, лежащие в основе волнового уравнения, где акцент делается на трансформацию переменных и применение теоремы Лагранжа для более глубокого понимания динамики волн. Такой подход позволяет установить связь между теоретическими основаниями и практическими применениями волновых процессов.

Ключевые слова: волновое уравнение, колебания, производные, дифференциалы, физика, волны

Волновое уравнение — это одно из основных уравнений в физике, описывающее поведение различных типов волн, таких как звуковые, электрические и механические. Вывод этого уравнения можно осуществить через несколько шагов, начиная с рассмотрения физических принципов.

Термин "волновое уравнение" обычно относится к дифференциальному уравнению второго порядка, которое описывает, как волна распространяется в среде. Волновое уравнение выражается в виде уравнения Д’Аламбера, которое учитывает как пространственную, так и временную зависимость волны.

Для того чтобы понять, как выводится волновое уравнение, необходимо обратиться к основам физики волновых процессов. Вначале необходимо рассмотреть уравнения движения среды, в которой распространяется волна. Затем следует учитывать уравнения сохранения массы, импульса и энергии в этой среде. Комбинируя эти уравнения и учитывая связь между физическими величинами, можно вывести дифференциальное уравнение, описывающее распространение волн.

К выводу волнового уравнения привели различные факторы. Одним из них является закон Гука. Волновое уравнение в одномерном случае можно вывести из него, представив массив небольших гирь массой m, соединённых безмассовыми пружинами длиной h с постоянной упругости k. Зависимая переменная в этом случае измеряет расстояние от равновесия массы, расположенной в точке x, и, по существу, измеряет величину возмущения (то есть деформации), которое распространяется в упругом материале.

Толкование волн де Бройля и соотношение неопределённостей Гейзенберга также привели к выводу, что уравнением движения в квантовой механике, описывающей движение микрочастиц в различных силовых полях, должно быть уравнение, из которого бы вытекали наблюдаемые на опыте волновые свойства частиц. Искомое уравнение должно было быть волновым, подобно уравнению, описывающему электромагнитные волны.

Еще одними из факторов являются уравнения Максвелла. Они описывают свойства электромагнитных волн в наиболее общем случае, но их непосредственное использование не всегда удобно. Поэтому для случая линейных и однородных сред можно получить более простые волновые уравнения, из которых следуют все законы геометрической оптики.

Основные параметры, влияющие на форму волнового уравнения, включают параметры среды, такие как плотность, упругость и вязкость, а также частоту и длину волны. С помощью этого уравнения можно рассчитать распространение волн в различных средах и предсказать их поведение в зависимости от внешних условий. [1]

Исследование волнового уравнения имеет широкие практические применения в различных областях, таких как акустика, оптика, гидродинамика и геофизика. Понимание принципов, лежащих в основе волнового уравнения, позволяет ученым разрабатывать новые технологии в области передачи информации, обнаружения объектов и исследования окружающей среды.

В 1747 г. Д'Аламбер опубликовал статью "Исследования по вопросам о кривой, которую образует натянутая струна, приведенная в колебание", где впервые задача о колебании струны сводилась к решению дифференциального уравнения в частных производных. [2]

Мы можем рассмотреть простое уравнение, описывающее колебания струны, известное как полновое уравнение, которое положило начало новому направлению в математике — математической физике:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}.$$

Здесь представлена система переменных, где t - время; x - координата струны в равновесном состоянии, а функция u = u(x, t) показывает, как точка на струне с координатой x в момент времени t отклоняется от положения равновесия. Параметр a^2 является коэффициентом пропорциональности, отражающим упругие характеристики струны, и вычисляется по формуле $c = \sqrt{\frac{T}{\rho}}, T$, где T - сила натяжения струны, p – ее плотность. Предполагается, что струна колеблется с небольшими амплитудами в одной плоскости. Символы $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$ и $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$. обозначают вторые частные производные, которые представляют собой производные от производной $(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right))$. Частные производные - $\frac{\partial u}{\partial x}$ и $\frac{\partial u}{\partial t}$, аналогично "обычной" производной $\frac{du}{dx}$, показывает скорость изменения функции u(x,t) по переменным x или t при фиксированности другой переменной. Для функций одной переменной y = y(x) имеется одна производная, а для функций двух переменных u = u(x,t) - две частные производные $\frac{\partial u}{\partial x}$ и $\frac{\partial u}{\partial t}$. Чтобы выделить частные производные из "обычных", используют символ ∂ вместо d (например, $\partial(\frac{\partial}{\partial x})$ вместо $d(\frac{d}{dx})$).

Волновое уравнение является следствием второго закона Ньютона. Левая часть этого уравнения представляет собой вертикальное ускорение струны в заданной точке x, тогда как правая часть показывает силу, действующую на струну и приводящую к этому ускорению, которая возрастает с увеличением кривизны струны, выраженной через вторую производную $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$.

Пусть $\rho(x)$ − линейная плотность струны. Тогда компонент количества движения участка струны, находящегося между точками $x1$ и $x2$ по оси, вычисляется по формуле: $\int_{x1}^{x2} \frac{\partial u}{\partial t}(\xi,t)\rho(\xi)d\xi$. Изменение количества движения за промежуток времени Δt можно выразить через импульс, вызванный действующими силами. Эти силы складываются из натяжения и внешней силы, которая будет рассматриваться как непрерывно распределенная по струне с плотностью $F(x,t)$

$$\int_{x1}^{x2}\left(\frac{\partial u}{\partial t}(\xi,t+\Delta t)-\frac{\partial u}{\partial t}(\xi,t)\right)\rho(\xi)d\xi=\int_{t}^{t+\Delta t}\left(\frac{\partial u}{\partial t}(x2,\tau)-\frac{\partial u}{\partial t}(x1,\tau)\right)dt+$$
$$+\int_{t}^{t+\Delta t}\int_{x1}^{x2}F(\xi,\tau)\,d\xi d\tau.$$

Используя теорему Лагранжа в отношении соответствующих разностей и применяя теорему о среднем к последнему соотношению, мы получаем:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}|_{\bar{\xi},\bar{\tau}}\rho(\bar{\xi})\Delta t\Delta x = (T_0\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}|_{\hat{\xi},\hat{\tau}} + F(\hat{\xi},\hat{\tau}))\Delta t\Delta x,$$

переходя к пределу при $\Delta t \to 0$, $x2 \to x1$, получаем дифференциальное уравнение колебаний струны:

$$\rho(x)\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \mathrm{T}_0\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + F(x,t).$$

Если струна однородная $\rho = const$, то уравнение имеет вид:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x,t),$$

где $a^2 = \frac{T_0}{\rho}$.

Д'Аламбер нашел общее решение уравнения:

$$u(x,t) = \varphi(x-at) + \psi(x+at),$$

которое содержит две произвольные функции φ(x,t) и ψ(x,t).

Через пять лет Даниил Бернулли (1700-1782), выдающийся математик, механик, физиолог и врач, ставший почетным членом Петербургской Академии наук и представляющий знаменитый род Бернулли, который на сегодняшний день дал миру более 100 наследников, достигших значительных успехов в различных областях, особенно в науке, предложил другое общее решение уравнения.

$$u(x,t) = \alpha sin\frac{\pi x}{l}cos\frac{\pi at}{l} + \beta sin\frac{2\pi x}{l}cos\frac{2\pi at}{l} + \cdots$$

Значение волнового уравнения заключается в том, что оно описывает распространение волн в однородной среде.

Всякая функция, удовлетворяющая этому уравнению, описывает некоторую волну. Если физическая величина распространяется как волна, то она обязательно удовлетворяет волновому уравнению. Справедливо обратное утверждение: если какая-либо величина подчиняется волновому уравнению, то она распространяется как волна.

Волновое уравнение находит применение и в других областях теоретической физики, например при описании гравитационных волн. Также оно является одним из основных уравнений математической физики.

Ещё одно значение волнового уравнения в том, что оно позволяет найти нормальные колебания системы, описываемой этим уравнением.

Таким образом, вывод волнового уравнения включает в себя использование физических законов, таких законы Ньютона, а также применение математического аппарата для описания динамики колебаний. Это приводит к формированию уравнения, которое находит широкое применение в различных областях физики.

Литература

1. Уравнение колебаний струны. Лекция – URL: https://pnu.edu.ru/media/filer_public/50/ae/50ae495a-126c-49e2-8b68-69952e6ba25f/popova-umf-lec4.pdf (дата обращения: 20.03.2026).
2. Волошинов, А. В. Математика и искусство / А. В. Волошинов. – Москва : Просвещение, 1992. – 335 с.
3. Соловьянова, С. Н. Теория волновых процессов. Акустические волны : учебной пособие / И. П. Соловьянова, С. Н. Шабунин. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. – 142 с.

УДК 699.81

ОСНОВНЫЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Мамаев Н. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о мерах пожарной профилактике и активной пожарной защиты на предприятии.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, профилактика, пожарная защита, мероприятия, меры, нарушение правил, предотвращение, правила, объект, предприятие, система противопожарной защиты

Пожары наносят громадный материальный ущерб и в ряде случаев сопровождаются гибелью людей. Поэтому защита от пожаров является важнейшей обязанностью каждого члена общества и проводится в общегосударственном масштабе.

Противопожарная защита имеет своей целью изыскание наиболее эффективных, экономически целесообразных и технически обоснованных способов и средств предупреждения пожаров и их ликвидации с минимальным ущербом при наиболее рациональном использовании сил и технических средств тушения.

Пожарная безопасность – это состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения используются необходимые меры по устранению негативного влияния опасных факторов пожара на людей, сооружения и материальных ценностей.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Активная пожарная защита - меры, обеспечивающие успешную борьбу с пожарами или взрывоопасной ситуацией [1, 2].

Для того чтобы предотвратить возможность возникновения пожара на предприятии, или хотя бы уменьшить возможный ущерб в случае его возникновения, следует соблюдать правила организации противопожарной безопасности, проводить обязательный инструктаж работников на предмет правил противопожарной безопасности, проводить обязательные проверки состояния систем противопожарной сигнализации, противопожарных преград, состояния электросетей и систем молниезащиты, состояния эвакуационных выходов.

Каждый работающий на предприятии (независимо от занимаемой должности) обязан четко знать и строго выполнять установленные правила пожарной безопасности, не допускать действий, которые могут привести к пожару или возгоранию.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на:

- организационные мероприятия: предусматривают правильную эксплуатацию машин и внутризаводского транспорта, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж.
- технические мероприятия: соблюдение противопожарных правил и норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.
- режимные мероприятия - запрещение курения в неустановленных местах, запрещение сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях и тому подобное.
- эксплуатационные мероприятия - своевременная профилактика, осмотры, ремонты и испытание технологического оборудования.

Меры противопожарная профилактики обеспечиваются правильным выбором степени огнестойкости объекта и пределов огнестойкости отделочных элементов и конструкций, ограничением распространения огня в случае возникновения очага пожара, применением

систем противодымной защиты, безопасной эвакуацией людей, применением средств пожарной сигнализации, извещения и пожаротушения, организацией пожарной охраны.

Эффективная мера против распространения пожаров – противопожарные разрывы и преграды, а также продуманная внутренняя планировка зданий и устройство различных противопожарных преград и отсеков, изолированных несгораемыми конструкциями [3].

Для предупреждения распространения пожара с одного здания на другое между ними устраивают противопожарные разрывы. При определении противопожарных разрывов исходят из того, что наибольшую опасность в отношении возможного воспламенения соседних зданий и сооружений представляет тепловое излучение от очага пожара.

При проектировании зданий необходимо предусмотреть безопасную эвакуацию людей на случай возникновения пожара. При возникновении пожара люди должны покинуть здание в течение минимального времени, которое определяется кратчайшим расстоянием от места их нахождения до выхода наружу. Число эвакуационных выходов из зданий, помещений и с каждого этажа зданий определяется расчетом, но должно составлять не менее двух. Эвакуационные выходы должны располагаться рассредоточено. При этом лифты и другие механические средства транспортирования людей при расчетах не учитывают.

С помощью противопожарных преград можно в пределах одного здания или сооружения изолировать пожароопасные помещения от других, тем самым не допустить распространения огня. К противопожарным преградам относят стены, перегородки, перекрытия, двери, ворота, люки, тамбур-шлюзы и окна. Противопожарные стены должны быть выполнены из несгораемых материалов, иметь предел огнестойкости не менее 2.5 часов и опираться на фундаменты. Противопожарные стены рассчитывают на устойчивость с учетом возможности одностороннего обрушения перекрытий и других конструкций при пожаре. Противопожарные двери, окна и ворота в противопожарных стенах должны иметь предел огнестойкости не менее 1-2 часа, а противопожарные перекрытия не менее 1 часа. Такие перекрытия не должны иметь проемов и отверстий, через которые могут проникать продукты горения при пожаре.

Для каждого объекта устанавливается определенный противопожарный режим – совокупность мер и требований пожарной безопасности, установленных для объекта и подлежащих обязательному выполнению всеми работниками данного объекта. Он определен правилами, инструкциями, приказами и распоряжениями руководителя предприятия [4].

Согласно Правилам пожарной безопасности, на каждом предприятии приказом (инструкцией) должен быть установлен соответствующий их пожарной опасности противопожарный режим в том числе:

- определены и оборудованы места для курения;
- определены места и допустимое количество единовременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ;
- порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы;
- действия работников при обнаружении пожара [5,6].

Одно из перспективных направлений, обеспечивающих пожарную безопасность объектов, – установка противопожарной автоматики – спринклерных и дренчерных установок. Спринклерные установки предназначены для быстрого автоматического тушения и локализации очага пожара, когда в качестве огнегасящего вещества можно использовать воду. Одновременно с подачей распыленной воды на очаг пожара система автоматически подает сигнал о пожаре. Наибольшее число пожаров на предприятиях связано с нарушением правил эксплуатации электротехнических установок и устройств. В большинстве случаев пожары возникают в результате коротких замыканий в электрических цепях, перегрузок

проводов и электрических машин токами, на которые они не рассчитаны, искрообразования. Важным условием обеспечения пожарной безопасности электротехнических установок является правильный выбор электрооборудования в зависимости от среды помещения, в которой оно должно эксплуатироваться.

Современные системы противопожарной защиты (СИЗ) представляют собой комплекс технических средств и систем, а также мероприятий, призванных предотвратить возникновение пожара, а в случае возгорания защитить жизнь и здоровье людей и свести причиненный ущерб к минимуму. Согласно нормативным документам в систему противопожарной защиты входят автоматическая пожарная сигнализация, оповещение о пожаре и управление эвакуацией людей, автоматическое объемное и спринклерное пожаротушение, внутренний противопожарный водопровод, автоматическое дымоудаление и подпор воздуха, средства индивидуальной и коллективной защиты и т. д. [7,8,9,10].

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Анализ производственного травматизма на сельскохозяйственных предприятиях Кировской области / П. Н. Солонщиков, О. В. Солонщикова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 192-194. – EDN XQXRFP.
2. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
3. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
4. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.
5. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.
6. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. Установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке: заявл. 26.05.2025: опубл. 24.11.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, В. Е. Саитов, А. В. Шевченко; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
7. Патент № 2836811 C1 Российская Федерация, МПК B01F 23/50, A01J 11/00. Установка для приготовления жидких кормовых смесей : заявл. 19.04.2024 : опубл. 24.03.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".

УДК 005.8:633

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ МТА

Маренин И. А. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена методика нахождения оптимальных сроков посева многолетних трав и зерновых культур методом сетевого планирования который позволяет определить наиболее напряженные, так называемые «критические» работы, вычислить резервы ненапряженных работ, рационально распределить трудовые и материальные ресурсы для достижения намеченной цели в кратчайшее время с минимальными затратами.

Ключевые слова: посев, сетевой график, рациональные сроки, многолетние травы, зерновые культуры

При проведении сельскохозяйственных работ на сроки их выполнения влияют различные факторы: непогода, отсутствие ГСМ, технологические простои, поломки МТА и другие. Наиболее главными из них влияющими на сроки проведения - является поломки МТА. Это влечет за собой пересмотр составленного графика выполнения необходимого перечня работ [1].

Этот вопрос необходимо решать в очень короткие сроки и при этом найти наиболее оптимальный вариант. В этом случае предлагается использовать метод сетевого планирования, который позволяет рассчитать временные характеристики событий и работ для сетевой модели, которая представляет собой сетевой график. Сетевой график - это графическое изображение процессов, выполнение которых необходимо для достижения поставленной цели. Он может включать все мельчайшие детали комплекса работ или только общие контуры основных работ. Анализ и расчет сетевого графика позволяют установить наиболее напряженные, так называемые «критические» работы, вычислить резервы ненапряженных работ, рационально распределить трудовые и материальные ресурсы для достижения намеченной цели в кратчайшее время с минимальными затратами. Каждый сетевой график представляет собой сеть, состоящую из узлов (вершин) и соединяющих их ориентированных дуг. Узлы графика называются событиями, а соединяющие их ориентированные дуги - работами. Каждому событию приписывают определенный номер i, а работу, соединяющую события, обозначают индексом (ij). Каждая работа (ij) характеризуется своей длительностью t(ij). То есть, другими словами сетевой график связывает между собой события и работы, а использование сетевой модели позволяет быстро рассчитать критический путь, то есть наиболее продолжительный по времени путь выполнения работы. Это особенно важно знать, так как на проведение сельскохозяйственных работ как было сказано выше, большое влияние оказывают случайные факторы [2].

Рассмотрим определение рациональных сроков выполнения посева многолетних трав и зерновых культур методом сетевого планирования при полосном способе с использованием дернинных сеялок [3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14].

К основным показателям сетевого графика относятся:

- продолжительность критического пути, которая определяет общее время, необходимое для выполнения всего комплекса работ и достижения поставленной задачи;
- самые ранние сроки свершения событий, характеризующие наиболее ранние из всевозможных сроков свершения событий;
- самые поздние сроки свершения событий в предположении, что установленный срок свершения завершающего события будет обеспечен;
- резерв времени наступления событий, который равен разности между самым поздним и самым ранним сроками свершения событий;
- самые ранние сроки окончания работ;

- самые поздние сроки начала работ в предположении, что установленный срок свершения завершающего события не будет нарушен;

- общий или полный резерв времени работы, на который можно переместить начало данной работы и который показывает время увеличения ее продолжительности при условии, что длина максимального пути, проходящего через нее, не превысит длину критического пути.

Следует иметь в виду, что при полном использовании общего резерва времени работы она превращается в напряженную (критическую). Для каждого i-го события производится расчет основных временных характеристик.

1. Самый ранний срок свершения события определяется величиной пути максимальной продолжительности, ведущего к нему от исходного события

$$T_j^{\,p} = \max\{T_j^{\,p} + t_{ij}\} \quad (1)$$

где $T_j^{\,p}$ - ранний срок наступления j-го события, то есть минимальный из всех возможных;

t_{ij} - время выполнения работы между событиями i и j.

2. Самый поздний срок наступления события определяется величиной пути минимальной продолжительности, ведущего к нему от завершающего события

$$T_i^{\,п} = \max\{T_i^{\,п} + t_{ij}\} \quad (2)$$

где $T_i^{\,п}$ - поздний срок наступления события.

3. Резерв времени наступления события

$$R_i = T_i^{\,п} + T_j^{\,p} \quad (3)$$

4. Самый ранний срок окончания работы

$$t_{p(ij)} = t_{p(i)} - t_{ij} \quad (4)$$

5. Самый поздний срок начала работы

$$t_{п(ij)} = t_{p(j)} + t_{ij} \quad (5)$$

6. Полный резерв времени работы

$$P_{n(ij)} = t_{п(j)} - [t_{p(i)} + t_{ij}] \quad (6)$$

Для каждой работы (i, j) производят расчет следующих шести временных характеристик:

t_{ij}^{ph} - ранний срок начала работы;

t_{ij}^{po} - ранний срок окончания работы;

t_{ij}^{no} - поздний срок окончания работы;

t_{ij}^{nh} - поздний срок начала работы;

t_{ij}^{n} - полный резерв времени работы;

t_{ij}^{c} - свободный резерв времени работы.

Критический путь между работами это путь когда выполняется следующее условие:

$$r_{ij}^{c} = r_{ij}^{n}. \quad (7)$$

Из сетевого графика рассчитывается время критического пути. Зная критический путь нам легко перераспределить МТА при внезапном отказе одного из них с учетом резерва времени.

Литература

1. Гущина, В. А. Сетевое планирование весенне-полевых работ в растениеводстве / В. А. Гущина, Т. В. Харитонова // Нива Поволжья. – 2014. – № 3 (32). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/setevoe-planirovanie-vesenne-polevyh-rabot-v-rastenievodstve (дата обращения: 25.02.2020).

2. Курбанов, Р. Ф. Совершенствование способа и технического средства многокомпонентного полосного посева семян трав в дернину : монография / Р. Ф. Курбанов,

А. В. Созонтов. – Киров : Вятская ГСХА, 2012. – 95 с.
3. Курбанов, Р. Ф. Эффективность технологии многокомпонентного полосного посева многолетних трав в дернину / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 3 (19). – С. 40-44.
4. Курбанов, Р. Ф. Совершенствование конструкционно-технологической схемы дернинной сеялки / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, А. Н. Морозов // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 9. – С. 19-21.
5. Курбанов, Р. Ф. Многокомпонентный полосной посев – залог долголетия травостоя выродившихся пастбищ / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Г. В. Широков // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – № 4. – С. 35-37.
6. Курбанов, Р. Ф. Инновационные технологии и средства улучшения естественных и культурных травостоев : учебное пособие по дисциплине «Инновационные технологии в механизации растениеводства» для подготовки магистров по направлению 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, А. В. Созонтов. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – 73 с.
7. Новицкий, Н. И. Сетевое планирование и управление производством : учебно-практическое пособие / Н. И. Новицкий. – Москва : Новое знание, 2004. – 159 с.
8. Патент № 2388205 Российская Федерация, МПК A01C 7/00 (2006.01). Способ возделывания трав: № 2008115064/12: заявл. 16.04.2008: опубл. 10.05.2010 / Кормщиков А.Д., Курбанов Р.Ф., Фигурин В.А., Созонтов А.В., Широков Г.В.; заявитель ФГОУ ВПО ВГСХА. – 7 с.: ил.
9. Патент № 2400040 Российская Федерация, МПК A01C 7/00 (2006.01), A01B 49/06 (2006.01), A01B 33/10 (2006.01). Сеялка для полосного посева трав в дернину: № 2009109516/12: заявл. 16.03.2009: опубл. 27.09.2010 / Кормщиков А.Д., Курбанов Р.Ф., Созонтов А.В., Широков Г.В., Морозов А.Н.; заявитель ФГОУ ВПО ВГСХА. – 8 с.: ил.
10. Патент № 2403696 Российская Федерация, МПК A01C 7/00 (2006.01). Сеялка дернинная: № 2009109471/12: заявл. 16.03.2009: опубл. 20.11.2010 / Кормщиков А.Д., Курбанов Р.Ф., Лукин И.Д., Созонтов А.В., Широков Г.В.; заявитель ФГОУ ВПО ВГСХА. – 6 с.: ил.
11. Патент № 2453095 Российская Федерация, МПК A01C 7/00 (2006.01), A01B 49/06 (2006.01). Сеялка полосного посева: № 2010125386/13: заявл. 21.06.2010: опубл. 20.06.2012 / Курбанов Р.Ф., Созонтов А.В., Широков Г.В., Морозов А.Н.; заявитель ФГОУ ВПО ВГСХА. – 8 с.: ил.
12. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.
13. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.
14. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики :материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 631.3:005.934.4

ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Маренин И. А. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Одним из условий эффективной эксплуатации МТА является получение достоверной информации о его эксплуатационных показателях: производительности, расходу топлива, степени загрузки двигателя, величине буксования и т.д. То есть необходима система, информирующая механизатора о работе МТА в целом и отдельных его систем, позволяющая правильно оценить ситуацию и принять адекватное решение по выбору режима эксплуатации. В статье рассмотрены основные методы контроля выполнения сельскохозяйственных работ машинно-тракторными агрегатами.

Ключевые слова: МТА, производственный процесс, технический сервис, субъективные методы, объективные методы, контроль работы МТА

Из технико-эксплуатационных факторов важнейшее значение имеет техническое состояние тракторного парка, так как он является основой для выбора и комплектования шлейфа машин и систем технического контроля за работой МТА в целом. Тракторный парк, как отмечалось ранее, является основой для функционирования всех отраслей аграрного производства.

В начале 70-х годов прошлого века наша страна вышла на первое место в мире по производству сельскохозяйственных тракторов. Ежегодный прирост тракторного парка, с учетом естественного списания, составлял 200–250 тысяч единиц. Так, в 1986 году тракторный парк насчитывал 2 миллиона 650 тысяч единиц, но и этого количества было недостаточно для своевременного и качественного выполнения сельскохозяйственных операций в полном объеме. Нагрузка на 1 трактор составляла около 100 гектаров пашни, при нормативе 50–60 гектаров. В 1986 году производство тракторов достигло 560 тысяч, что составляло 40 % от мирового выпуска. При таком уровне производства дефицит тракторного парка через 5–6 лет был бы полностью ликвидирован [1].

Однако начавшаяся перестройка, а затем затянувшиеся негативные явления в промышленности и экономике страны в значительной степени отразились на материально-техническом обеспечении АПК. За период с 1985 по 2012 год парк тракторов сократился на 72,2 %, комбайнов на 73,7 %. В настоящее время в стране не осталось ни одного тракторного завода, способного к серийному производству техники, что привело к катастрофическому сокращению и старению тракторного парка. Так, в 2010 году в стране было произведено 8,5 тысячи тракторов, из них 6,3 тысячи собраны из зарубежных узлов и агрегатов [2]. Численность тракторного парка составляла 338,4 тысячи единиц, что ниже, чем в 1940 году.

Ежегодное сокращение числа тракторов, работающих в аграрном секторе, составляет 6 %, при коэффициенте обновления 3,6 %. Минимально допустимое значение коэффициента, необходимое для поддержания имеющейся численности тракторного парка, соответствует 10 %. Все это привело к тому, что 83,2 % тракторов эксплуатируются более 9 лет [3].

Несмотря на то, что за период с 1995 по 2011 год посевные площади сократились на 25,9 миллиона гектаров, обеспеченность тракторами на 1 гектар пашни снизилась в два раза и составляет 238 гектаров. Масштабы материального разрушения в АПК особенно ощутимы при сопоставлении с другими странами. Так, в германии на один трактор приходится 34 гектара пашни, во Франции 14, в Италии 5, и энергообеспечение сельскохозяйственного производства непрерывно растет [4].

Ставка на импортозамещение сельскохозяйственной техники в реальности оказалась утопией. Так, только на закупку тракторов в 2013 году было затрачено выше 150 миллиардов

долларов США, но они в ближайшее время, в связи с введением санкций и отсутствием технического сопровождения, превратятся в дорогостоящий утиль.

Актуальной проблемой сельскохозяйственного производства является старение и как следствие физический износ тракторного парка. Старение тракторного парка неизбежно приводит к уменьшению производительности МТА и увеличению расхода топлива за счет потери мощности двигателя, падения КПД трансмиссии и надежности трактора в целом.

В ряде работ [3,5] отмечается, что в результате естественного износа механизмов двигателя и нарушения регулировок трактор теряет от 3 до 20 % эффективной мощности. При этом 64,3 % двигателей ЯМЗ-240Б (трактор К-701) работают с заниженной мощностью: 20 % из них со снижением мощности на 5 %, 10 % – более чем на 10 %, 13 % – на 14–15% и 20 % – от 16 до 30 %.

По результатам исследований [5,6], падение мощности двигателя на 1 % приводит к снижению производительности на вспашке на 1,4–1,5 % и увеличению расхода топлива на 1,3–1,35 %. Таким образом, 13% тракторов имеют средний перерасход топлива 16,9 %, а 31,2 % при снижении производительности на 18,2 и 32,2 % соответственно.

Немаловажное значение имеет качественное и своевременное проведение технического обслуживания. Так, несоблюдение требуемого давления в шинах трактора К-701, особенно на ранневесенних работах, приводит к снижению производительности на 12–15 % и увеличению расхода топлива на 8–12 % [6].

Износ тракторного парка в совокупности с низкой квалификацией механизаторов является причиной неэффективного использования техники и повышенного расхода топлива при эксплуатации МТА.

Одним из условий эффективной эксплуатации МТА является получение достоверной информации о его эксплуатационных показателях: производительности, расходу топлива, степени загрузки двигателя, величине буксования и т.д. То есть необходима система, информирующая механизатора о работе МТА в целом и отдельных его систем, позволяющая правильно оценить ситуацию и принять адекватное решение по выбору режима эксплуатации.

Существующие методы эксплуатационного контроля работы МТА (рисунок 1) можно разделить на две группы: субъективные и объективные.

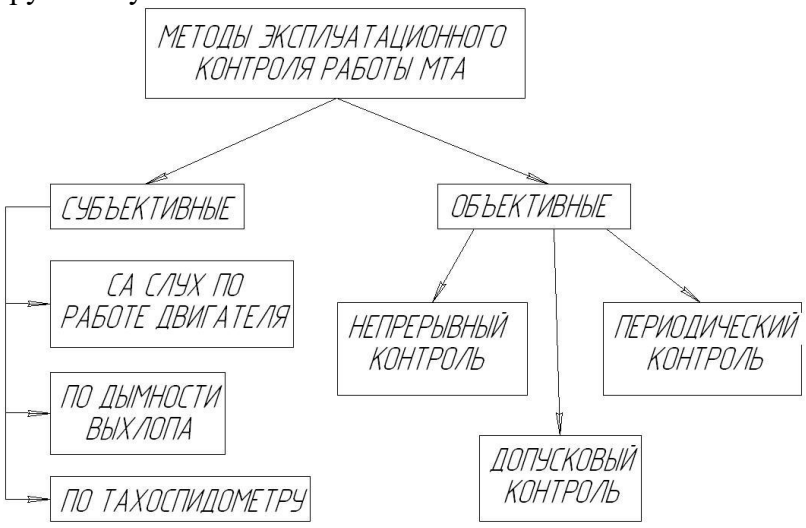


Рисунок 1 – Методы эксплуатационного контроля МТА

Субъективные методы эксплуатационного контроля, такие, как определение загрузки трактора на слух по работе двигателя; по дымности выхлопа и по тахоспидометру, являются весьма условными, так как не учитывают многие эксплуатационные и конструктивные факторы, например: наличие шумоизоляции кабины и турбонаддува двигателя, и точность оценки ситуации определяется, в основном, опытом и квалификацией механизатора.

Объективные методы контроля подразделяются по его характеру на методы непрерывного действия, периодического и допускового. Метод непрерывного контроля позволяет

получать текущую информацию о контролируемом параметре. Метод периодического контроля только через определенные интервалы времени 3–5 сек и используется в основном в системах допускового контроля и информирует механизатора о нахождении контролируемого параметра в установленных пределах или выходе из них. Информация о режиме работы обычно представляется в виде световых сигналов: желтый – недогрузка, красный – перегрузка, зеленый – норма или звуковых.

Для определения эффективности эксплуатации в качестве оценочных критериев чаще всего используются: эффективная мощность двигателя и расход топлива.

Литература

1. Лялякин, В. П. Об инновационных ресурсосберегающих центрах восстановления и упрочнения деталей / В. П. Лялякин, С. А. Горячев // Техник и оборудование для села. – 2011. – № 10. – С. 14-16.
2. Саитов, В. Е. Состояние и перспективы развития инженерно-технической службы предприятий АПК / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 6-1. – С. 70-74.
3. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.
4. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.
5. Фуфачев, В. С. Расчет оптимального состава численности рабочих инженерно-технической службы по эксплуатации машин в АПК / В. С. Фуфачев, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 231-235.
6. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 621.793

ЭТАПЫ ОБРАЗОВАНИЯ АНОДНЫХ ПЛЕНОК ПРИ МИКРОДУГОВОМ ОКСИДИРОВАНИИ АЛЮМИНИЯ

Мартынов М. И. – обучающийся 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены основные этапы формирования анодных пленок в процессе микродугового оксидирования.

Ключевые слова: микродуговое оксидирование, оанодные пленки, пористость

В последнее время в связи с повышением удельной мощности современных двигателей внутреннего сгорания и возрастанием нагрузки на цилиндропоршневую группу остро встал вопрос о повышении надежности поршневых алюминиевых сплавов [1]. Кроме того, все больше транспортных средств переводится на альтернативные виды топлива, а при работе тепловых двигателей на таких топлива на альтернативных топливах на поршень действуют более высокие механические (давление газов, силы инерции) и тепловые нагрузки, чем при работе на дизельном топливе [2]. Ввиду высоких температур поверхности днища поршня, достигающих обычно более 300ºС, прочность материала поршня снижается, что может привести к образованию в нем трещин [3].

Одним из наиболее эффективных и перспективных методов упрочнения поверхности днища поршня является технология электрического осаждения на поверхности электрохимических покрытий на основе различных композиций. Такой метод осаждения состоит в том, что из гальванической ванны на поверхность днища поршня осаждаются неметаллические включения: бориды, сульфиды, карбиды, оксиды, и т.д. Включения таких материалов в основное покрытии существенно изменяет его основные свойства, увеличивая тепло- и износостойкость [4]. Основной недостаток данных электрохимических покрытий - низкая производительность и токсичность токсичность технологических процессов.

Образование пористой анодной оксидной пленки при МДО можно осуществить при постоянном напряжении. Кинетика процесса будет характеризоваться изменением плотности ионного тока i_u в зависимости от времени **t.**

В начальный период времени происходит снижение плотности ионного тока i_u, а затем он возрастает по определенного постоянного значения. Подобный характер изменения достаточно специфичен и характерен только для образования пористой пленки. Исследования показали, что изменение морфологических особенностей пленочного покрытия связано с изменением плотности ионного тока. Данная зависимость представлена на рисунке 1.

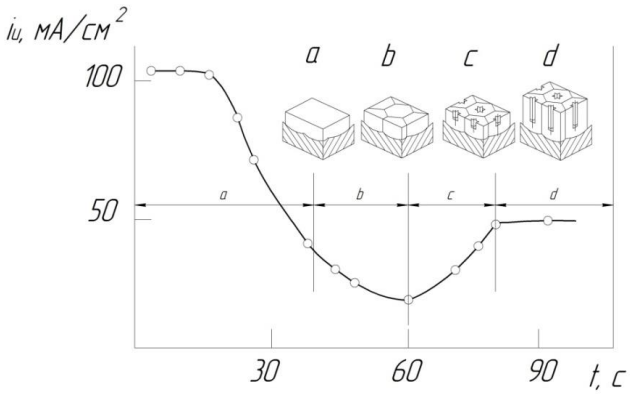


Рисунок 1 - Изменение плотности тока при микродуговом оксидировании в 3%-ом водном растворе серной кислоты при 45ºС (анодный потенциал Ua=30В).

В области падения плотности тока (a) начинает образовываться пленка барьерного типа. Образование происходит достаточно быстрыми темпами. В области (b) поверхность

вновь образованной пленки становится более волнистой, начинается формирование отдельных ячеек. В области (c), с возрастанием плотности ионного тока, начинают формироваться отдельные поры, условный диаметр которых колеблется в пределах 2…4 нм. Отдельные поры могут достигать условного диаметра до 25 нм. В зоне постоянства плотности ионного тока **(**d) исходная структура сохраняется, но толщина образованной пористой пленки возрастает. На основе анализа кинетики роста отдельных ячеек и морфологии пленочных покрытий предлагается следующая качественная модель образования и развития процессов роста и растворения оксидных пленок [9].

В начальный момент времени на стадии (a) скорость образования анодной оксидной пленки при МДО достаточно большая. Это объясняется малой толщиной пленки и большой плотностью ионного тока. Из-за повышенных значений напряженности магнитного поля в слое раствора происходит ускорение разложения H_2SO_4 с выделением анионов SO_4^{2-}. Эти анионы вступают в реакцию с локально мигрирующими катионами Al^{3+}. В этом случае происходит образование комплексных ионов $Al(SO_4^{2-})_3^{3-}$, которые впоследствии переходят в раствор. На этой стадии растворение происходит достаточно легко. Именно поэтому ионы SO_4^{2-} не попадают в оксидную пленку в виде исходных компонентов. при приближении к стадии (b) барьерный слой увеличивается, электрическое поле ослабевает и снижается плотность ионного тока. Это облегчает попадание ионов SO_4^{2-} в пленку. На стадии (c) электрическое поле еще более ослабевает и вместе с SO_4^{2-} в наружный слой оксидной пленки начинают попадать ионы водорода H^+. В этом случае растворение происходит только на дне пор, где напряженность электрического поля сохраняет свое значение. Увеличение тока на стадии (c) связано с образованием полусферической формы дна пор и с увеличением площади поверхности поры. Вследствие этого толщина барьерного слоя немного уменьшается по сравнению со стадией (b) [10].

Подобная кинетическая зависимость тока сохраняется практически во всех порообразующих электролитах: здесь всегда наблюдается спад анодного тока, а впоследствии происходит подъем к определенному постоянному значению.

Анализируя кинетику можно отметить, что в процессе роста пористой оксидной пленки, после того как происходит зарождение пор и толщина барьерного слоя стабилизируется, микродуговое оксидирование сводится к увеличению толщины пористой части оксида. Толщина пористой части сначала увеличивается линейно, а затем происходит ее насыщение. Эта зависимость объясняется тем, что с течением времени происходит удлинение пор, и перегородки между ними становятся тоньше за счет химического растворения оксида.

Скорость химического растворения оксида гораздо ниже скорости электрохимического растворения. Если температура водного раствора электролита достаточно высокая, а длительность процесса микродугового оксидирования существенная, то за счет химических реакций растворения к моменту окончания процесса стенки полученных пор теряют механическую прочность и осыпаются. Понижая агрессивность электролита, можно повысить толщину пористого слоя [11-13].

Проведя комплексный анализ кинетики микродугового оксидирования, уже по виду графических зависимостей плотности тока и анодного потенциала, можно оценить все морфологические особенности получаемой оксидной пленки. Но, несмотря на однозначность выводов, четкая интерпретация затруднительна, так как в процессе микродугового оксидирования одновременно происходят несколько химических и физических процессов: окисление основного металла, рост и растворение оксидов, изменение линейных размеров пор. Следует отметить, что практически все проведенные исследования морфологии пористых оксидных пленок посвящены изучению строения пленок только на стадии стационарного роста пор [14-21].

Литература

1. Скрябин, М. Л. Этапы формирования пористых структур при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов / М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Ползуновский вестник. – 2017. – № 4. – С. 192-196.
2. Скрябин, М. Л. Практические результаты поверхностного упрочнения днища поршня методом микродугового оксидирования / М. Л. Скрябин // Ползуновский вестник. – 2018. – № 1. – С. 153-157.
3. Регулировочные характеристики дизеля при работе на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин, А. Е. Торопов // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 11. – С. 3-9.
4. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
5. Повышение жаропрочности поршневых алюминиевых сплавов дизельных двигателей / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Строительные и дорожные машины. – 2018. – № 2. – С. 40-46.
6. Скрябин, М. Л. Особенности физико-геометрической модели образования пористых структур оксидных пленок при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов / М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Информационно-технологический вестник. – 2017. – № 4. – С. 200-207.
7. Скрябин, М. Л. Расчет констант скорости реакций термической диссоциации при сгорании углеводородных топлив в цилиндре дизеля / М. Л. Скрябин // Общество, наука, инновации (НПК – 2015). Общеуниверситетская секция, БФ, ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ : сборник материалов. – Киров : Вятский государственный университет, 2015. – С. 983-987.
8. Скрябин, М. Л. Условия формирования нанопористых структур оксидных пленок при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов / М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2018. – № 3. – С. 124-127.
9. Скоростные характеристики автомобильного дизеля при работе на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин, А. Е. Торопов // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2017. – № 4 (34). – С. 39-45.
10. Скрябин, М. Л. Особенности выбора современных материалов для поршневой группы при работе дизеля на альтернативных видах топлива / М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука–Технология–Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – С.279-285.
11. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Скрябин Максим Леонидович. – Санкт-Петербург, 2009. – 18 с.
12. Скрябин, М. Л. Показатели сажесодержания дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи в зависимости от угла поворота коленчатого вала / М. Л. Скрябин, А. С. Юрлов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения : сборник научных трудов. – Йошкар-Ола, 2016. – С. 294-596.
13. Лопатин, О. П. Влияние присадок и физико-химических характеристик горючей смеси на процесс образования оксидов азота / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 203-210.

14. Лиханов, В. А. Перевод дизеля Д-245.7 на природный газ / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы III Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – С. 49-51.
15. Скрябин, М. Л. Влияние энергии разрыва простой химической связи на константы скорости реакции термической диссоциации / М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев // Общество, наука, инновации (НПК – 2015). Общеуниверситетская секция, БФ, ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ : сборник материалов. – Киров : Вятский государственный университет, 2015. – С. 977-982.
16. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2(292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
17. Скрябин, М. Л. Этапы формирования пористых структур при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов / М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Ползуновский вестник. – 2017. – № 4. – С. 192-196.
18. Регулировочные характеристики дизеля при работе на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин, А. Е. Торопов // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 11. – С. 3-9.
19. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
20. Повышение жаропрочности поршневых алюминиевых сплавов дизельных двигателей / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Строительные и дорожные машины. – 2018. – № 2. – С. 40-46.
21. Скрябин, М. Л. Особенности физико-геометрической модели образования пористых структур оксидных пленок при микродуговом оксидировании поршневых алюминиевых сплавов / М. Л. Скрябин, И. Н. Смехова // Информационно-технологический вестник. – 2017. – № 4. – С. 200-207.

УДК 331.45

ОБЗОР ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ТРУДА ДЛЯ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ

Мартюшев А. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются особенности труда несовершеннолетних в России. Прав несовершеннолетних и работодателей при заключение трудового договора, также примечания к использованию труду несовершеннолетних и их ограничения в работе.

Ключевые слова: ограничения по привлечению труда несовершеннолетнего, рабочий процесс, увольнение, трудовой договор, медицинский осмотр, трудовые отношения, охрана труда несовершеннолетних, оплата труда, увольнение, прием на работу, отпуск, возраст

Защита прав лиц, которые являются несовершеннолетними, в Российской Федерации находится на государственном контроле. Это в полной мере распространяется и на сферу труда лиц, не достигших восемнадцатилетнего возраста. Труд несовершеннолетних урегулирован особым разделом Трудового кодекса – главой 42, которая посвящена организации работы сотрудников, не достигших восемнадцати лет.

Ограничения по привлечению работе. Некоторые виды работ сотрудников младше 18-летнего возраста принимать запрещено. Список таких работ определен статьей 265 ТК РФ. Он включает:

- работы во вредных или опасных условиях труда, включая подземные или связанные с подъемом и переноской тяжелых грузов. Предельно допустимые нормы веса таких грузов определены дополнительным нормативным документом – постановлением Минтруда РФ от 07.04.1999 N 7;
- работы, выполняемые вахтовым методом;
- работы, выполняемые на условиях совместительства;
- работы, которые могут отрицательно повлиять на становление личности и морально-этическое состояние сотрудника, включая те, которые связаны с организацией игорного бизнеса, торговлей спиртным, табачными продуктами, наркотиками и прочим.

В дополнение к этим нормам такие работники не могут привлекаться к работе в ночное время, выходные и праздники, а также направлены в командировки. Это значит, что рабочая деятельность таких сотрудников должна начинаться не ранее 6 часов, а заканчиваться – не позднее 22 часов, чтобы гарантировать нормальный сон и развитие человека.

Трудоустройство. Согласно ст. 63 ТК РФ минимальный возраст, с которого разрешается привлечение подростков к работе, составляет 14 лет. Нужно учитывать, что в этом возрасте для оформления на работу потребуется согласие родителей или опекунов. С пятнадцати лет такое согласие уже не потребуется, но работа не должна причинять вред несовершеннолетнему, а также мешать учебному процессу, если он еще учится. С шестнадцати лет для заключения трудового договора потребуется соблюсти общие ограничения, установленные законодательством при трудоустройстве сотрудников, являющихся несовершеннолетними. В соответствии со статьей 266 перед приемом подростка на работу работодателю придется за свой счет организовать и провести для него медицинский осмотр, чтобы убедиться, что у него нет медицинских противопоказаний к выполнению тех обязанностей, которые собираются на него возложить. В дальнейшем такой осмотр проводится для них ежегодно до достижения восемнадцати лет – также за счет работодателя. Поскольку в таких обстоятельствах часто возникает ситуация, что это место работы становится первым для сотрудника, не достигшего 18-летнего возраста, работодатель обязан будет оформить для него трудовую книжку, а также свидетельство о постановке на учет в системе государственного пенсионного страхования, если оно не было оформлено ранее [1,5].

Заключение трудового договора. По достижении возраста 15 лет работодатель вправе заключать трудовой договор с работником, если он поступает на работу для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда здоровью в одном из следующих случаев:

- после получения общего образования (окончания учебного заведения);
- в свободное от учебы время при получении общего образования;
- во время каникул в период обучения в общеобразовательных учебных заведениях или средних профессиональных учебных заведениях;

По достижении возраста 14 лет с работником может быть заключен трудовой договор для выполнения легкого труда при наличии одновременно следующих условий:

- согласия одного из родителей (попечителя), согласия органа опеки и попечительства;
- работа производится в свободное от учебы время, - работа не приносит ущерба в освоении образовательной программы;
- работа не причиняет вреда здоровью;

Возможно заключение трудового договора с работником, не достигшим возраста 14 лет, при наличии одновременно следующих условий: работа в определенных сфере, в которых допускается работа малолетних - организации кинематографии, театры, театральные и концертные организации, цирки. Работа заключается в участии в создании и (или) экспонировании произведений. Кроме того, возможна работа в качестве спортсмена.

- согласие одного из родителей (опекуна);
- разрешение органа опеки и попечительства;
- работа не приносит ущерба здоровью;
- работа не приносит ущерба нравственному развитию работника [2].

Организация рабочего процесса. Несовершеннолетние лица также должны соблюдать определенные ограничения по продолжительности их рабочего дня, связанные с возрастом. Согласно статье 94 ТК РФ максимальная продолжительность рабочей смены для них устанавливается в зависимости от их возраста, а также характера вовлеченности в учебный процесс:

- работники в возрасте от 14 до 16 лет, которые совмещают работу с учебой в школе или учреждении среднего профессионального образования, могут трудиться максимум 2,5 часа;
- лица от 16 до 18 лет, которые совмещают учебу с работой, – 4 часа;
- остальные работники в возрасте от 14 до 15 лет, включая тех, которые учатся в школе или получают среднее профессиональное образование, но при этом находятся на каникулах – 4 часа;
- остальные сотрудники от 15 до 16 лет – 5 часов;
- остальные работники от 16 до 18 лет – 7 часов;

При этом в соответствии со статьей 270 ТК РФ нормы выработки для этих работников понижаются пропорционально сокращению их рабочего времени в сравнении с нормальной продолжительностью рабочей смены или недели [1,5,6,7,8,9,10,11].

Организация отпусков. Работодатель обязан предоставить несовершеннолетнему работнику ежегодный оплачиваемый отпуск продолжительностью 31 календарный день (ст. 267 ТК РФ) в удобное для работника время. Работодателю запрещается:

- не предоставлять ежегодный оплачиваемый отпуск (ч. 4 ст. 124 ТК РФ);
- отзывать сотрудника из отпуска (ч. 3 ст. 125 ТК РФ);
- Заменять отпуск денежной компенсацией (ч. 3 ст. 126 ТК РФ);

Также несовершеннолетний сотрудник может взять ежегодный оплачиваемый отпуск до истечения шести месяцев непрерывной работы. Работодатель не в праве ему отказать – закон всецело на стороне несовершеннолетнего работника (ст. 122 ТК РФ). Если подросток сам обращается к работодателю с просьбой о замене части дней отдыха денежной выплатой, идти ему навстречу нельзя – речь идёт о прямом нарушении трудового

законодательства. Исключением является выплата компенсации за неиспользованный ежегодный отпуск несовершеннолетнего в момент прекращения трудового договора. [3,4,5]

Увольнение. Охрана труда несовершеннолетних лиц распространяется и на процесс увольнения из организации. Расторгнуть трудовой договор по собственной инициативе работник-подросток может в любой момент в соответствии со статьей 80 ТК РФ. А вот сделать то же работодателю будет несколько сложнее. В случаях, когда такое решение не связано с ликвидацией предприятия или прекращения работы индивидуальным предпринимателем, ему потребуется получить согласие комиссии, занимающейся несовершеннолетними сотрудниками, и государственной инспекции труда (ст. 81 ТК РФ) [1,5].

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Состояние вопроса о создании комфортных условий труда в процессе транспортировки персонала оперативно-выездных бригад / П. Н. Солонщиков, А. В. Владимиров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 184-186. – EDN RVDNWC.
2. Солонщиков, П. Н. Состояние вопроса о создании комфортных условий труда в процессе транспортировки персонала оперативно-выездных бригад / П. Н. Солонщиков, А. В. Владимиров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 184-186. – EDN RVDNWC.
3. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005. – DOI 10.1051/e3sconf/202447103005. – EDN BVTAWW.
4. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
5. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
6. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.
7. Кокорина, П. П. Социально-экологические аспекты влияния автотракторных двигателей на окружающую среду / П. П. Кокорина, А. В. Шевченко // Тепловые двигатели, автомобили и тракторы : материалы Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2021 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – С. 247-253.

УДК 631.36

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЗЕРНОСУШИЛОК

Мартюшев А. А. – обучающийся 3 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена возможность улучшения показателей послеуборочной обработки при использовании более эффективных мобильных элементов сушки и очистки зерна, обеспечивающих качественное выполнение необходимых операций.

Ключевые слова: КЗС, зерно, поточная линия, мобильная зерносушилка, сушка

На сегодняшний день основное количество зерна в России производится на типовых комплексах КЗС [1]. Большая часть оборудования комплексов устарело морально и материально.

Поэтому, совершенствование технологий, внедрение новых машин и оборудования при переработке продукции растениеводства актуальны в современных условиях.

Классически комплексы расположены вблизи от центральной усадьбы хозяйства.

Так, при наличии отдаленных от центральной усадьбы бригад, необходима как сушка, так и обработка зернового материала в непосредственной близости от места базирования [2, 3]. Тогда будет целесообразно применение мобильных средств очистки зерна, в некоторых случаях мобильных сушилок.

Из мобильных сушилок и машин очистки зернового материала в наше время формируются технологические линии и комплексы [4].

Среди элементов комплексов одно из значимых мест занимает перемещаемая сушилка, представляющая собой передвижную установку периодического действия, которая позволяет организовать сушку зерна без возведения стационарных комплексов [5, 6].

Их основные преимущества:

- мобильность — устройство устанавливается на транспортное средство, что позволяет перемещаться по полю и осуществлять сушку непосредственно на месте сбора урожая;

- универсальность — мобильные зерносушилки подходят для сушки различных видов зерновых и масличных культур;

- энергоэффективность — современные модели оснащены эффективными системами сушки, что позволяет снизить эксплуатационные расходы;

- простота в эксплуатации — обычно такие сушилки оснащены интуитивно понятной панелью управления.

Принцип работы: загрузка зерна в камеру, сушка и охлаждение, выгрузка зерна из камеры. Сушка осуществляется за счёт тепловой энергии, которая вырабатывается в процессе сжигания топлива или электрического нагрева. В зависимости от типа установки, печь может работать на газе, дизельном или твёрдом топливе [6].

Некоторые виды мобильных зерносушилок:

- По принципу движения воздуха. Бывают поперечного, одностороннего и смешанного потока.

- По конструкции. Например, бункерные (напоминают бочку), модульные, шахтного типа.

- По типу загрузки. Бывают порционными (циклическими) и поточными. Порционные устройства подходят для предприятий небольшой мощности, поточные — для агрокомплексов с высокой производительностью.

При выборе мобильной зерносушилки стоит учитывать следующие параметры:

- Объём планируемой сушки. Мобильные сушилки особенно эффективны для небольших хозяйств, где средние объёмы зерна — от 1000 до 2000 тонн. При больших

объёмах зерна, требующих сушки, стоит рассмотреть стационарную машину с более высокой производительностью.

- Размеры и ёмкость сушилки. Нужно выбрать наиболее подходящий размер и ёмкость для суточного объёма продукта сушки. Например, компактные зерносушилки небольших размеров ёмкостью около 6 тонн подходят для сушки зерновых культур в объёме до 80 тонн в день.

- Система привода и нагрева. Нужно определить тип привода (электрический привод, привод от трактора или двойной привод: и электрический, и от трактора) и систему сушки (прямой или косвенный огневой подогрев) на газовом или дизельном топливе.

- Условия транспортировки. Некоторые передвижные сушилки могут иметь критичные для транспортировки габариты.

Итак, выбор современных мобильных зерносушилок достаточно велик, производителями налажен выпуск следующих марок: MECMAR, ATM, Agrimec [5, 6] и другие разной производительности. Так линейка ATM содержит: от ATM-10 до ATM-75 (при сушке пшеницы от 45 до 450 т/сутки соответственно). Аналогично и у других изготовителей.

Один из относительно компактных и достаточно производительных вариантов - Agrimec AS 400 classic (рисунок 1).

Это один из вариантов маленьких из представителей передвижных зерносушилок Agrimec, позволяющий пропускать за сутки 56 тонн пшеницы (влажность 20% — 14%). Вес сушилки 2300 кг; мощность генератора 5,5 кВт; потребляемая мощность 16 кВт; объем бункера 9 м^3; мощность вентилятора (турбины) 25000 м^3/ч; требуемая мощность трактора 30 л. с.; длина рамы 6,16 м; время загрузки 10 мин.; время выгрузки 8 мин.; время охлаждения 45 мин [5].



Рисунок 1 – Мобильная зерносушилка Agrimec Agrimec AS 400 classic

Конструктивной особенностью зерносушилок Agrimec является установка горелок перед турбинами, что обеспечивает ряд преимуществ:

- всасывание турбинами нагретого воздуха во внутренние камеры;
- подача воздуха оптимальной температуры;
- высокая степень безопасности и простота эксплуатации оборудования;
- надежная работа горелок при минимальном расходе топлива.

Формирование технологических линий и комплексов для обслуживания отдаленных бригад может происходить по различным вариантам.

По мобильным средствам очистки зернового материала в настоящее время есть возможность выбора подходящего очистителя, а при необходимости и комплекса. В ходу самоходные сепараторы АЛМАЗ МС-20/10, СВС-25 и другие; комплексы серий МЗК, ПЗК, ОЗМ, Альфа MGC, МЗПК, и другие [4].

На сегодняшний день выбор составных элементов технологических линий и комплексов весьма обширен. Они определяют огромную составляющую всей сельскохозяйственной продукции [7-17], обеспечивается выполнение множества работ в агропромышленном комплексе [18-25].

Подбор оборудования линий и комплексов обусловлен многими факторами, в том числе: климатическими и особенностями рельефа региона, уровнем и состоянием машинно-тракторного парка хозяйства, наличием или отсутствием подготовленных кадров инженерно-технической службы, состоянием внутренней дорожной сети и степенью удаленности от основных областных либо краевых магистралей.

Литература

1. Сычугов, Ю. В. Модернизация объектов послеуборочной обработки зерна : монография / Ю. В. Сычугов. – Киров : Вятская ГСХА, 2015. – 188 с.

2. Шилин, В. В. Пути повышения эффективности очистки и погрузки зерна при транспортировке автомобильным транспортом на хранение / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение». – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – Вып. 18. – С. 304-307.

3. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции. Сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 277-279.

4. Шилин, В. В. Пути повышения эффективности технологии послеуборочной обработки зерна / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2020. – Вып. 20. – С. 111-116.

5. Зерносушилки. – URL: https://www.fsnpmachinery.ru/catalog/k-3405521-zernosushilki (дата обращения: 31.03.2026).

6. Что такое мобильная зерносушилка? – URL: https://milltrade.ru/stati/chto-takoe-mobilnaya-zernosushilka (дата обращения: 31.03.2026).

7. Бурков, А. И. Семейство высокоэффективных универсальных пневмосепараторов / А. И. Бурков, О. П. Рощин // Техника и оборудование для села. – 2008. – № 11. – С 16-18.

8. Жолобов, Н. В. Ресурсосберегающий пневмосепаратор / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов, К. В. Маишев // Сельский механизатор. – 2013. – № 6 (52). – С. 12-13.

9. Жолобов, Н. В. Сепаратор зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Сельский механизатор. – 2017. – № 10. – С. 20-21.

10. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.

11. Ресурсосберегающие технологии производства и послеуборочной обработки зерна : учебное пособие для лабораторных и практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 112 с.

12. Andreev, V.L. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V.L. Andreev, V.V. Shilin, V.V. Ilichev, T.S. Holodenina // BIO Web of Conferences, Vol. 42 (2022) 03009. doi:10.1051/bioconf/202242
13. Бурков, А. И. Разработка пневмосистемы для виброцентробежной машины МЗП-25/10 и ее использование при реконструкции семяочистительной линии / А. И. Бурков, В. Л. Андреев, В. В. Шилин // Inżynieria Systemow Bioagrotechnicznych: Zeszyt 2-3 (11-12). – Plock, 2003. – S. 147-157.
14. Шилин, В. В. Совершенствование семяочистительных линий типовых зерноочистительно-сушильных комплексов с использованием виброцентробежной машины первично-вторичной очистки семян МЗП-25/10 / В. В. Шилин // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 8. – С. 229-232.
15. Шилин, В. В. Сравнение эксплуатационных показателей при использовании отечественных и зарубежных тракторов / В. В. Шилин, И. П. Бессолицын // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 212-218.
16. Жолобов, Н. В. Пневмосепаратор зернового материала / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 4. – С. 13-16.
17. Жолобов, Н. В. Исследование рабочего процесса сепаратора зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 12. – С. 22-26.
18. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян / С. О. Лопатин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 142-144.
19. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
20. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
21. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
22. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
23. Шиврин, В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки / В. И. Шиврин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 294-297.
24. Шилин, В. В. Оптимизация эксплуатационных параметров дискового распределителя зерна для пневмосистемы с вертикальным кольцевым аспирационным каналом / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение». – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – Вып. 9. – С. 246-252.
25. Жолобов, Н. В. Датчик потерь зерна для пневмосепарирующих систем зерноочистительных машин / Н. В. Жолобов, К. В. Маишев // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 6. – С. 7-11.

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Машьянова С. Р. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена технологиям и средствам механизации, которые играют ключевую роль в процессе внесения твердых органических удобрений. Современные технологии не только облегчают труд сельскохозяйственных работников, но и обеспечивают более точное и равномерное распределение органического материала, максимизируя его пользу для растений и почвы и минимизируя потери питательных веществ.

Ключевые слова: твердые органические удобрения, физико-механические свойства удобрений, технологические схемы внесения, технические средства

В настоящее время перед сельским хозяйством стоит множество задач, одни из них -обеспечение продовольственной безопасности растущего населения планеты, минимизация негативного воздействия на окружающую среду, повышение рентабельности сельскохозяйственных предприятий. В этом контексте внесение твердых органических удобрений приобретает особую актуальность, предлагая пути к повышению плодородия почв, улучшению их структуры и снижению зависимости от минеральных удобрений. Однако, как и любая масштабная агрономическая практика, эффективное и рациональное применение органики требует соответствующей технологической базы [1-8].

Классификация твердых органических удобрений и их свойства:

Органические удобрения – это класс питательных веществ, получаемых из органических материалов растительного и животного происхождения. Они образуются из продуктов жизнедеятельности живых организмов, а также из остатков погибших растений и животных. К таким удобрениям относятся навоз, компост, торф, солома, сидераты и донные отложения водоемов (ил, сапропель). Питательные элементы, содержащиеся в них в форме сложных органических соединений, становятся доступными для растений постепенно. Этот процесс происходит по мере разложения микроорганизмами в почве (минерализации), что обеспечивает пролонгированное действие удобрений.

Навоз представляет собой смесь жидких и твердых экскрементов разных животных. В зависимости от способа содержания животных выделяют подстилочный и безподстилочный навоз. Навоз оказывает комплексное благотворное воздействие на почву, являясь источником азота, макро- и микроэлементов.

Птичий помет – это быстродействующее органическое удобрение. Различают подстилочный помет (образуется при содержании птицы на толстом слое подстилки), безподстилочный (получают при клеточном содержании) и сухой помет (сыпучее вещество, результат термической сушки жидкого помета). Химический состав помета зависит от вида птицы, рациона кормления и условий содержания. Его используют как припосевное удобрение, а также для корневых и внекорневых подкормок. В год внесения из помета усваивается до 50% азота, 20% фосфора и 70% калия.

Торф – это растительная масса, разложившаяся при условиях избыточного увлажнения и недостатка кислорода, характерных для болот. Виды и типы торфа различаются по своим удобрительным свойствам. В целом, торф богат азотом, но содержит мало фосфора и очень мало калия. Азот в торфе находится в труднодоступной для растений форме. Поэтому в чистом виде используют только низинный торф с высокой степенью разложения, богатый известью и фосфором, и только на легких почвах.

Сапропель – это органическое удобрение, представляющее собой донные отложения пресноводных водоемов. Его химический состав может варьировать даже в

пределах одного водоема. Сапропель применим на различных типах почв как основное и припосевное удобрение.

Компост – это разложившаяся смесь навоза с торфом, землей, растительными остатками и фосфоритной мукой. Высококачественный компост имеет однородную, темную, рассыпчатую структуру и влажность не более 75%.

Зеленые удобрения (сидераты) – это растения с обильной зеленой массой, которые выращивают с целью последующей запашки в почву для улучшения ее плодородия.

Вот некоторые свойства твёрдых органических удобрений:

- Медленное высвобождение питательных веществ. Это обеспечивает постоянный поток питательных веществ в течение долгого времени, что способствует здоровому росту корней.
- Улучшение воздухо- и водопроницаемости почвы. Это особенно важно для тяжёлых глинистых и песчаных почв.
- Выделение углекислого газа. Органические удобрения — источник углекислого газа, который насыщает почвенный воздух и приземный слой атмосферы.
- Улучшение состояния почвенной микрофлоры. Удобрения являются пищей для микроорганизмов.

Стоит помнить твёрдые органические удобрения нельзя просто разбрасывать по поверхности. Равномерно распределённые по поверхности почвы удобрения сразу (не более чем через 2 ч) должны быть заделаны в почву на требуемую глубину почвообрабатывающими орудиями общего назначения — плугами, лущильниками, дисковыми боронами и др.

Основные технологические схемы внесения твердых органических удобрений

Существуют различные методы внесения твердых органических удобрений. Прямоточный метод предполагает транспортировку удобрений из мест хранения (например, навозохранилищ или компостных площадок) непосредственно на поле с помощью тракторных прицепов-разбрасывателей. Удобрения сразу же распределяются и заделываются в почву без предварительного складирования в кучи. Этот способ экономически целесообразен при небольших расстояниях перевозки (до 8 км) и применяется преимущественно весной и осенью.

При перевалочном методе удобрения доставляются тракторами или самосвалами к полю, где они либо сразу распределяются низкорамными разбрасывателями, либо выгружаются в кучи на поле. Эти кучи располагаются на определенном расстоянии друг от друга (30–60 м) и затем разбрасываются роторными машинами. После равномерного распределения удобрения немедленно заделываются в почву.

Дифференцированное внесение подразумевает распределение удобрений не по усредненной норме, а с учетом фактического содержания питательных веществ на разных участках поля. Такой подход способствует выравниванию плодородия почвы и сокращению общего расхода удобрений.

Двухфазная технология включает разметку поля с учетом количества вносимых удобрений, грузоподъемности техники и ширины захвата. Затем удобрения распределяются по заранее размеченным кучам, а на втором этапе осуществляется их непосредственное внесение в почву.

Перегрузочный способ внесения отличается от перевалочного тем, что удобрения, доставленные на край поля, перегружаются из обычного транспорта в специализированную емкость распределителя. Это устраняет временной разрыв в поступлении питательных веществ и исключает необходимость погрузки удобрений непосредственно на поле. Перегрузка может осуществляться с помощью самосвалов с подъемом кузова, передвижных эстакад или разбрасывателей с низко опускающимся кузовом.

Для эффективного распределения удобрений рекомендуется использовать транспортные средства одинаковой грузоподъемности и обеспечивать ровный рельеф поля.

Средства механизации для внесения твердых органических удобрений

Большинство машин для распределения твердых органических удобрений функционируют по схожей технологической схеме. Транспортер подаёт массу к активному разбрасывающему устройству, которое измельчает массу и распределяет её по поверхности поля.

Рассмотрим, к примеру, машину МТТ-9. После загрузки кузова, она направляется к месту работы. Там сначала приводится в действие вал отбора мощности трактора, а затем активируется гидравлическая система конвейера. Цепной транспортер подает удобрения к разбрасывателю, где нижний вал их измельчает, а верхний распределяет по площади.

Существует множество средств механизации для внесения органических удобрений в почву. Среди наиболее распространенных можно выделить:

ПРТ-7А - эта машина разработана для поверхностного и сплошного внесения, а также для перевозки удобрений и других сельскохозяйственных грузов. Она агрегатируется с тракторами класса 1,4 тонны-силы и управляется из кабины. Ее преимущества — широкая полоса внесения (5-8 метров) и грузоподъемность до 7,3 тонн.

МТТ-9 - эта машина предназначена для распределения твердых органических удобрений сплошным поверхностным методом. Она также многофункциональна и может использоваться для транспортировки грузов. Отличительные черты: усовершенствованный разбрасывающий механизм, гидравлический привод с реверсивным движением и ширина внесения до 8 метров.

Модели серии МТУ (МТУ-13, МТУ-15, МТУ-18, МТУ-20, МТУ-24) - эти машины применяются для сплошного поверхностного внесения удобрений. Например, МТУ-24 отличается высокой производительностью (140 т/час), значительной грузоподъемностью (до 24 тонн) и широким захватом (до 12 метров).

РОУ-6 - это полуприцепная машина, предназначенная для транспортировки и сплошного поверхностного распределения твердых органических удобрений. При снятии распределительного устройства машина может использоваться для перевозки разнообразных сельскохозяйственных грузов.

Для внесения твёрдых органических удобрений должны соблюдаться следующие требования:

- Удобрения должны быть предварительно подготовленными (не допускается наличие твёрдых включений размером более 100 мм);
- Равномерность внесения. Для машин, предназначенных для работы на склонах, определяют влияние уклона на равномерность распределения удобрений.
- Машины должны быть спроектированы или иметь защитные устройства от случайного контакта с распределительными элементами на фронтальной, задней и боковых частях машины.

Также следует учитывать, что скорость движения агрегата по полю должна быть постоянной — 7–12 км/ч; отклонение фактической дозы внесения от заданной не должно превышать ±10 %; неравномерность распределения удобрения по рабочей ширине захвата — ±25 %; нестабильность дозы внесения по ходу движения агрегата — ±10 %; на поле не должно быть огрехов и неудобренных участков.

Недопустимо растаскивание органических удобрений по поверхности поля машинами и орудиями, не приспособленными для равномерного их распределения.

Современные тенденции и инновации в механизации внесения органических удобрений

Точные системы внесения удобрений позволяют оптимизировать процесс, минимизируя перерасход и негативное воздействие на окружающую среду. Для этого

используют GPS-навигацию, датчики почвы и растительности, а также компьютерные программы для анализа данных.

Медленнодействующие и контролируемо высвобождающиеся удобрения. Медленнодействующие удобрения постепенно высвобождают питательные вещества в течение длительного времени, что позволяет растениям более эффективно усваивать их. Контролируемо высвобождающиеся удобрения заключены в специальную оболочку, которая реагирует на факторы окружающей среды (температуру, влажность) и регулирует высвобождение питательных веществ в зависимости от потребностей растений.

Биоудобрения и микробные инокулянты. Эти природные продукты улучшают плодородие почвы и способствуют росту растений, не загрязняя окружающую среду. Биоудобрения содержат живые микроорганизмы, которые способствуют разложению органического материала, улучшая структуру почвы и увеличивая её способность удерживать влагу.

Цифровые платформы для управления внесением удобрений позволяют анализировать данные о состоянии почвы, потребностях растений, погодных условиях и т. д., чтобы точно планировать и контролировать внесение удобрений.

Внесение навоза с ферм с минимальными потерями. Сельскохозяйственный навоз вносят вплотную к земле полосами или непосредственно в почву, чтобы как можно больше азота попало к растениям и не было потеряно во время внесения.

Рассмотрев многообразие технологий и средств механизации для внесения твердых органических удобрений, можно с уверенностью констатировать: современная агроиндустрия обладает мощным инструментарием для перехода к более устойчивым и эффективным моделям хозяйствования. Комплексный подход, объединяющий передовые конструкторские решения, цифровую интеграцию и глубокое понимание агрономических принципов, позволяет существенно повысить качество и результативность применения органических удобрений.

Эффективное применение органических удобрений – это не просто внесение питательных веществ, а комплексная стратегия улучшения здоровья почвы, повышения ее физико-химических и биологических свойств, а также создания благоприятных условий для роста растений. Механизированные средства играют в этом процессе решающую роль, обеспечивая: равномерное распределение, точное дозирование, экономическую эффективность.

Дальнейшее развитие технологий для внесения твердых органических удобрений и средств механизации будет продолжаться и, вероятно, будет направлено на повышение уровня автоматизации, интеграцию систем GPS для дифференцированного внесения, использование датчиков для анализа состояния почвы и растений, а также разработку универсальных машин, что непременно приведет к повышению экологичности и экономичности сельскохозяйственного производства. Таким образом, технологии и средства механизации внесения твердых органических удобрений – это не просто один из инструментов сельского хозяйства, а неотъемлемая часть успешной и ответственной аграрной практики XXI века.

Обзор технических средств для внесения твердых органических удобрений выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [9-30].

Литература

1. Агрохимия : курс лекций : в 3 ч. Ч 1. Удобрения: виды, свойства, химический состав / Л. А. Михайлова. – Пермь : ИПЦ «Прокростъ», 2015 – 426 с.

2. Марченко, Н. М. Механизация внесения органических удобрений / Н. М. Марченко, Г. И. Личман, А. Е. Шебалкин. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 207 с.

3. Серая Таисия органические удобрения // Наука и инновации. – 2020. – № 5 (207). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organicheskie-udobreniya (дата обращения: 01.03.2026).

4. Щербаков, С. И. Ресурсосберегающая технология внесения твердых органических удобрений / С. И. Щербаков, Ю. Е. Елизаров // Нива Поволжья. – 2014. – № 3 (32). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/resursosberegayuschaya-tehnologiya-vneseniya-tverdyh-organicheskih-udobreniy (дата обращения: 01.03.2026).
5. Ruwiki: интернет-энциклопедия: сайт. – URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Органические_удобрения (дата обращения: 01.03.2026).
6. АгроXXI: справочник. – URL: https://www.agroxxi.ru/goshandbook/wiki/group_fertilizers/organic_fertilizers.html (дата обращения: 01.03.2026).
7. Lida-region: официальный сайт. – Москва. – URL: https://lida-region.ru/about/news/mashina-dlya-vneseniya-organicheskikh-udobreniy-ozhidaemye-modernizatsii-selkhoztekhniki/ (дата обращения: 01.03.2026).
8. Сельскохозяйственные Вести : электронный журнал – 2025. – URL: https://agri-news.ru/novosti/tendentsii-v-tekhnologii-vneseniya-udobreniy/ (дата обращения: 25.03.2026).
9. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.
10. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
11. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
13. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
14. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
15. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
16. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
17. Сысуев В.А., Мухамадьяров Ф.Ф., Ашихмин В.П. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России// Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - М., 1996. № 3. С.34-35.
18. Булгариев Г.Г., Яруллин Ф.Ф., Валиев А.Р., Мухамадьяров Ф.Ф. Рабочий орган культиватора-плоскореза. Патент на изобретение RU 2679162 C1, 06.02.2019. Заявка № 2017145228 от 21.12.2017.
19. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
20. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология

Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
21. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
22. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
23. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
24. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин В.Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
25. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
26. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12.
27. Мухамадьяров, Ф. Ф. К вопросу об исследовании начала возникновения скольжения пневматических шин / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. А. Шмаков / Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы I Всероссийской научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение» и 54-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской ГСХА, посвященной 55-летию инженерного факультета. – Киров, 2007. – С. 179-182.
28. Методические аспекты агроэкологического районирования сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Ню Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 4-8.
29. Наймушин, Д. А. Актуальные направления развития агропромышленного комплекса и использование индукционных нагревателей в скотоводстве / Д. А. Наймушин // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 62-66.
30. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.

УДК 631.171

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Михеева Д. А. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Поверхностная обработка почвы —метод, который включает минимальное вмешательство в верхний слой земли с целью улучшения её структуры, повышения плодородия и сохранения влаги. Этот подход позволяет сохранить экосистему почвы и увеличить её устойчивость к внешним воздействиям. Механизация процессов обработки позволяет значительно повысить эффективность работ, снизить затраты труда и ресурсов, а также минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: Обработка почвы, поверхностное рыхление, структура почвы, культивация, боронование, дискование, мульчирование

Основные виды поверхностной обработки почвы:

- Культивация представляет собой процесс разрушения почвенной корки и уничтожения сорняков путем измельчения верхнего слоя почвы. Для этого используются культиваторы, которые оснащены специальными рабочими органами — лапами или зубьями. Этот метод широко применяется перед посевом семян или посадкой рассады. В процессе культивации уничтожается сорная растительность, некоторые вредители и болезни растений, выравнивается поверхность почвы, измельчаются глыбы и комки, уничтожается почвенная корка, улучшается аэрация почвы, а также происходит защита почвы от ветровой и других видов эрозии.

- Дискование предполагает использование дисков для измельчения поверхности почвы и подготовки её к посевным работам. Этот метод особенно эффективен на тяжелых глинистых грунтах, где требуется значительное разрушение комков и уплотнений. Современные дисковые орудия оснащены регулируемым углом атаки и возможностью изменения глубины обработки, что позволяет адаптироваться к различным условиям и требованиям.

- Боронование используется для выравнивания поверхности поля, закрытия влаги и уничтожения всходов сорняков. В ходе боронования осуществляются крошение, рыхление, перемешивание и выравнивание поверхности почвы. Оно осуществляется с помощью специальных орудий — борон, которые бывают зубовыми, сетчатыми и роторными. Этот метод часто применяется после вспашки или посадки семян для предотвращения образования почвенной корки и улучшения контакта семян с почвой.

- Мульчирование заключается в покрытии поверхности почвы мульчей — материалом, предотвращающим испарение влаги и защищающим почву от перегрева. Это может быть органический материал (солома, опилки) или синтетический (пленка, геотекстиль). Польза мульчирования заключается в сохранении влаги, подавлении роста сорняков и предотвращении эрозии почвы.

Виды сельхозтехники для поверхностной обработки почвы:

- Трактора являются основой большинства операций по механической обработке почвы. Они оснащаются различными навесными орудиями, такими как плуги, культиваторы и бороны. Мощность двигателя трактора зависит от площади обрабатываемого участка и типа выполняемой операции. Современные сельскохозяйственные машины обеспечивают высокую точность и скорость выполнения работ.

- Борона представляет собой разновидность сельхозтехники, которая обрабатывает землю с помощью зубьев. Зубья разрушают твердый верхний слой почвы, проводя ее рыхление. Также, это устройство используется для уборки корней и сорняков.

- Лущильники предназначены для лущения почвы. Используются в процессе подготовки почвы в предпосевной период. Происходит уничтожение 80% неблагоприятных бактерий, патогенных микроорганизмов, сорняков и ввод питательных компонентов.

- Культиваторы – это современный аналог плуга, предназначенного для удаления сорняков, окучивания и сохранения влаги и питательных веществ внутри верхних слоев.

- Комбинированные почвообрабатывающие машины – это комплекс, состоящий из культиватора, фронтальной бороны и роторного катка с винтами. Это уникальные орудия процесса подготовки почвы, обладающие высокой эффективностью.

Инновационные решения и перспективы развития - современное развитие аграрного сектора характеризуется внедрением новых технологических решений, таких как GPS-навигация, автоматическое управление машинами и дистанционное наблюдение за полями. Появляются автономные роботы-трактора, способные самостоятельно выполнять обработку согласно заданному маршруту и параметрам. Подобные машины снижают зависимость от человеческого фактора, повышают общую продуктивность и минимизируют затраты ресурсов. Кроме того, экологическая устойчивость также стала приоритетом в сельском хозяйстве. Применение экологически чистых удобрений, энергосберегающих машин и альтернативных методов защиты растений способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Применение современных технологий и средств механизации существенно повышает производительность сельского хозяйства, современные почвообрабатывающие машины позволяют экономить время обработки больших площадей благодаря повышенным параметрам производительности. Инновационные решения позволяют оптимизировать производственный цикл, сократив стадию почвоподготовки, что дает возможность быстрее перейти к процессу посева и как следствие – скорому получению урожая. Постоянное совершенствование сельскохозяйственной техники открывает новые перспективы для дальнейшего развития отрасли и повышения конкурентоспособности отечественного аграрного сектора [1-5].

Обзор технических средств для поверхностной обработки почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [6-18].

Литература

1. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.

2. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.

3. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.

5. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.

6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.

7. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. –2012. – № 6. – С. 7-9.

8. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
9. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
10. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
13. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
14. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
15. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
16. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин В.Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
18. Мухамадьяров, Ф. Ф. К вопросу об исследовании начала возникновения скольжения пневматических шин / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. А. Шмаков // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы I Всероссийской научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение» и 54-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской ГСХА, посвященной 55-летию инженерного факультета. – Киров, 2007. – С. 179-182.

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Молчанов Д. А. – обучающийся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия.

Аннотация. Проведен анализ литературы и опыта использования современных средств механизации для внесения ЖОУ, рассмотрены технологии, применяемые в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства. Приведены примеры современной техники, способной выполнять комплекс операций для качественного использования ресурса.

Ключевые слова: жидкие органические удобрения, ЖОУ, поверхностное и внутрипочвенное внесение, шланговые системы, точное земледелие

Кировская область является регионом, где в сельскохозяйственном производстве преобладает животноводство. Побочным продуктом данного направления является навоз, который разделяют на две фракции: жидкую и твердую, в зависимости от этого различаются цели и способы применения. Остановимся подробнее на технологиях и средствах механизации для внесения жидких органических удобрений, видах ЖОУ и их особенностях.

Для начала, следует поговорить о самом распространенном жидком органическом удобрении – навозе и отметить некоторые его особенности, которые оказывают влияние на выбор метода их внесения. Накапливаемый на животноводческих комплексах бесподстилочный навоз представляет собой сложную коллоидную систему, включающую в себя твердые и жидкие выделения животных, остатки корма, технологическую воду, а также газ, который образуется в результате биологических процессов, протекающих в навозе во время его хранения. В зависимости от вида животных, способа их кормления и содержания различается состав навоза. Его физико-механические характеристики определяют средства механизации и технологии, используемые для его транспортировки и внесения.

Самой распространенной технологией внесения ЖОУ можно считать поверхностное с последующей заделкой. Поверхностное внесение осуществляют машинами типа МЖТ, дождевальными установками и поливом по бороздам. Различают несколько схем внесения мобильными машинами. Прямоточная, которая состоит из следующих операций: погрузка и транспортировка жидкого навоза к месту внесения, перемешивание массы внутри машины до однородности, распределение по поверхности с последующей заделкой. Перевалочная схема включает в себя прохождение органики через промежуточное хранилище с последующей транспортировкой на поле. Перегрузочная схема подразумевает транспортировку навоза с последующей перегрузкой на поле в агрегат для внесения. Некоторые хозяйства используют комбинированную схему. Масса жидких удобрений подается к месту внесения по системам шлангов и трубопроводов, в последствии осуществляется заправка машины, которая производит поверхностное распределение. Так же получили распространение машины, к которым шланг трубопровода подключается напрямую. Шланговые системы могут автоматически забирать навозную массу из отстойника или хранилища, с помощью насосных станций подавать ее на расстояние до 6,5 километров, подкачивающие насосы позволяют увеличить радиус подачи. Шланг подключается к сельскохозяйственной машине, которая производит поверхностное внесение, или с одновременной заделкой в зависимости от вида СХМ. Такие системы позволяют сократить трудозатраты и расходы на ГСМ, обеспечивают высокую производительность и качество проводимой подкормки. Производством таких систем занимается российская компания ООО «МЗ”Поток”» или иностранная компания CadMan. Машины для поверхностного внесения представлены отечественными РЖТ-4М, МЖТ-Ф-6, МЖУ-20 и иностранными Kaweco Profi III Gen 2, Wienhoff 18.660 E PTW Profiline.

Технология внесения жидких удобрений с одновременной заделкой или внутрипочвенное внесение является наиболее эффективной, правильной с агрономической

точки зрения и экологичной, однако предъявляет высокие требования к технике и организации работ. Она набирает популярность, так как при таком методе внесения минимальны потери азота и практически отсутствует неприятный запах, сохраняется структура почвы и целостность верхнего горизонта, что благоприятно сказывается на почвенной биоте. Специальные СХМ, оснащенные долотообразными рабочими органами, анкерными сошниками или дисковыми ножами, к которым проведены шланги для подачи ЖОУ, осуществляют заделку сразу на глубину пахотного слоя. Данную операцию производят машинами отечественного производства МЖУ-20-1, МЖУ-20 с адаптором АВВ-6 и иностранными TERRA-GATOR 250S, глубокорыхлитель UVV-4/6G, STUURMAN RONDO LIQUILIZER. При таком методе и использовании вышеуказанных сельскохозяйственных машин повышается равномерность распределения материала по полю в сравнении с поверхностным внесением. При распределении навоза мобильные агрегаты движутся по полю челночным способом. Если грузоподъемности машин различны, поле разбивают на загоны, на которых работают однотипные агрегаты с одинаковой настройкой различных устройств. Дозу внесения устанавливают, изменяя диаметр сопла и угол наклона щитка разливочного устройства в соответствии с инструкцией. Стоит отметить, что у данной системы есть и минусы, такие как высокая стоимость техники и большие энергозатраты. Организовать систему лагун, шлангов и насосных станций, закупить энергонасыщенную технику и высокопроизводительные СХМ сможет себе позволить далеко не каждое хозяйство.

Однако прогресс не стоит на месте и сейчас всё большее распространение получают технологии точного земледелия, которые позволяют дифференцировано вносить любые удобрения, в том числе и жидкие органические. Техника сама может менять норму внесения в зависимости типа почвы на основании созданных электронных карт полей, ее химического состава и состава навоза. На машину устанавливаются различные датчики по мониторингу процесса, электронные контролеры, работающие по протоколу ISOBUS мгновенно меняют подачу насоса в зависимости от скорости движения и данных GPS. На всасывающей или напорной магистрали устанавливаются инфракрасные датчики, так называемые NIR-сенсоры, которые в режиме реального времени определяют содержание ключевых макроэлементов прямо в потоке жижи. Система нивелирует разницу в составе навоза от рейса к рейсу и вносит требуемое количество действующего вещества на гектар. Современные СХМ могут отключать некоторые секции вовсе для исключения перекрытия. Такая система позволяет экономить удобрения и не просто равномерно распределять их по полю, а увеличивать норму в тех местах, где наблюдается дефицит элементов питания и наоборот уменьшает норму в местах, где дополнительное питание не требуется.

Существует еще одна технология, которая имеет ограниченное распространение, а именно прикорневое внесение органических удобрений с помощью системы капельного полива. В данном случае используется не навозная жижа, а микробиологическая органика и растворы различных органических подкормок. Суть технологии заключается в подаче воды и растворенных в ней удобрений непосредственно в прикорневую зону каждого растения через капельницы, это позволяет экономно и точечно расходовать удобрения, однако применимо лишь в тепличных хозяйствах и садах.

Различные технологии и средства механизации для внесения жидких органических удобрений являются важной частью сельскохозяйственного производства. Традиционное поверхностное внесение, несмотря на свою распространенность и высокую производительность приводит к потерям питательных веществ при внесении, негативно влияет на окружающую среду и человека. Наиболее перспективным на данный момент является внутрипочвенное внесение, так как нивелирует минусы поверхностного внесения. Наилучшую эффективность демонстрирует сочетание с системой точного земледелия любой из предыдущих технологий, ее использование позволяет реализовать дифференцированное внесение. Это дает возможность рационального использования имеющихся ресурсов и открывает дорогу к получению высоких и стабильных урожаев [1-5].

Обзор технических средств для внесения жидких органических удобрений выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [6-27].

Литература

1. Марченко, Н. М. Механизация внесения органических удобрений / Н. М. Марченко, Г. И. Личман, А. Е. Шебалкин. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 207 с.
2. Семин, В. В. Обоснование средств механизации для внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Семин Валентин Владимирович. – Москва, 2023. – 167 с.
4. Брюханов, А. Ю. Формирование машинных технологий транспортировки и внесения жидких органических удобрений / А. Ю. Брюханов, Э. В. Васильев. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-mashinnyh-tehnologiy-transportirovki-i-vneseniya-zhidkih-organicheskih-udobreniy?ysclid=mm7w9b2lpg366848717 (дата обращения: 25.03.2026).
5. Машиностроительный завод «Поток». Шланговые системы. – URL:https://mzpotok.ru/company/articles/shlangovye-sistemy-utilizatsii-navoza/?ysclid=mm7vun0re766057678 (дата обращения: 25.03.2026).
6. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.
7. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
8. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
9. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
10. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
12. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
13. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
14. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
15. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

16. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
18. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
19. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
20. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
21. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин В.Г. [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
22. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
23. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12.
24. Мухамадьяров, Ф. Ф. К вопросу об исследовании начала возникновения скольжения пневматических шин / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. А. Шмаков // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы I Всероссийской научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение» и 54-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской ГСХА, посвященной 55-летию инженерного факультета. – Киров, 2007. – С. 179-182.
25. Методические аспекты агроэкологического районирования сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Ню Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 4-8.
26. Вараксин, В. И. Особенности технологического расчета станций технического обслуживания индивидуальных автомобилей: метод. пособие к практическим занятиям / В. И. Вараксин, В. В. Шилин, А. В. Созонтов. – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – 58 с.
27. Курбанов, Р. Ф. Требования к структуре и правила оформления выпускной квалификационной работы : учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность (профиль) «Автомобили и технические системы в агробизнесе», квалификация-бакалавр / Р. Ф. Курбанов, В. В. Шилин, А. В. Созонтов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 36 с.

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН

Морозов Ф. Д. – обучающийся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Протравливание семян — одна из ключевых операций предпосевной подготовки, напрямую влияющая на полевую всхожесть, энергию прорастания и сохранность растений в начальные фазы развития.

Ключевые слова: протравливание семян, технология, средства механизации

Суть процесса заключается в нанесении на поверхность семян (а в ряде случаев — и в частичном проникновении в оболочку) защитных и/или стимулирующих препаратов: фунгицидов против семенной и почвенной инфекции, инсектицидов против вредителей, а также микроэлементов, прилипателей, красителей и пленкообразователей. Поскольку препараты относятся к химически активным веществам, а результат обработки зависит от точности дозирования и равномерности покрытия, протравливание почти всегда выполняют с применением специализированных машин и технологических линий. Именно механизация позволяет одновременно повысить производительность работ, снизить перерасход препаратов и обеспечить безопасность персонала [2, 4, 6, 7, 9, 10].

Технологически протравливание занимает место между операциями подготовки семян (очистка, сортирование, калибрование, доведение влажности) и операциями после обработки (упаковка, маркировка, хранение и доставка к сеялкам). На практике качество протравливания сильно зависит от исходного состояния семенного материала. Например, повышенная запыленность и наличие мелкой примеси увеличивают «паразитное» поглощение рабочего раствора и приводят к неравномерному распределению действующего вещества: часть препарата уходит на пыль и сор, а часть семян может остаться недообработанной. Поэтому правильно выстроенная механизированная схема всегда начинается с подготовки партии семян до кондиционного состояния и только затем переходит к химической обработке [3].

Наиболее распространённый в хозяйственной практике вариант — обработка семян водной суспензией или эмульсией препарата с небольшим расходом жидкости, когда на тонкую «пленку» рабочего раствора приходится основная доля действующего вещества. Такой способ часто называют полусухим или малообъёмным, и именно под него выпускается большинство поточных протравливателей для зерновых культур. Сухое протравливание порошками сейчас применяется заметно реже из-за пыления и худшей удерживаемости на поверхности зерна, хотя в некоторых условиях оно сохраняет значение. Влажный способ с увеличенным расходом жидкости используется тогда, когда требует технология конкретного препарата или когда нужно добиться особого эффекта покрытия, однако он может потребовать дополнительной подсушки [2]. Отдельную группу составляют инкрустация и пленкообразование (когда к рабочей жидкости добавляют полимерные компоненты для закрепления препарата) и дражирование (создание оболочки вокруг семени — чаще для мелкосемянных культур). Эти варианты предъявляют повышенные требования к оборудованию и качеству настройки [1].

Независимо от способа, цель одна: получить равномерное нанесение препарата на семена при строгом соблюдении нормы расхода. На уровне производственного контроля это выражается в нескольких показателях. Во-первых, важна точность дозирования: недовнесение снижает эффективность защиты, а перевнесение повышает стоимость обработки, может ухудшать посевные качества и увеличивает риски фитотоксичности. Во-вторых, требуется равномерность распределения по партии: две пробы из разных мест обработанного объёма должны давать близкие результаты по окраске и по фактическому расходу препарата. В-третьих, важно отсутствие дефектов процесса — слипания, образования комков, чрезмерного увлажнения и травмирования зерна в смесительной камере. Наконец, современный подход обязательно включает требования по безопасности:

минимизация пыли и аэрозоля, герметизация узлов, аспирация и корректная организация рабочего места.

По принципу работы машины для протравливания семян делят на порционные (периодического действия) и поточные (непрерывного действия). Порционные протравливатели обрабатывают семена «циклами»: загружают заданную массу, дозируют препарат и воду, перемешивают в течение установленного времени и выгружают. Такой подход удобен, когда приходится часто менять культуру или схему обработки, работать с небольшими партиями, выполнять опытные или семеноводческие задания. Однако производительность обычно ниже, а процесс требует большего внимания оператора из-за повторяющихся циклов загрузки и выгрузки [4].

Поточные протравливатели построены иначе: семена непрерывно подаются через дозатор, параллельно подается рабочая жидкость (или несколько компонентов), затем в смесительной камере происходит нанесение и перемешивание, после чего семена выводятся на транспортёр, в мешки или биг-бэги, либо сразу в бункер-накопитель. Поточная схема выгодна для крупных объёмов, когда важны производительность и стабильное качество при одном и том же «рецепте» обработки. Но она требовательна к устойчивости подачи семян: если поток то ускоряется, то замедляется, а подача раствора остаётся прежней, то часть зерна будет «перелита», а часть — «недолита». Поэтому основная инженерная задача поточного протравливателя — синхронизация расходов и стабильность режимов [3, 5].

Чтобы механизация действительно улучшала качество, машина должна обеспечивать три процесса одновременно: точную подачу семян, точное дозирование рабочей жидкости и эффективное перемешивание без повреждения материала. Поэтому практически любой протравливатель включает бункер и питатель, семенной дозатор, узел приготовления и подачи рабочей жидкости, распыливающие устройства и смесительную камеру.

Система подачи семян начинается с загрузочного бункера, откуда материал направляется к дозирующему устройству. Дозаторы выполняют не только роль «крана» по производительности, но и стабилизируют поток. В современных конструкциях применяются шнековые, барабанные, ленточные или шиберные решения, а в составе линий — весовые/объёмные элементы контроля. На практике важно, чтобы семена подавались ровно, без «пульсаций» и зависаний в бункере, иначе нарушается главный принцип протравливания — постоянное соотношение «семена/рабочая жидкость».

Узел приготовления рабочего раствора (или суспензии) обычно включает бак с мешалкой, так как многие препараты склонны к расслоению и осадку. Далее рабочая жидкость проходит фильтрацию (это снижает риск засорения форсунок), а насос подает её к распыливающей системе. Распыл — критический момент: форсунки должны формировать устойчивый факел, перекрывающий поток семян, и обеспечивать мелкодисперсное нанесение без крупных капель. Крупные капли повышают риск локального «перелива» и слипания, а слишком мелкий аэрозоль — повышает потери и опасность для оператора. Поэтому конструкция камеры нанесения часто сочетается с элементами экранирования, а в промышленных линиях дополняется аспирацией [5, 11].

Смешивание и «доводка» покрытия происходят в смесительной камере — шнековой, роторной или барабанной. Инженерный компромисс здесь неизбежен: чем интенсивнее перемешивание, тем выше равномерность покрытия, но тем больше риск механического травмирования семян и образования лишней пыли. Поэтому хороший протравливатель обеспечивает достаточную кратность перемешивания при мягком режиме контакта, а также минимизирует «мертвые зоны», где семена могут проходить без должного контакта с раствором [8, 12].

Механизированное протравливание в хозяйстве чаще всего реализуют либо как часть стационарной линии (очистка — калибровка — протравливание — фасовка), либо как мобильный участок с протравливателем и средствами подачи/отгрузки. В обоих случаях логика процесса похожа. Сначала семена доводят до кондиции по чистоте и влажности, потому что это определяет устойчивость дозирования и качество покрытия. Далее готовят

рабочую жидкость: наполняют бак водой, включают мешалку, вносят препарат в соответствии с регламентом (соблюдая порядок смешивания и требования к совместимости компонентов), обеспечивают фильтрацию. Затем настраивают подачу семян и расход раствора, проверяют работу форсунок и отсутствие подтеков. После пробной обработки оценивают результат: визуально по равномерности окраски (если используется краситель) и по отсутствию дефектов (слипания, мокрых комков, неравномерных пятен). В ходе основной работы выполняют периодический отбор проб и контролируют стабильность режимов, поскольку даже небольшое засорение фильтра или форсунки может привести к заметному уходу дозы.

После завершения обработки семена фасуют, маркируют и направляют на хранение с обязательным указанием культуры, сорта, партии, даты, применённого препарата и нормы. Отдельный блок — санитарная обработка оборудования: промывка узлов, утилизация/обезвреживание промывных вод по регламенту, очистка рабочей зоны. Этот этап часто недооценивают, но именно он снижает риски для следующей партии (например, при переходе на другую культуру или иной препарат) и повышает безопасность персонала.

Протравливание — химически опасная операция, поэтому механизация должна не только «ускорять», но и защищать. На практике это означает герметизацию баков и трубопроводов, исправность соединений, применение фильтров и исправных форсунок, наличие вентиляции или аспирации на участке. Работники должны использовать средства индивидуальной защиты (перчатки, очки/щиток, спецодежда, респираторы по классу защиты), а рабочее место должно быть организовано так, чтобы исключить контакт с концентратами и проливы. Также важно соблюдать требования к хранению препаратов и обращению с отходами (тара, промывные воды), поскольку экологические последствия неправильной утилизации могут быть существенными.

Технология протравливания семян является эффективной только тогда, когда выполняется как система: качественная подготовка семенного материала сочетается с правильно выбранным типом протравливателя и точной настройкой дозирования. Поточные машины обеспечивают высокую производительность и устойчивое качество при больших объёмах, а порционные — гибкость и удобство при работе с партиями разного состава и назначения. В обоих случаях решающими факторами остаются стабильная подача семян, корректное приготовление и перемешивание рабочей жидкости, надёжный распыл и достаточное, но «бережное» перемешивание. При этом современный уровень механизации обязательно включает меры по снижению пыления и повышению безопасности персонала, поскольку протравливание связано с обращением с пестицидами и агрохимикатами [3].

Обзор технических средств для протравливания семян выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [12-18].

Литература

a. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Москва : Стандартинформ.
b. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – Москва : Стандартинформ.
c. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. – Москва : Стандартинформ.
2. Зангиев, А. А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / А. А. Зангиев, А. В. Шпилько, А. Г. Левшин. – Москва : КолосС, 2008. – 320 с.
3. Россельхозцентр. Материалы и рекомендации по применению протравителей семян. – URL: https://rosselhoscenter.ru/ (дата обращения: 01.03.2026).
4. СанПиН 1.2.2584-10. Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, транспортировки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов. – Москва, 2010.

5. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / под редакцией Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. ISBN 5-85271-032-6.
6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27
7. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
8. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54
9. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
10. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
11. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. –2012. – № 6. – С. 7-9.
12. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
13. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
14. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. В. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.
15. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
16. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
17. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.) : к 70-летию ВИЭСХ. – Москва, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34.
18. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.

УДК 347

ПРАВОВОЕ ВОПРОСЫ ВОЗМЕЩЕНИЯ ВРЕДА ВСЛЕДСТВИЕ ПОДЖОГА

Мотошков Р. Ю. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы регулирования при возмещении ущерба, причиненного вследствие пожара.

Ключевые слова: принцип, трудовой кодекс, поджог, ущерб, компенсация, решение, практика

Возмещение вреда, причинённого в результате поджога, регулируется нормами гражданского и уголовного законодательства Российской Федерации. Основные положения и порядок действий таковы:

1. Основания для возмещения вреда

Вред, причинённый личности или имуществу гражданина либо юридического лица, подлежит возмещению в полном объёме лицом, причинившим вред. Это закреплено в статье 1064 ГК РФ.

Возмещению подлежит:

стоимость уничтоженного огнём имущества;

расходы по восстановлению или исправлению повреждённого имущества;

иные убытки, вызванные пожаром (например, расходы на тушение, временное проживание, моральный вред).

2. Порядок действий для потерпевшего

Сбор доказательств: необходимы документы, подтверждающие факт поджога (заключения экспертов, материалы уголовного дела, свидетельские показания, фото- и видеоматериалы).

Претензионный порядок: первоначально потерпевший направляет виновнику претензию с требованием возместить ущерб, приложив подтверждающие документы.

Обращение в суд: если виновник отказывается возместить вред добровольно, потерпевший вправе подать исковое заявление в суд. В иске указываются нормы законодательства (ст. 1064 ГК РФ, ФЗ «О пожарной безопасности», разъяснения Верховного суда РФ).

3. Уголовная ответственность

Поджог квалифицируется по статье 167 УК РФ (умышленное уничтожение или повреждение имущества) или статье 168 УК РФ (уничтожение или повреждение имущества по неосторожности).

Если в результате поджога причинён значительный ущерб, виновный может быть привлечён к уголовной ответственности с назначением наказания вплоть до лишения свободы.

В случае гибели людей или причинения тяжкого вреда здоровью возможна дополнительная квалификация по статьям 105, 111 УК РФ и др..

4. Судебная практика и разъяснения

Верховный Суд РФ разъяснил, что при определении размера ущерба учитывается стоимость уничтоженного имущества, расходы на восстановление, а также иные убытки. Суд может уменьшить размер возмещения только в случае, если вред причинён неумышленно и с учётом имущественного положения виновного (п. 3 ст. 1083 ГК РФ).

5. Моральный вред

Потерпевший вправе требовать компенсации морального вреда, если в результате поджога пострадали его права и законные интересы (например, причинён вред здоровью, утрачено жильё).

В российском законодательстве принцип «возмещения потерь» закрепился в статье 406.1 ГК РФ и официально вступил в силу 1 июня 2015 года. В силу новизны данного принципа для российского законодательства, судам и сторонам спора, а также практикующим

юристам, сущность данного принципа неоднозначна и вызывает трудности в применении на практике данного института. А ведь как показывает анализ причин поджогов, они сопровождаются совершением других преступлений (хищений, убийств, хулиганства), когда выступают средством сокрытия этих преступлений. К мотивам в таких случаях необходимо отнести личную неприязнь, месть, конкуренцию, а также хулиганские побуждения. К сожалению, в настоящее время данный метод «влияния» на людей, основанный на совершении поджога или его угрозе, становится распространенным в преступной практике. Судебная практика и вовсе малочисленна и не совсем приняла характер всестороннего применения. Таким образом, в большинстве дел, дошедших до кассации, допускаются ошибочные квалификации к условиям договора при принятии судебных решений по данному вопросу [1-4].

Объектом исследования являются гражданские правоотношения в сфере регулирования возмещения вреда, причиненного имуществу граждан вследствие поджога.

Предметом исследования выступают законодательные нормы и судебная практика по регулированию гражданско-правовых отношений в сфере регулирования возмещения вреда, причиненного имуществу граждан вследствие поджога.

Целью данной работы является исследование правового регулирования гражданско-правовых отношений в сфере регулирования порядка возмещения вреда, причиненного имуществу граждан вследствие поджога.

Задача исследования - определить место обязательств вследствие причинения вреда в системе гражданско-правовых обязательств; - охарактеризовать понятие, правовая природа, виды обязательства вследствие причинения вред; - выявить особенности ответственности за вред, причиненный имуществу граждан вследствие поджога; - проанализировать основания освобождения от гражданско-правовой ответственности по деликтным обязательствам за вред, причиненный имуществу граждан вследствие поджога.

Эмпирическая и теоретико-методологическая основа. Эмпирическая основа исследования включает материалы статистики и официальные данные.

Теоретической основой исследования служат фундаментальные положения теории государства и права, конституционного права, гражданского права и др., в частности, таких авторов, как В. А. Белов, Ю. Ф. Беспалов, П. А. , Э.В. Будаев, Б.М. Гонгало, А.К. Губаева, С.М. Мостовой, Е.Л. Невзгодина, А.М. Ширвиндт, Н.Б. Щербаков и др. • Нормативную базу исследования образуют Конституция РФ, Гражданский кодекс РФ и прочие нормативно-правовые акты в области гражданского законодательства (федеральные законы, материалы судебной практики.)

Структура работы представляет собой научное исследование, состоящее из: - введения, в котором представлено обоснование актуальности темы исследования, цель и задачи исследования, содержание теоретической основы; - двух глав основного текста; - заключения, содержащего основные выводы исследования; - библиографического списка использованных источников.

Управомоченные субъекты данного обязательства сообразно характеру правовой связи, то есть непосредственная или опосредованная связь с причиненным вредом предполагает разделение их на две основополагающие категории, а именно, на потерпевших, а также лиц, которые имеют право на возмещение, но не относятся к потерпевшим в силу специфики их правового статуса как такового.

Во-первых, в качестве главного условия для достижения гражданином способности собственными действиями приобретать для себя права и нести обязанности рассматривается возраст, поскольку это предполагает достижения лицом определенного уровня психической зрелости. Несовершеннолетние в возрасте от 14 до 18 лет, в силу присущей им способности понимать и осознавать значение своих действий, признаются законом деликтоспособными.

Во-вторых, законодатель, учитывая ограниченную дееспособность несовершеннолетних старше 14 лет и предвидя способность отсутствия у них доходов и иного имущества для возмещения причиненного ими вреда, устанавливает способность возложения обязанности по возмещению такого вреда на родителей (усыновителей), попечителей, организацию для

детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей. Возникновение такого субъекта, как потерпевший в результате поджога, опосредовано наличием правовой связи между непосредственными действиями причинителя вреда и определенными последствиями имущественного характера у лица. Право на возмещение у иных субъектов, которые не являются по признакам потерпевшими, но имеют правомочие требования, базируются на опосредованной связи с той оговоркой, что имущественная сфера страдает не от непосредственного воздействия, а как следствие причинения вреда другим лицам, то есть, непосредственно потерпевшим. Также в работе определено, что в структуре гарантийного обязательства не представляется возможным обнаружить такое действие. Есть мнение, что обязанность должника к определенному поведению имеется, однако она не описана должным образом и сводится к любым возможным действиям должника, направленным на сохранение имущественной массы кредитора. Такое объяснение не представляется удовлетворительным, поскольку нередко события, за которые отвечает должник, находятся вне сферы его поведения. В немецкой доктрине упоминаются два подхода к содержанию обязательства. В первом случае акцентируется исполнение обязательства (Bekommensollen), подразумевается, что такое обязательство должно удовлетворить интерес кредитора, причем денежная компенсация в ходе ответственности рассматривается в качестве универсального варианта. Поведение должника не имеет никакого значения, его может и не быть вовсе, однако если кредитор получил исполнение, то обязательство прекращается и должник не несет ответственности. Притязание в адрес должника возникает из обязанности по предоставлению, которая просто получает способность быть принудительно осуществленной в суде.

Таким образом, в результате проведенной работы выявлены особенности обязательств внедоговорного характера, которые возникают в результате поджога, определены особенности возмещения вреда как следствия такого преступления, выявлены проблемы реализации норм, регулирующих порядок такого вреда и разработаны предложения по устранению выявленных проблем.

Литература

1. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005. – DOI 10.1051/e3sconf/202447103005. – EDN BVTAWW.

2. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.

3. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85.

4. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ПЛАЗМЕННО-ПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКОЙ

Мочалова С. А. – магистрант
Давлятбеков Ю. Б. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной работе проведен обзор существующих методов восстановления коленчатых валов, что позволяет выявить их преимущества и недостатки. Существующие технологии, такие как шлифовка, наплавка и другие, имеют свои ограничения и не всегда обеспечивают необходимое качество восстановления. В этом контексте плазменно-порошковая наплавка представляет собой перспективный метод, который позволяет достигать высоких характеристик прочности и износостойкости восстановленных деталей. Важным аспектом работы станет изучение теоретических основ технологии плазменно-порошковой наплавки, что позволит глубже понять механизмы, лежащие в основе данного процесса.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, методы восстановления, сварка, шлифовка, наплавка

Восстановление коленчатых валов относится к числу наиболее актуальных проблем в области ремонта автомобильных двигателей, что связано с важностью обеспечения надежности и долговечности работы автомобилей. Одной из основных причин, обуславливающих необходимость восстановления, является значительный износ данной детали, который в свою очередь становятся следствием его многолетней эксплуатации под воздействием различных факторов, таких как температура, давление и механические нагрузки. На современном этапе развития технологий недостаточная надежность восстановленных коленчатых валов продолжает оставаться проблемой, способствующей частым поломкам и снижению эффективности работы двигателей [1].

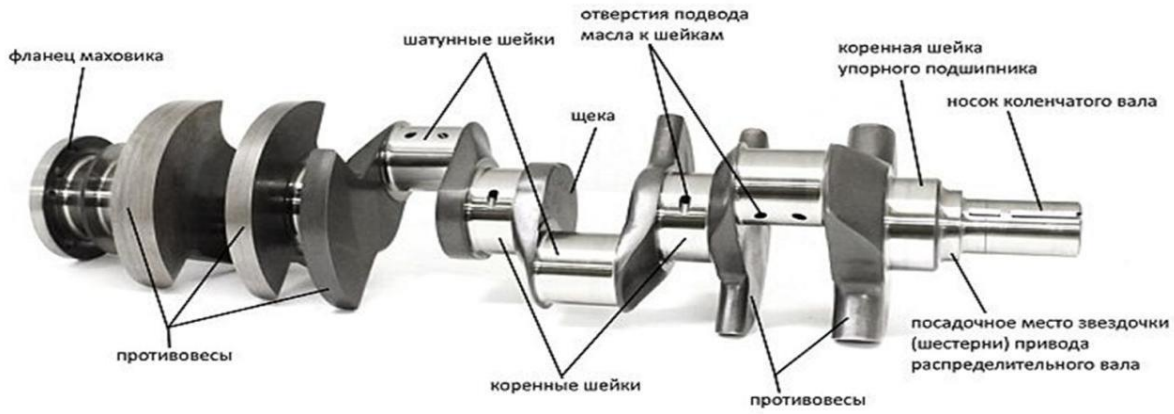


Рисунок 1 – Схема коленчатого вала и его компонентов

Актуальность данной проблемы возрастает в условиях стремительно меняющегося рынка, где потребители рассчитывают на максимальную эффективность, надежность и экономичность эксплуатации автомобилей. Ремонт коленчатых валов должен обеспечивать не только восстановление их первоначальных размеров, но и сохранение прочности и долговечности, что достигается применением современных технологий [2]. Эффективные способы восстановления должны учитывать испытываемые нагрузки и условия работы, в которых будет функционировать двигатель.

Среди существующих методов восстановления основное внимание стоит уделить плазменно-порошковой наплавке, которая зарекомендовала себя как действенный способ повышения восстановительных характеристик. При этом необходимо отметить, что внедрение новых технологий, таких как наплавка, может значительно повысить качество восстановленных коленчатых валов и их эксплуатационные свойства. Например, плазменное

напыление обеспечивает надежное соединение с основным металлом, улучшая противоизносные свойства восстановленной поверхности [3].

Тем не менее, несмотря на все возможные преимущества, традиционные технологии восстановления коленчатых валов нередко не позволяют достичь необходимых результатов, что приводит к повторным поломкам после ремонта. В этом контексте особое значение приобретает исследование и анализ современных методов и технологий, нацеленных на улучшение качества восстановления коленчатых валов. Инновационные подходы и новые технологии должны стать приоритетом в процессе ремонта, чтобы удовлетворить современные требования по надежности автотранспортных средств [4].

Обновление методик восстановления предполагает не только использование более современных технологий, но и их интеграцию в существующие процессы производства. Каждый этап восстановления должен быть тщательно продуман, начиная от подготовки поверхности и заканчивая контролем качества выполненных работ. Ключевым аспектом является понимание того, что каждый процесс, связанный с восстановлением коленчатых валов, оказывает значительное влияние на конечный результат. Наиболее важным является использование высококачественных материалов и технологий, а также тщательный контроль всех этапов процесса [5].

Важно отметить, что качество восстановительных работ будет непосредственно влиять на ресурсоотдачу двигателя и, соответственно, на его экономичность. Уделяя особое внимание вопросу повышения качества восстановления коленчатых валов, можно значительно сократить количество отказов автомобилей, а также увеличить надежность и срок службы двигателей, что, в свою очередь, будет способствовать увеличение ресурсной базы отечественного автопарка. Таким образом, проблема восстановления коленчатых валов требует комплексного подхода и применения современных технологий для достижения оптимального результата.

Проблема восстановления коленчатых валов остается актуальной не только в сфере автомобильной техники, но и в различных отраслях, где используются двигатели внутреннего сгорания. Стремление к совершенствованию методов восстановления и использования новейших технологий будет способствовать повышения производительности и надежности, что, в конечном итоге, приведет к экономии ресурсов и уменьшения затрат на эксплуатацию двигателя. Важно подойти к данному вопросу с учетом всей сложной взаимосвязи между историей технологии восстановления и последние научные достижения, что открывает новые возможности для повышения качества и надежности восстановительных процессов.

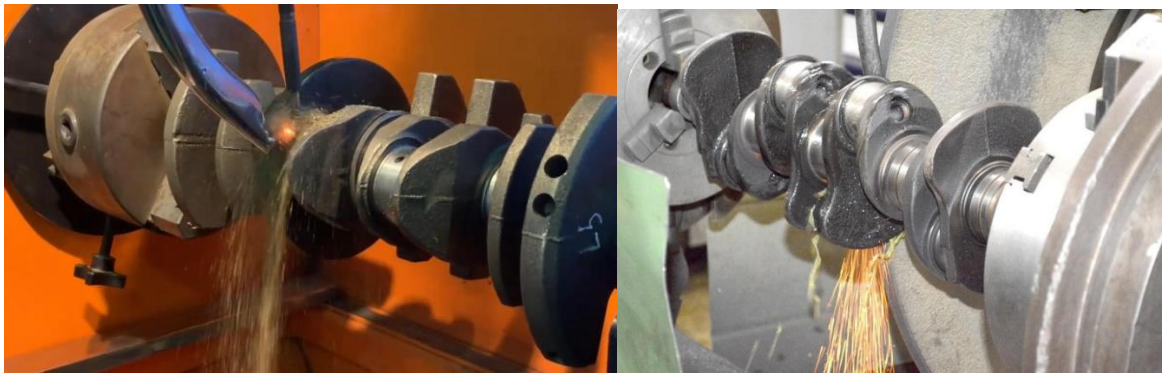


Рисунок 2 – Методы восстановления коленчатых валов: шлифовка и сварка

Восстановление коленчатых валов является важной задачей в сфере ремонта автомобильных двигателей. Необходимость в таких процедурах появляется из-за различных неисправностей, включая износ шеек, трещины и изгибы. Износ шеек является наиболее распространённым типом неисправности, который обычно проявляется в виде металлического стука, усиливающегося под нагрузкой [1]. Поэтому выбор подходящего

метода восстановления имеет критическое значение для продления срока службы компонентов.

Среди существующих методов восстановления коленчатых валов можно выделить несколько ключевых подходов. Один из них — это наплавка, которая делится на два подтипа: наплавка с последующей термообработкой и наплавка под легированным флюсом без термообработки. Наплавка позволяет эффективно восстанавливать изношенные участки и в некоторых случаях улучшает свойства валов [6-9]. Однако следует учитывать, что некоторые виды наплавки могут снижать усталостную прочность восстановленных деталей на 30-50%, что делает выбор технологии особенно важным [6].

Плазменная наплавка представляет собой более современный метод, который использует плазменную струю для нанесения металлических покрытий. Этот способ позволяет достигать высокой износостойкости, что делает его предпочтительным для восстановления коленчатых валов, особенно в условиях интенсивной эксплуатации [1]. Плазменная наплавка также имеет тенденцию к более равномерному распределению температурного поля во время процесса, что уменьшает риск образования трещин в конечном продукте [7].

Гидродробеструйная обработка — еще один метод, применяемый для повышения прочности поверхности валов. Этот процесс позволяет очищать поверхности от загрязнений и подготовить их к дальнейшей обработке, значительно вливая на конечное качество восстановленного изделия [6]. Таким образом, использование гидродробеструйной технологии становится неотъемлемой частью процесса восстановления, поскольку создает необходимые условия для повышения прочностных характеристик валов.

Качество восстановленных валов, по заявлению специалистов, может по износостойкости не уступать новым аналогам [7]. Тем не менее, необходимо помнить, что для успешного восстановления коленчатых валов требуется наличие специального оборудования и опытных специалистов, что представляет собой дополнительное требование для эффективной реализации таких проектов [2].

Куда более сложной задачей становится обкатка двигателей после ремонта. Данный процесс жизненно необходим для обеспечения бесперебойной работы восстановленных компонентов и их долговечности. Правильная обкатка требует соблюдения определенных режимов работы, что, в свою очередь, связано с необходимостью тщательного контроля за состоянием восстановленных деталей в первые дни эксплуатации [6].

Кроме того, особое внимание следует уделить аспектам безопасности и экологии при выполнении работы. Необходимость вовлечения защитных мер и применение экологически чистых технологий — это важные требования в современном производстве. Рассмотрение этих факторов также может дать значительные преимущества в сфере восстановления коленчатых валов [10-15].

Методы восстановления коленчатых валов на сегодняшний день представляют собой широкий спектр возможностей, каждая из которых имеет свои особенности и нюансы. Каждая технология требует квалифицированных работников и соответствующего оборудования, что напрямую влияет на качество выполняемых работ и долговечность восстановленных компонентов. Важно оценить преимущества и недостатки каждого метода в контексте конкретной ситуации, чтобы выбрать оптимальный путь к восстановлению функциональности автомобиля.

Плазменно-порошковая наплавка (ППН) представляет собой высокоэффективный метод восстановления изношенных деталей, в том числе коленчатых валов. Основным элементом технологии является плазменная дуга, которая создает высокотемпературную среду для плавления металлических порошков, подаваемых к поверхности детали. Важной особенностью данного метода является возможность комбинирования открытой и закрытой дуг, что значительно улучшает качество наплавки и обеспечивает точное управление тепловложением [8].

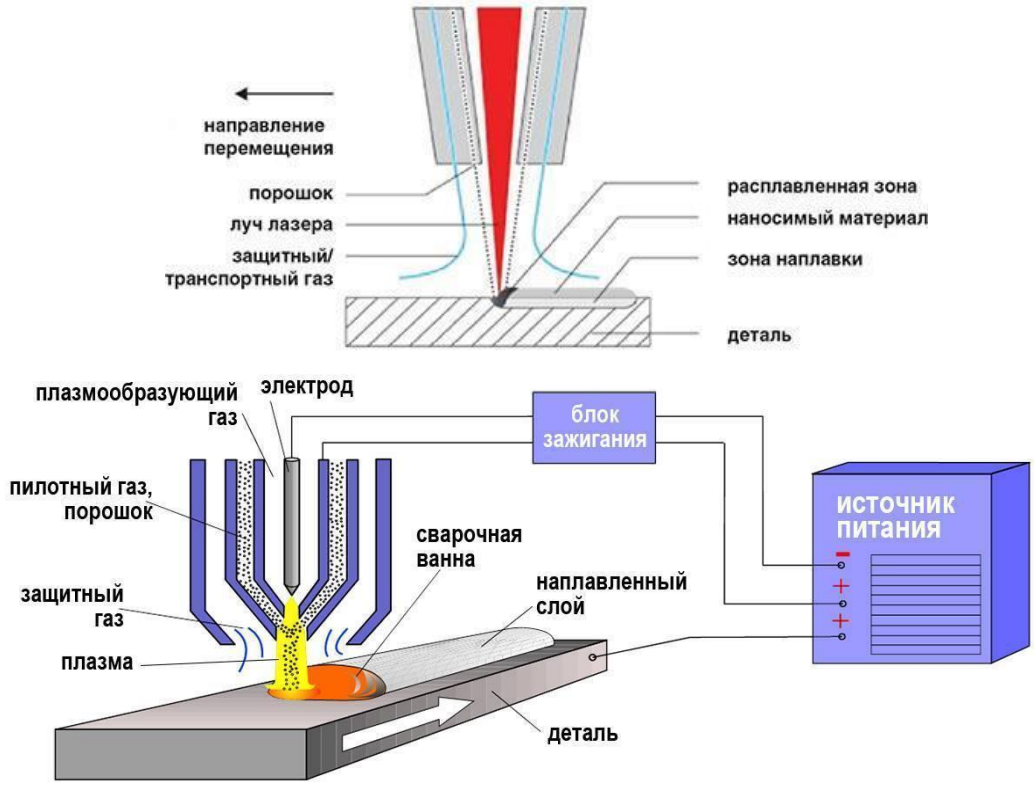


Рисунок 3 – Схемы процесса плазменно-порошковой наплавки

Процесс плазменно-порошковой наплавки включает две основные технологии: первая основана на ионизированном газе, который переносит порошковую смесь к зоне наплавления; вторая подразумевает использование присадочного материала, который может подаваться в виде ленты или проволоки и вводится непосредственно в плазменный поток [9]. Это способствует созданию наложений с заранее заданными свойствами, что является актуальным при восстановлении деталей, нуждающихся в специфических характеристиках.

Оптимальные параметры работы плазмотрона, например, могут варьироваться, что позволяет уменьшить тепловложение в обрабатываемое изделие и значительно снизить риск термического повреждения. Плазменная струя, нагреваемая до 10−18 тыс. °С, формируется в специализированных плазмотронах и обеспечивает минимальную зону термического влияния [10]. Это позволяет получать более высококачественные наплавленные металлы, обладающие необходимыми физическими и химическими свойствами.

Сравнение ППН с традиционными методами показывает явные преимущества. Обработка, выполняемая с помощью плазменно-порошковой наплавки, характеризуется высокой производительностью, меньшим расходом дорогостоящих материалов и более комфортными условиями труда для операторов. Высокое качество наплавки заключается в том, что уже в первом слое можно достигать заданного химического состава, что исключает необходимость дополнительных этапов обработки [16-21].

Механизм формирования соединений в процессе плазменно-порошковой наплавки базируется на создании кинетической энергии, которая способствует внедрению частиц порошка в матрицу базового материала. Здесь важно учитывать, что интенсивное нагревание и плавление частиц порошка осуществляются под действием потока плазмы, в то время как тепло, выделяющееся в процессе, позволяет эффективно формировать прочные соединения за счет диффузии [12].

Важным аспектом является контроль температуры и времени воздействия, что критично для достижения желаемых механических и физико-химических свойств наплавленных слоев. Использование современных программ и технологий для более точного

контроля процесса наплавки позволяет минимизировать браки и отпуск значительного количества лишнего тепла в окружающую среду.

Плазменно-порошковая наплавка может считаться одним из наиболее перспективных методов восстановления коленчатых валов автомобилей, позволяющим за короткие сроки и с высокой экономической эффективностью вернуть их в рабочее состояние. Повышение качества данного процесса может быть достигнуто путем улучшения технологий подготовки порошковых материалов, оптимизации параметров наплавки и разработки новых композиций для достижения необходимых свойств.

Плазменно-порошковая наплавка (ППН) представляет собой высокоэффективный метод восстановления и усиления деталей, что особенно актуально для коленчатых валов, подверженных значительным нагрузкам и износу. В рамках экспериментальных исследований, проводимых с использованием двухдугового плазмотрона, удалось добиться значительных улучшений в качестве наплавленных слоёв, что подтверждается различными технологическими испытаниями.

Эксперименты показали, что при использовании такой технологии возможно уменьшить тепловложение в восстановляемые детали за счёт эффективного плавления порошка. Порошок EuTroLoy 16006.04, применяемый в ходе экспериментов, продемонстрировал высокую однородность покрытия, минимальное количество пор и трещин, а также значительное повышение механических свойств, включая твердость [8]. Это подтверждает надежность и долгосрочную эксплуатацию деталей, восстановленных методом ППН.

При испытаниях на образцах из низкоуглеродистой стали была установлена эффективная работа ППН при различных скоростях нанесения. Важным аспекта для достижения необходимых размеров является последующая механическая обработка, которая необходима для получения точных параметров [16]. При этом минимальное проплавление основного металла стало основным преимуществом технологии, позволяющим сохранить структурные свойства изделия.

Металлографические исследования показали, что структура наплавленного слоя, полученного с помощью ППН, отличается высоким качеством. В частности, была отмечена высокая однородность как в фазовом составе, так и в механических свойствах, что является важным для долговечности восстановленных деталей [13]. Установлено, что применение различных режимов наплавки влияет не только на свойства покрытий, но и на механизмы формирования наплавленных слоёв, что открывает новые горизонты для дальнейших исследований в разработке оптимальных технологий [22-27].

Методы, используемые в ходе исследования, включали разнообразные осциллографические анализы и фото-металлографические исследования, что позволило детально рассмотреть процесс формирования покрытий и выявить критические параметры, от которых зависит качество наплавки [14]. Основными факторами, влияющими на качество восстановленных деталей, являются скорость перемещения плазмотрона, состав порошка и мощность дуги.

Кроме того, проведённые исследования подтвердили высокую степень восстановления коленчатых валов и других деталей, таких как стрельчатые лапы культиваторов, с уровнем сопротивления усталости на уровне 82-93% от аналогичных новых деталей. Это обеспечивает не только длительную эксплуатацию восстановленных изделий, но и экономическую выгоду в производстве за счёт уменьшения числа повреждений и продления срока службы [15].

Общие выводы из проведённых исследований показывают, что плазменно-порошковая наплавка является эффективным и перспективным методом восстановления деталей, подверженных интенсивному износу. Это открывает новые возможности для применения в различных отраслях, требующих долговечности и надёжности восстановленных компонентов.

Плазменно-порошковая наплавка (ППН) привлекает все большее внимание как одно из перспективных направлений для восстановления коленчатых валов автомобилей. Важными аспектами этой технологии являются оптимизация параметров процесса и оценка их влияния на качества восстановленных деталей.

В процессе плазменно-порошковой наплавки основными параметрами, от которых зависит качество и эффективность работы, являются сила тока, скорость наплавки и скорость подачи порошка. Оптимальные значения этих параметров обеспечивают равномерное нанесение и необходимую прочность. Например, для системы Fe-Cr-V-Mo-C установлены рекомендуемые диапазоны: сила тока 220–240 А, скорость наплавки от 6 до 11 м/ч и скорость подачи порошка в пределах от 1,1 до 2,2 кг/ч [17]. Эффективность процесса значительно повышается при соблюдении этих значений, о чем свидетельствуют проведенные эксперименты.

Анализ структуры покрытий, полученных при стабильном процессе ППН, подтверждает, что правильный выбор технологических параметров обеспечивает формирование равномерной композиций по всему объему наплавленного слоя. Соответствующие комбинации токов и скоростей позволяют значительно улучшить износостойкость покрытия, что критично для узлов, подверженных интенсивному износу [18]. Нормативные режимы наплавки, которые включают как подачу порошка, так и использование двухдугового плазмотрона, показывают высокую производительность и качество получаемых материалов.

Использование различных газов для формирование плазменной дуги также имеет свои особенности и напрямую влияет на процесс плазменной наплавки. При подаче ионизированного газа создается зона наибольшей эффективности, способствующая минимизации глубины проплавления основного металла [19]. Это позволяет снизить вероятность повреждения уже существующих частей детали, что особенно актуально для старых и дорогостоящих комплектующих, таких как коленчатые валы.

Ну и не стоит забывать о том, что важным аспектом при осуществлении процесса является выбор технологии подачи: механической (лента, проволока) или газовой. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, влияющие на качество наплавленного слоя [9]. Например, использование механической подачи позволяет более точно контролировать подачу материала, что в свою очередь предотвращает образование дефектов в виде пор или трещин в соединении.

Плазменно-порошковая наплавка обеспечивает значительно меньшую глубину проплавления по сравнению с традиционными методами, такими как дуговая наплавка. Это особенно важно при восстановлении деталей, так как высокая точность и контроль за геометрией позволяют сохранять критически важные размеры восстанавливаемой детали [20]. Результаты успешных экспериментов также демонстрируют, что при оптимальных параметрах отклонение в толщине у 95% наплавленных образцов не превышает 0,5 мм от заданных размеров.

Для достижения высоких показателей качества восстановления коленчатых валов необходимо разработать алгоритмы, которые будут учитывать остальные параметры процесса. Совершенствование настроек наплавки может быть ориентировано как на увеличение прочности покрытия, так и на улучшение его устойчивости к износу, что очень важно для эксплуатации двигателей автомобилей под различными нагрузками.

Для повышения качества восстановления коленчатых валов двигателей автомобилей с использованием плазменно-порошковой наплавки необходимо учитывать несколько ключевых аспектов, включая оптимизацию процесса, выбор материалов и оценку полученного результата. Каждый из этих факторов вносит свою лепту в общую эффективность восстановления.

Восстановление коленчатых валов часто связано с проблемами, такими как износ, деформация и трещины, которые могут возникать по ряду причин, включая ошибки эксплуатации и недостатки в обслуживании двигателя [6]. Применение плазменно-

порошковой наплавки как метода ремонта позволяет значительно увеличить долговечность восстановленных деталей, благодаря специальным свойствам наплавленных материалов [1]. Использование порошков с высокой твердостью и прочностью, наряду с правильными условиями плазменной наплавки, обеспечивает создание высокого качества покрытия, устойчивого к износу [21].

Один из документов подчеркивает, что для достижения успешного восстановления коленчатых валов важно обеспечить оптимальные условия термообработки после наплавки. Такая обработка позволяет снять внутренние напряжения, возникающие в процессе нагрева и остывания, что предохраняет деталь от последующей деформации и расслоения [1]. Таким образом, выбор режима термообработки должен быть адаптирован не только к материалу вала, но и к конкретным условиям эксплуатации.

На этапе контроля качества восстановленных валов следует применять современные методы измерения, такие как 3D-сканирование и ультразвуковую дефектоскопию. Это поможет выявить скрытые дефекты и оценить геометрию детали, что критично для её дальнейшей надежной работы [22]. Для обеспечения долговечности восстановленных коленчатых валов, необходимо разрабатывать методические указания, включая статистические методы контроля и анализа данных, что позволит минимизировать вероятность неудачного восстановления.

Экономическая эффективность восстановления с использованием плазменно-порошковой наплавки также требует тщательного анализа. Необходимо учитывать не только стоимость материалов и выполнения работ, но и потенциальную экономию от увеличения срока службы восстановленных деталей. Рекомендуется проводить сравнение для массового применения различных технологий восстановления, чтобы выбрать наиболее целесообразную в рамках конкретного предприятия [6].

Восстановление коленчатых валов с использованием плазменно-порошковой наплавки представляет собой перспективное направление в области машиностроения. Применение этой технологии позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики и продлить срок службы двигателей. Метод наплавки анилирует проблемы износостойкости и усталости, восстанавливая геометрию и прочность валов, что критично для надежной работы автомобиля.

Выбор технологии восстановления зависит от специфики повреждений. Плазменно-порошковая наплавка обеспечивает однородное распределение металла и минимизирует тепловые деформации. В процессе наплавки создается прочный соединительный слой, способный противостоять высоким нагрузкам. Дополнительно, композитные материалы, используемые в порошковой наплавке, обладают высокой коррозионной стойкостью, что также является важным фактором для устойчивости коленчатых валов к агрессивным химическим веществам в двигателе [3].

Актуальной является разработка методов гидродробеструйной обработки, позволяющих улучшить верхние слои восстановленных деталей. Данная обработка направлена на создание необходимой текстуры и микроструктуры, что способствует более качественной приработке трущихся деталей. Оптимальные параметры обработки позволяют добиться наибольшего эффекта по увеличению износостойкости поверхности коленчатого вала [23].

Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) также занимает важное место в восстановлении деталей. Использование различных покрытий, обладающих антифрикционными свойствами, уменьшает трение между движущимися частями, что, в свою очередь, снизит нагрузки на вал и увеличивает его срок службы. При применении ФАБО достигаются высокие результаты по улучшению качеств приработки и уменьшению изнашивания, что подтверждается многими исследованиями [24].

Современные технологии восстановления коленчатых валов также включают использование отходов быстрорежущих сталей для создания новых материалов, обладающих высокими триботехническими характеристиками. Это не только снижает затраты, но и

позволяет создать высококачественные детали, что важно в условиях конкурентного рынка. Технологические процессы должны быть оптимизированы для достижения максимальной производительности и долговечности восстановленных компонентов [3].

Не менее важным аспектом является применение современного диагностического оборудования. Внедрение инновационных методов анализа позволяет своевременно выявлять дефекты и системно подходить к их устранению. На основании полученных данных разрабатываются рекомендации по улучшению качества восстановления, что обеспечивает высокую надежность не только коленчатых валов, но и двигателей в целом [5].

Реализация комплексных технологий восстановления, включая эффективные методы наплавки и обработки, обеспечивает синергетический эффект. Подход в несколько этапов гарантирует высокое качество конечной продукции, что позволяет значительно увеличить срок службы коленчатых валов и, как следствие, двигателей.

В заключение данной работы можно подвести итоги, касающиеся повышения качества восстановления коленчатых валов двигателей автомобилей с использованием технологии плазменно-порошковой наплавки. Актуальность данной темы обусловлена не только необходимостью продления срока службы деталей, но и обеспечением безопасности эксплуатации автомобилей, что является важным аспектом в условиях современного автомобильного рынка. В процессе исследования было выявлено, что коленчатые валы, как ключевые элементы двигателей, подвержены значительным механическим и термическим нагрузкам, что приводит к их износу и необходимости восстановления.

Обзор существующих методов восстановления коленчатых валов показал, что традиционные технологии, такие как шлифовка и сварка, имеют свои ограничения, связанные с качеством восстановленных деталей и их долговечностью. В отличие от них, плазменно-порошковая наплавка представляет собой более современный и эффективный метод, который позволяет достигать высоких показателей прочности и износостойкости восстановленных деталей. Теоретические основы технологии плазменно-порошковой наплавки, рассмотренные в работе, продемонстрировали, что данный метод обеспечивает равномерное распределение тепла и минимизирует термические деформации, что в свою очередь способствует улучшению механических свойств восстановленных коленчатых валов.

Экспериментальные исследования, проведенные в рамках работы, подтвердили высокую эффективность плазменно-порошковой наплавки. Были проанализированы различные параметры процесса наплавки, такие как скорость подачи порошка, температура плазмы и скорость перемещения сопла, что позволило выявить оптимальные условия для достижения наилучших результатов. Сравнительный анализ показал, что правильный выбор параметров наплавки существенно влияет на свойства восстановленных валов, включая их твердость, прочность на сжатие и износостойкость.

На основе полученных данных были разработаны рекомендации по улучшению процесса восстановления коленчатых валов. Эти рекомендации включают в себя оптимизацию технологических параметров, выбор качественных порошковых материалов и внедрение современных методов контроля качества на всех этапах восстановления. Практическое значение результатов исследования заключается в том, что внедрение плазменно-порошковой наплавки в автосервисах позволит значительно повысить качество восстановления коленчатых валов, что, в свою очередь, приведет к увеличению срока их службы и снижению вероятности аварийных ситуаций на дороге.

Таким образом, результаты проведенного исследования подчеркивают важность применения современных технологий в области восстановления автомобильных деталей. Плазменно-порошковая наплавка, как один из наиболее перспективных методов, имеет все шансы занять достойное место в практике автосервисов, что будет способствовать не только повышению качества обслуживания, но и улучшению общей безопасности дорожного движения. В дальнейшем целесообразно продолжить исследования в этой области, включая изучение новых материалов и технологий, что позволит еще больше повысить

эффективность восстановления коленчатых валов и других критически важных деталей автомобилей

Литература

1. Кулдашев, Ш. Р. Технология восстановления коленчатых валов автомобильных двигателей / Ш. Р. Кулдышев, А. И. Хуррамов // Universum: технические науки. – 2023. – №9-2 (114). – С. 42-45. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-vosstanovleniya-kolenchatyh-valov-avtomobilnyh-dvigateley (10.12.2024).
2. Никонов, В. О. Совершенствование технологии восстановления шеек коленчатых валов автомобильных двигателей плазменным напылением с одновременной электромеханической обработкой : специальность 05.22.10 "Эксплуатация автомобильного транспорта" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / В. О. Никонов. – Владимир, 2013. – 264 с. – EDN SZQPTL.
3. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
4. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
5. Восстановление коленчатого вала. Дипломная (ВКР). Другое // www.bibliofond.ru. – URL: https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=788150, свободный. – Заглавие с экрана (дата обращения: 30.03.2026).
6. Оглавление // dspace.tltsu.ru. – URL: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/11613/1/демин д.н._мсм-1805а.pdf, свободный. – Заглавие с экрана (дата обращения: 30.03.2026).
7. Восстановление коленчатых валов двигателей // elib.pnzgu.ru. – URL: https://elib.pnzgu.ru/files/eb/image/cpfoyr1tsueh.pdf, свободный. – Заглавие с экрана (дата обращения: 30.03.2026).
8. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
9. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
10. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
11. Неисправности и способы ремонта коленчатого вала // www.zaoair.com. – URL: https://www.zaoair.com/customers/articles/neispravnosti-i-vidy-remonta-kolenchatogo-vala/, свободный. – Заглавие с экрана (дата обращения : 30.03.2026).
12. Особенности плазменной порошковой наплавки двухдуговым // www.plasmacentre.ru. – URL: https://www.plasmacentre.ru/docs/osobennosti-plazmennoj-poroshkovoj-naplavki.pdf, свободный. – Заглавие с экрана (дата обращения: 30.03.2026).
13. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
14. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
15. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.

16. Плазменная наплавка металла, технология, лучшие способы... // martensit.ru. – URL: https://martensit.ru/termoobrabotka/plazmennaya-naplavka/, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 30.03.2026).
17. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
18. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
19. Лиханов, В. А.Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе // В. А. Лиханов, О. П. Лопатин / Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
20. Плазменная и плазменно-порошковая наплавка // extxe.com. – URL: https://extxe.com/2827/plazmennaja-i-plazmenno-poroshkovaja-naplavka/, свободный. – Заглавие с экрана (дата обращения: 30.03.2026).
21. SU1731507A1 - Способ плазменно-порошковой наплавки // yandex.ru. – URL: https://yandex.ru/patents/doc/su1731507a1_19920507, свободный. – Заглавие с экрана (дата обращения: 30.03.2026).
22. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine / I. I. Maksimov, A. S. Alatyrev, M. P. Smirnov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 032052. – EDN XHCRTS.
23. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System / V. Likhanov, O. Lopatin, G. Mikheev // Transportation Research Procedia 61. – 2022. – 219-223. – EDN PEKHOV.
24. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine / A. P. Akimov, P. L. Lekomtsev, V. A. Likhanov // Journal of Physics: Conf. Series 2094. – 2021. – 052068. – EDN KUFPIH.
25. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.
26. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978_5_6048477_3_2. – EDN XCGZJA.
27. Разработка методов восстановления коленчатых // kazatu.edu.kz. – URL: https://kazatu.edu.kz/webroot/js/kcfinder/upload/files/наука/сч-18/нисанбаев а.т., .pdf, свободный. – Заглавие с экрана (дата обращения: 30.03.2026).

УДК 621.81.004.67

АКУСТИКА В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Мочалова С. А. – магистрант
Нуъмонов Сардорбек У. У. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрена такая научно-техническая отрасль как «Акустика в автомобилестроении». Представлены примеры и области измерения, проектирования и оценки акустика в современных автомобилях.

Ключевые слова: автомобиль, акустика, уровень шума, выхлопная труба

Оценка уровня шума и определение предельных значений для автотранспортных средств в соответствии с законодательными требованиями. Методики, используемые для анализа уровня шума, направлены исключительно на внешние звуки. Директива ЕС 70/157/ЕЭС, принятую в 1970 году и обновлённую в 2007/34/ЕЕС, обозначает стандарты измерений и ограничения по шуму, создаваемому как неподвижными, так и движущимися транспортными средствами. В дополнение, директива 2001/43/ЕЕС включает положения касательно шума от шин при скорости до 80 км/ч.

Измерение уровня шума для легковых и грузовых автомобилей с максимальной разрешенной массой до 3,5 тонны. Автомобиль движется к точке АА, находящейся в 10 метрах от микрофона, с постоянной скоростью 50 км/ч, после чего ускоряется до полной мощности до точки ВВ, также расположенной на 10 метров от микрофона. Легковые автомобили с 4-ступенчатой механической коробкой передач проверяются на второй передаче. Для автомобилей с более чем четырьмя передачами замеры проводятся сначала на второй, потом на третьей. Спортивные автомобили тестируются на третьей передаче в соответствии с определениями директивы. Автомобили с автоматической коробкой передач проверяются в режиме D.

Уровень шума автомобиля определяется как максимальное значение звука, зафиксированное с обеих сторон машины на расстоянии 7,5 метра от осевой линии дороги. Если замеры проводятся во время движения на двух передачах, то уровень шума определяют как среднее арифметическое двух полученных значений.

Измерения проводятся для грузовых автомобилей с разрешенной массой более 3,5 тонн. Транспортное средство достигает линии А, расположенной в 10 метрах от микрофона, после чего разгоняется до линии В, которая также находится на расстоянии 10 метров от места измерения. Скорость автомобиля зависит от выбранной передачи и номинальных оборотов двигателя. Передача выбирается так, чтобы обеспечить достижение минимально необходимой скорости, не превышая допустимые обороты двигателя. Максимальный уровень шума фиксируется как наивысшее значение из всех измерений.

При проверке уровня шума неподвижного автомобиля замеры проводятся рядом с выходным отверстием выхлопной трубы. Обороты двигателя увеличиваются до трех четвертей от значений, нужных для достижения номинальной мощности, после чего резко убирается нога с педали акселератора. Во время замеров фиксируется максимальное А-скорректированное значение звукового давления на 50 см от трубы под углом (45±10)° в горизонтальной плоскости. Результаты записываются в дБ с пометкой «Р» для отличия от других методов.

В сертификате типов испытаний не указаны конкретные пределы для измерения уровня шума автомобилей, находящихся в статическом положении. Внутренний шум не подлежит нормированию. Обычно уровень внутреннего шума измеряется при равномерной скорости, начиная с 60 км/ч или 40% от максимума, и фиксируется графически в зависимости от скорости. Первая точка измерения расположена в области водителя, в то время как дополнительные точки выбираются на уровне уха пассажира.

В области инженерной акустики применяются следующие измерительные инструменты для оценки, как внешнего, так и внутреннего шума, включая шум, вызванный

вибрацией различных автомобильных компонентов: конденсаторные микрофоны для звукового давления, контактные ушные микрофоны для точного воспроизведения, акустические камеры с высокими звукоизоляционными стенами и датчики вибрации, работающие на пьезоэлектрическом принципе. Лазерные виброметры на основе эффекта Допплера используются для бесконтактных замеров.

Акустический контроль качества предполагает оценку уровней шума и выявление неисправностей, производимых электродвигателями во время их первичной эксплуатации. В этом контексте преимуществом обладают интеллектуальные измерительные системы, обеспечивающие высокую гибкость и точность. Акустическое проектирование направлено на достижение желаемых звуковых характеристик, соответствующих ожиданиям потребителей и бренду.

Звук в автомобиле выступает в роли обратной связи между водителем и автомобилем, обеспечивая восприятие ответных реакций, таких как ускорение или переход в другую передачу. Это восприятие зависит от рабочих параметров двигателя, включая обороты и нагрузку, а также от динамики изменения этих характеристик.

Кроме того, важным аспектом акустической оценки автомобилей является влияние внешних условий, таких как скорость движения, состояние дорожного покрытия и климатические факторы. Эти элементы могут значительно повлиять на уровень шума, создаваемого автомобилем, как внутри, так и снаружи. Например, на плохих дорогах вибрации могут усиливаться, что ведет к увеличению уровня шума, регистрируемого датчиками. Поэтому для точных измерений необходимо учитывать эти переменные и проводить тесты в различных условиях.

Для полноценной оценки акустических характеристик автомобилей применяется комплексный подход, объединяющий объективные измерения и субъективные оценки. Пилотные испытания с участием потребителей позволяют выявить предпочтения и ожидания, касающиеся звуковых аспектов работы автомобилей. Эта информация может быть использована для дальнейшего совершенствования конструкции и дизайна, чтобы достичь баланса между комфортом и производительностью.

Для тщательного акустического проектирования важно учитывать не только источники шума, но и их взаимодействие между собой. Например, механические шумы, возникающие в трансмиссии и подвеске, могут усиливаться резонансом кузова, что приводит к повышению уровня шума внутри автомобиля. Инженеры применяют методы компьютерного моделирования, чтобы проанализировать и визуализировать эти взаимодействия, позволяя заранее определить потенциальные проблемы и проработать их решения на этапе проектирования.

Важным аспектом является выбор материалов, которые могут эффективно поглощать звук и снижать вибрации. Современные полимеры и многослойные конструкции укладываются в различные участки автомобиля, что помогает контролировать уровни шума и создает комфортную акустическую среду для пассажиров. Также стоит отметить, что эргономика и интерьер автомобиля должны учитывать акустические характеристики, что влияет на восприятие звука внутри салона.

Несмотря на все достигнутые успехи, задача снижения шума остается актуальной, особенно в условиях жесткой конкуренции на рынке. Ожидания потребителей растут, что увеличивает требования к автомобилям как с точки зрения производительности, так и акустического комфорта. Инженеры-акустики, работая в команде с конструкторами и дизайнерами, помогают создавать автомобили, которые не только отвечают стандартам безопасности и экологичности, но и дарят приятные эмоции своим владельцам благодаря качественному акустическому оформлению.

Одним из ключевых направлений в акустическом проектировании является использование компьютерного моделирования на ранних этапах разработки. Это позволяет не только предсказывать поведение звука в различных условиях, но и оптимизировать конструктивные решения до начала физического прототипирования. Виртуальные

тестирования и симуляции дают возможность инженерам быстро оценить воздействия различных факторов, таких как скорость движения, качество покрытия дороги и даже погодные условия.

Кроме того, важным моментом является интеграция акустических решений в общий процесс разработки автомобиля. Это подразумевает тесное сотрудничество с другими областями, такими как аэродинамика и механика, где изменения в одной системе могут существенно повлиять на акустические характеристики. Например, форма кузова и его аэродинамические качества могут существенно снижать уровень шума при движении.

Для достижения оптимального акустического комфорта в автомобилях важно не только устранение существующих проблем, но и прогнозирование потенциальных шумовых проблем на ранних этапах разработки. Систематическое использование компьютерных моделей и симуляций позволяет инженерам предвидеть поведение звуковых волн и вибраций на различных этажах конструкции. Это позволяет улучшить проектирование и выбор материалов, минимизируя шумящие компоненты уже на стадии концептуального дизайна.

Кроме того, важным аспектом является взаимодействие между различными системами автомобиля. Например, работа подвески может существенно влиять на уровень шумов от дороги. Предусмотренные меры по улучшению шумоизоляции кузова могут быть компенсированы вибрациями от шин. Поэтому междисциплинарный подход, объединяющий знания акустики, материаловедения и механики, становится ключевым для достижения общей гармонии.

В конечном итоге, высококачественное акустическое проектирование не только повышает уровень комфорта для водителей и пассажиров, но и способствует созданию уникального звукового профиля автомобиля, что является важным фактором в формировании его имиджа на рынке. Нарастающая конкуренция требует от производителей инновационных решений, способствующих созданию тихих и в то же время выразительных автомобилей.

Одним из подходов к оптимизации акустики является использование инновационных материалов с уникальными звукоизолирующими свойствами. Например, специальные полимеры или композиты могут значительно снизить уровень шума, при этом не утяжеляя конструкцию автомобиля. Такие технологии открывают новые горизонты в проектировании, позволяя производителям достигать отличных результатов без компромиссов в отношении производительности.

Кроме того, важным фактором в борьбе с шумом является настройка систем активного шумоподавления. Современные автомобили часто оснащены датчиками и микрофонами, которые позволяют анализировать звуковую среду в реальном времени и автоматически компенсировать нежелательные звуки. Это требует сложной интеграции программного обеспечения и аппаратного обеспечения, что подчеркивает необходимость междисциплинарного подхода.

Наконец, тестирование акустических характеристик на этапах прототипирования становится неотъемлемой частью процесса разработки. Используя специальные испытательные стенды и симуляторные системы, инженеры могут выявить и устранить потенциальные проблемы до выхода автомобиля на рынок. Это не только снижает затраты, но и повышает общий уровень качества и удовлетворенности клиентов.

Таким образом, процесс акустического проектирования требует комплексного подхода, который включает как технические, так и эмоциональные аспекты восприятия звука. Важным элементом является использование современных технологий для моделирования акустических характеристик, что позволяет предсказать поведение звуковых волн в реальных условиях. На этой стадии специалисты могут анализировать различные конфигурации выпускных систем, учитывая как технические параметры, так и потребительские предпочтения.

Кроме того, важно помнить о регуляторных требованиях, касающихся уровня шума. Все большее внимание уделяется экологическим аспектам, что требует от разработчиков

находить баланс между производительностью и шумообразованием. Нормативные документы и стандарты в области выбросов звуковых загрязнений становятся все более строгими, что заставляет инженеров адаптировать свои решения в соответствии с изменяющимися требованиями.

В конечном итоге, успешное акустическое проектирование связано не только с устранением неприятных шумов, но и с созданием приятного звукового фона, который будет соответствовать духу автомобиля и ожиданиям потребителей. Это требует от команд разработчиков креативности и глубокого понимания психоакустических принципов, что делает процесс разработки еще более увлекательным и многогранным.

Для достижения оптимальных акустических характеристик важно проводить тщательные испытания и тонкую настройку звуковых систем в различных условиях. Использование компьютерных симуляций в сочетании с реальными тестированиями на автомобиле позволяет выявить не только слабые места, но и области для улучшения. Работа с виртуальными моделями дает возможность быстро адаптировать проект, тестируя разные материалы и конструкции, что существенно экономит время и ресурсы.

Следующим шагом является внедрение инновационных технологий, таких как активное шумоподавление, которое активно анализирует окружающие звуковые волны и создает обратный сигнал для их нейтрализации. Это открывает новые горизонты для создания поистине комфортного звукового пространства внутри автомобиля. Однако, такие решения требуют высокотехнологичного оборудования и глубоких знаний в области электроники и программирования.

Также стоит отметить, что восприятие звука субъективно и зависит от личных предпочтений каждого пользователя. Поэтому важно проводить опросы и собирать отзывы от конечных потребителей на различных этапах разработки, чтобы учесть их потребности и настроить звуковые характеристики автомобиля максимально эффективно. Это в свою очередь, способствует повышению общей удовлетворенности пользователей и укреплению позиций бренда на рынке.

Литература

1. Подураев, Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение : учебное пособие для студентов вузов / Ю. В. Подураев. – Изд. 2-е. – Москва : Машиностроение, 2007. – 256 с.
2. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
3. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
4. Башарин, С. А. Физические основы звука / С. А. Башарин. – Санкт-Петербург : СПбГИКиТ, 2014. – 83 с.
5. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
6. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
7. Викторов, И. А. Звуковые поверхностные волны в твердых телах. – Москва : Наука, 1981. – 288 с.
8. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978_5_6048477_3_2. – EDN XCGZJA.

9. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
10. Акустика : справочник / А. П. Ефимов, А. В. Никонов, М. А. Сапожков, В. И. Шоров – Москва : Радио и связь, 1989. – 336 с.
11. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
12. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
13. Основы робототехники / Н. В. Василенко, К. Д. Никитин, В. П. Пономарёв, А. Ю. Смолин. – Томск : МГП "РАСКО", 1983. – 470 с.
14. Форсайт, Дж. Машинные методы математических вычислений / Дж. Форсайт, М. Малькольм, К. Моулер. – Москва : Мир, 1980. – 177 с.
15. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
16. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
17. Исакович, М. А. Общая акустика / М. А. Исакович. – Москва : Наука, 1973. – 502 с.
18. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1(45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
19. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
20. Лазарев, Ю. Б. Моделирование процессов и систем в MATLAB. / Ю. Б. Лазарев. – Санкт-Петербург : Питер, 2005. – 512 с.
21. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine / I. I. Maksimov, A. S. Alatyrev, M. P. Smirnov [и др.] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 032052. – EDN XHCRTS.
22. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System / V. Likhanov, O. Lopatin, G. Mikheev [и др.] / Transportation Research Procedia 61. – 2022. – 219-223. – EDN PEKHOV.
23. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine / A. P. Akimov, P. L. Lekomtsev, V. A. Likhanov [и др.] // Journal of Physics: Conf. Series 2094. – 2021. - 052068. – EDN KUFPIH.
24. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.
25. Мехатроника: Компоненты, методы, примеры / Б. Хайманн, В. Герт, К. Попп, О. Репецкий ; под редакцией О. В. Репецкого ; перевод с немецкого А. В. Хапров [и др.]. – Новосибирск, 2010. – 602 с.

УДК 621.22.018.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ СМЕСИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Мусихин К. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается теоретическое обоснование коэффициента полезного действия в смесительной установке.

Ключевые слова: подача, установка, параметры, насос, дозатор, смеситель, опыт, факторы, коэффициент полезного действия

Актуальность определения коэффициента полезного действия (КПД) для экспериментальной смесительной установки обусловлена необходимостью повышения энергетической эффективности промышленных процессов. В современных условиях производства затраты на электроэнергию составляют значительную часть себестоимости продукции, поэтому выявление доли энергии, затрачиваемой непосредственно на процесс перемешивания, по сравнению с общими энергозатратами установки, является первоочередной инженерной задачей.

Экспериментальное определение КПД позволяет провести глубокий анализ механических потерь в узлах привода, подшипниках и уплотнениях. Это дает возможность оценить качество конструктивного исполнения установки и выявить узкие места, где происходят необоснованные потери энергии. Без точных данных о КПД невозможно объективно сравнить различные типы смесителей между собой и выбрать наиболее экономически выгодную конфигурацию.

Также расчет КПД необходим для понимания термодинамики процесса. Часть диссипируемой энергии превращается в тепло, что может быть критично при работе с термочувствительными компонентами. Экспериментально установленный КПД помогает спрогнозировать нагрев смеси и вовремя предусмотреть системы охлаждения, обеспечивая стабильность химических и физических свойств продукта.

С научной точки зрения определение КПД в экспериментальных условиях служит базой для масштабирования оборудования. Полученные коэффициенты позволяют с высокой точностью переносить результаты лабораторных испытаний на крупнотоннажные промышленные агрегаты, оптимизируя их мощность и снижая эксплуатационные расходы на долгосрочную перспективу.

Устройство ввода и смешивания представляет собой сложную динамическую систему, работающую при изменяющихся внешних воздействиях.

В общем случае в предложенной нами модели функционирования устройства (рисунок 1), входящими воздействиями приняты переменные, определяющие условия его работы: подача основной среды (фазы) $V_1(t)$, подача порошкообразных (сыпучих) компонентов $V_2(t)$, которые можно измерить по необходимости, и физико-механические свойства обеих сред $W_{1,2}(t)$, которые являются неуправляемыми факторами и контролируются при проведении опытов [1].

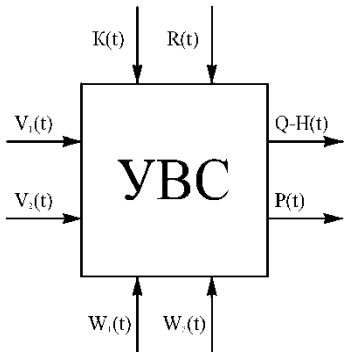


Рисунок 1 – Обобщенная модель функционирования смесительной установки

Коэффициент полезного действия (КПД) – характеристика эффективности системы (устройства, машины) в отношении преобразования или передачи энергии. Определяется отношением полезной использованной энергии к суммарному количеству энергии, полученному системой. В нашем случае устройство можно рассматривать, как совокупность трех устройств, а именно: насос, дозатор и смеситель (рис 2).

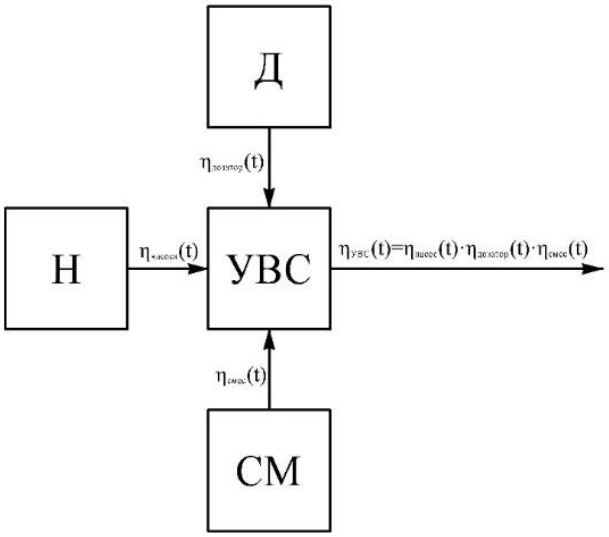


Рисунок 1 – Составные части смесительной установки

Как насос устройство перемещает жидкость и смесь, при этом дозировано подает в рабочую камеру порошкообразный материал, где происходит смешивание жидкости и порошкообразного материала. Значит коэффициент полезного действия устройства можно рассмотреть как произведение КПД трех устройств в виде:

$$\eta_{увс} = \eta_{насос} \cdot \eta_{дозатор} \cdot \eta_{смеситель}, \quad (1)$$

где $\eta_{насос}$ – коэффициент полезного действия насоса, %;

$\eta_{дозатор}$ – коэффициент полезного действия дозатора, %;

$\eta_{смеситель}$ – коэффициент полезного действия смесителя, %.

$$\eta_{насос} = \frac{Q \cdot H \cdot \rho_{ж} \cdot g}{P_{нас}}, \quad (2)$$

где Q – подача, $м^3/с$;

H – напор, м;

$\rho_{ж}$ – плотность жидкости, $кг/м^3$;

$P_{пот}$ – потребляемая мощность, кВт;

$$\eta_{дозатор} = \frac{m \cdot g \cdot \upsilon_{мат}}{P_{доз}}, \quad (3)$$

где $\upsilon_{мат}$ – скорость истечения порошкообразного материала, м/с.

$$\eta_{смеситель} = \frac{c \cdot n^3 \cdot d^5 \cdot \rho_{ж} \cdot \psi_{\Sigma}}{P_{смес}}, \quad (4)$$

где $N_{см}$ – рабочая мощность лопастных мешалок, кВт;

c=Eu – модифицированный коэффициент Эйлера;

n – частота вращения, $с^{-1}$;

d – диаметр мешалки, м;

ψ_{Σ} – суммарный поправочный коэффициент, учитывающий конструктивные особенности данной лопастной мешалки по сравнению с базовой: ее длину, высоту, количество лопастей и неподвижных лопаток, ширину рабочего колеса.

Перемножая уравнения (2), (3) и (4) получим, но необходимо учесть, что потребляемая мощность будет складываться:

$$\eta_{увс} = \frac{Q \cdot H \cdot \rho_{ж} \cdot g \cdot m \cdot g \cdot \upsilon_{мат} \cdot c \cdot n^3 \cdot d^5 \cdot \rho_{ж} \cdot \psi_{\Sigma}}{P_{насос} + P_{доз} + P_{смес}}, \quad (5)$$

Как видно по выражению (5), в числителе находятся параметры определяющие работу устройства, то есть конструктивные и настроечные параметры. В целом же можно рассматривать устройство отдельно по элементам, то есть можно оптимизировать конструкцию насоса, смесителя и дозатора. При чем часть значений для каждого устройства являются критериями оптимизации и их улучшить (оптимизировать). Таким образом полученное выражение характеризует эффективность работы каждого элемента из которых состоит устройство ввода и смешивания.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Исследование влияния конструктивных параметров смесительной установки на показатели качества смеси / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных. – DOI 10.51794/27132064-2022-2-98 // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 2 (46). – С. 98-103. – EDN MSJKWO.

2. Солонщиков, П. Н. Результаты параметрических испытаний устройства ввода и смешивания / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей, Киров, 06 апреля 2013 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2013. – Ч. 2. – С. 58-60. – EDN YFLTOV.

3. Мохнаткин, В. Г. Энергетическая и экономическая эффективность установки для приготовления жидких кормовых смесей / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2014 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – Вып. 15. – С. 199-205. – EDN XDIOWT.

4. Программа управления системой дозирования сухих сыпучих компонентов комбикорма / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Н. Пронин [и др.]. – DOI 10.31857/S2500208224010187 // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 1. – С. 82-88. – EDN FMPJZS.

5. Патент на полезную модель № 140131 U1 Российская Федерация, МПК B02C 9/00. Дробилка с пневматической загрузкой материала : № 2013140549/13 : заявл. 02.09.2013 : опубл. 27.04.2014 / П. А. Савиных, В. Н. Нечаев, С. Ю. Булатов ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородский государственный инженерно-экономический институт (НГИЭИ). – EDN PNNMXR.

6. Булатов, С. Ю. Исследование процесса дозирования компонентов комбикорма шнеком ДШ-100 / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Г. Сергеев. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-10-36-40 // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 10 (292). – С. 36-40. – EDN PDGNKY.

7. Патент № 2374837 C1 Российская Федерация, МПК A01K 5/02. Устройство для внесения жидких добавок в сухие корма : № 2008124621/12 : заявл. 16.06.2008 : опубл. 10.12.2009 / В. В. Коновалов, В. П. Терюшков, А. С. Калиганов ; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN ROJPJF.

8. Борисова, М. В. Аналитическое описание показателей работы смесителя сыпучих материалов с винтовыми лопастями / М. В. Борисова, В. В. Новиков, В. В. Коновалов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 69-78. – EDN YZMYXZ.

ДИСКОВЫЕ ОВОЩЕРЕЗКИ. СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОВОЩЕЙ

Мутных Е. С. – обучающийся 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Развитие предприятий общественного питания напрямую связано с уровнем развития пищевой промышленности, достижениями в области создания новых технологий и оборудования. Однако, предприятиям общественного питания свойственны специфические особенности, как в технологии, так и в оборудовании. В частности, оборудование должно быть малогабаритным, удобным в обслуживании и эффективным. В результате инновационных процессов, происходящих в последние годы в сфере общественного питания, технологическое оснащение некоторых предприятий общественного питания достигло современного уровня. Ко всем аппаратам и машинам предъявляют следующие требования: аппарат (машина) должен быть высокоэффективным (высокопроизводительным), надежным, мало энергоёмким и металлоемким, удовлетворять требованиям безопасности работы и быть удобным в обслуживании. Непременными условиями длительной и бесперебойной работы оборудования являются его механическая надежность и конструктивное совершенство. Механическую надежность характеризуют: прочность, жесткость, устойчивость, долговечность, герметичность. Прочность тесно связана с долговечностью и безопасностью конструкции. Конструктивное совершенство аппаратуры характеризуют простота, металлоемкость, технологичность конструкции, высокий коэффициент полезного действия. Эксплуатационные достоинства определяются удобством обслуживания, простотой и низкими затратами на эксплуатацию.

Для нарезки сырых и вареных овощей на кусочки определенной формы на предприятиях общественного питания применяются овощерезательные машины. Промышленность выпускает овощерезки с механическим и ручным приводом. Машины для нарезки вареных овощей устанавливаются в холодных цехах, машины для нарезки сырых овощей устанавливаются в овощных и горячих цехах. Форма частиц нарезного продукта зависит от конструкции ножа. Формы нарезки бывают различные: ломтиками, брусочками, соломкой, стружкой дольками и брусочками [1-3].

В движение машины приводятся от индивидуальных или универсальных приводов. При нарезке овощей к конечному продукту предъявляются следующие требования: частицы продукта должны иметь заданную форму и размеры при минимальном количестве неполноценных частиц; гладкую поверхность среза, без трещин и неровностей. Отрезанные частицы должны сохранять свою форму, не разрушаясь. При нарезке, из сочных продуктов не должен вытекать сок, а мягкие не должны деформироваться. Качество продукта зависит от многих факторов: способа нарезки (рубящее и скользящее резание), формы, остроты и угла заточки ножей, способа удержания продукта в момент резания. В зависимости от принципа работы овощерезательные машины бывают дисковые, роторные, пуансонные и с комбинированным срезом. Дисковые овощерезательные машины имеют комплект ножей с лезвиями прямоугольной или криволинейной формы. Эти сменные ножи являются рабочими органами, укрепляются на опорном диске, который получает вращательное движение от индивидуального или универсального привода. Срез продукта в дисковых овощерезательных машинах происходит за счет прижатия продукта к вращающему диску. Толщина срезанного слоя продукта определяется расстоянием между плоскостью ножа и диска. Это расстояние можно регулировать по заданной величине. Форма нарезанного продукта зависит конструкции установленного ножа на опорный диск. Профессиональная овощерезка или протирочно-резательная машина существенно экономит время на нарезку продуктов. С такой помощницей блюда выглядят презентабельно и эстетично, поскольку все ингредиенты нарезаны идеально и соответствуют технологическим картам. Поговорим о том, как выбрать оборудование, которое идеально подойдет для кухни именно вашего заведения.

В зависимости от принципа работы протирочно-резательные машины делят на четыре вида.

1. Пуансонные. Продукт измельчается за счет проталкивания поршнем через ножевую решетку, которая остается неподвижной. Пример, пресс для нарезки фруктов и овощей HURAKAN HKN-HC03. Такие механические приспособления предназначены для нарезки продуктов кубиками для салатов, дольками, брусочками. Аппарат для нарезки картофеля спирально HURAKAN HKN-HSP01 эстетично нарезает картофель для украшения блюд.

2. Роторные. Продукт располагается между двумя пластинами ротора, который в это время вращается и неподвижной стенкой рабочей камеры. Куски под воздействием центробежной силы прижимаются к внутренней стенке цилиндра и скользят по нему. Продукцию нарезают неподвижные ножи

3. Дисковые. Овощи измельчаются ножами с лезвиями прямоугольной или криволинейной формы. Они закреплены на опорном диске. Он вращается за счет индивидуального или универсального привода.

4. Комбинированные. Продукция нарезается с помощью вращающихся горизонтальных прямолинейными ножей и неподвижной ножевой решетки с вертикальными прямолинейными ножами.

Дисковые модели самые практичные, надежные и доступные. Отечественные производители укомплектовывают аппараты в среднем десятью дисками для создания разных видов нарезки. Также в комплект обычно входят сменные механизмы для приготовления супов-пюре, морсов, киселей, пюре из картофеля. Импортные производители укомплектовывают овощерезки большим количеством дисков. В таких моделях им может быть до 35 штук.

Материал, из которого изготавливают диски, — пищевая нержавеющая сталь. Существуют элементы трех видов:

1) протирочные,
2) режущие,
3) терочные.

Производительность дисковой овощерезки

Говорит о том, сколько килограмм продукции аппарат обработает за час. Это среднее значение, поскольку нужно учитывать плотность ингредиентов. Твердый картофель аппарат будет шинковать дольше, чем мягкий огурец. Натирать морковь с помощью двухмиллиметровой терки дольше, чем на терку в 7 мм.

Условно разделим дисковые машины на несколько типов:

Малые — обрабатывают до 60 кг/час. Подходят для заведений с небольшой проходимостью — от 20 до 100 человек в день. В комплект входят 2–3 десятка дисков. Скорость вращения диска 1500 об/мин. Работают только с сырой продукцией. Их используют в маленьких кафе, уличных точках продаж. С помощью малой дисковой машины можно нарезать: сырые овощи и фрукты, твердый сыр. Элементы рабочего узла обычно изготовлены из ударопрочного пластика.

Средние — нарезают от 80–250 кг/час. Обрабатывают как сырые, так и вареные овощи. Можно нарезать картофель для жарки во фритюре. Востребованы в заведениях с проходимостью в 500 человек за смену. Скорость вращения 375 об/минуту.

Большие или промышленные. Производят 300–700 кг/час готовой продукции. Рассчитаны на крупные предприятия, которые обслуживают до 3000 человек в день. Это могут быть кейтеринговые компании, которые обслуживают свадебные застолья, вечеринки, юбилеи и т. д. Бывают модели с круглым загрузочным бункером, в который можно поместить сразу целый кочан капусты.

Овощерезка Hallde RG-50 220 В (5 дисков)



RG-50 - настольная машина, легкая и удобная, с ручками, легко переносится с места на место. Шинкует, натирает, режет ломтиком, брусочками, соломкой, кубиком. Овощи, фрукты, сыр, орехи, грибы, ветчину, хлеб и т.д.

Овощерезка прочная, эргономичная корпус из металла, ABS-пластика и поликарбоната, легкоуправляемая.

RG-50 легко моется и безопасна. Диски и бункер можно мыть в посудомоечной машине.

Заключение: Дисковые овощерезки являются незаменимым оборудованием для предприятий общественного питания и пищевой промышленности. Они значительно ускоряют процесс обработки овощей, обеспечивают высокое качество нарезки и позволяют оптимизировать производственные процессы. Правильный выбор модели и соблюдение правил эксплуатации гарантируют длительный срок службы и стабильную работу оборудования.

Литература

1. Ботов, М. И. Тепловое и механическое оборудование предприятий общественного питания / М. И. Ботов, В. Д. Елхина, О. М. Голованов. – Москва : Академия, 2002. – 458 с.
2. URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/53648/?ysclid=mbaqoy34hv31521016 (дата обращения: 25.03.2026).
3. URL: https://complexbar.ru/blog/korotko-o-produktsii/kakie-byvayut-ovoscherezki-raznovidnosti-i-naznachenie/ (дата обращения: 25.03.2026).

УДК 631.81

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Мухамаднасими Ф. Ф. – обучающийся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Одним из важнейших элементов технологии возделывания пропашных культур является междурядная обработка почвы. Данный агротехнический приём выполняет комплекс функций, способствующих формированию благоприятных условий для роста и развития растений.

Ключевые слова: междурядная обработка почвы, структура почвы, пахотный слой, плотность, твердость, эрозия почвы, культиваторы, рабочие органы

Развитие сельского хозяйства на современном этапе характеризуется активным внедрением инновационных технологий, направленных на повышение производительности, снижение себестоимости продукции и обеспечение устойчивого земледелия.

Механизация междурядной обработки почвы стала важнейшим этапом перехода от традиционного ручного труда к высокоэффективному промышленному агропроизводству. Современные технические средства позволяют выполнять обработку быстро, качественно и с минимальными затратами ресурсов. В условиях роста мирового спроса на продовольствие и усиления конкуренции на аграрном рынке внедрение передовых технологий приобретает стратегическое значение.

Междурядная обработка почвы представляет собой рыхление почвы между рядами культурных растений в период их вегетации. Основными задачами данного приёма являются: уничтожение сорной растительности; разрушение почвенной корки; улучшение аэрации и водного режима; стимулирование микробиологических процессов; заделка удобрений; формирование оптимальной структуры пахотного слоя.

Рыхление способствует лучшему проникновению воздуха в корнеобитаемый слой, что положительно влияет на дыхание корней и деятельность почвенных микроорганизмов. Кроме того, прерывание капилляров уменьшает испарение влаги с поверхности почвы.

В процессе междурядной обработки активизируются биологические процессы минерализации органических веществ, усиливается доступность элементов питания для растений. Улучшение структуры почвы повышает её водопроницаемость и снижает риск эрозии.

Особенно важна междурядная обработка при возделывании таких культур, как кукуруза, подсолнечник, сахарная свёкла, картофель, соя. Эти культуры характеризуются широкими междурядьями, что создаёт благоприятные условия для механизированного ухода.

На ранних этапах развития земледелия междурядная обработка осуществлялась вручную с использованием мотыг и простейших рыхлителей. Производительность труда была крайне низкой, а затраты времени — значительными.

С развитием тракторостроения появились первые пропашные культиваторы. В XX веке широкое распространение получили навесные и прицепные культиваторы, агрегатируемые с тракторами различной мощности. Компании, такие как John Deere, Kverneland и Horsch, внесли значительный вклад в развитие современных почвообрабатывающих машин.

Современные машины отличаются высокой точностью, универсальностью и возможностью интеграции с цифровыми системами управления.

Основным орудием междурядной обработки является пропашной культиватор. Его конструкция включает раму; рабочие органы (лапы, ножи, долота); защитные диски; колёса регулировки глубины; систему крепления к трактору.

Рабочие органы могут быть стрельчатыми, плоскорежущими или долотообразными. Выбор типа зависит от почвенных условий и фазы развития культуры.

В последние годы активно применяются культиваторы с вращающимися рабочими органами (ротационные мотыги, фрезы). Они обеспечивают более интенсивное рыхление и эффективное уничтожение сорняков.

Современные машины позволяют совмещать междурядную обработку с внесением удобрений и средствами защиты растений. Это повышает экономическую эффективность и снижает количество проходов техники по полю.

Системы спутниковой навигации обеспечивают точность движения агрегатов до нескольких сантиметров. Решения компании Trimble широко применяются в сельском хозяйстве для автоматического управления техникой. Автопилотирование снижает утомляемость механизатора и повышает качество обработки междурядий.

Технологии машинного зрения позволяют распознавать культурные растения и сорняки в реальном времени. Камеры и алгоритмы обработки изображений обеспечивают точное позиционирование рабочих органов.

Использование датчиков влажности, плотности и температуры почвы позволяет регулировать глубину обработки в зависимости от условий. Данные передаются в информационные системы хозяйства для анализа и планирования.

Механизация позволяет заменить десятки рабочих единиц одной машиной. Это особенно важно в условиях дефицита рабочей силы.

Качественная междурядная обработка способствует формированию мощной корневой системы и снижению конкуренции со стороны сорняков, что увеличивает урожайность культур. Механическое уничтожение сорняков уменьшает потребность в химических средствах защиты растений.

Современные технологии направлены на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Снижение химической нагрузки способствует сохранению биоразнообразия. Минимизация уплотнения почвы достигается за счёт применения широкопрофильных шин и рациональной организации движения техники.

Важными элементами междурядной обработки почвы являются подготовка техники и оптимальные сроки проведения работ. Перед началом работ проводится регулировка глубины обработки, проверка состояния рабочих органов и систем управления. Обработка проводится в фазе 2–6 листьев у большинства пропашных культур. Запаздывание может привести к повреждению корневой системы [1-6].

Качественная обработка характеризуется равномерной глубиной рыхления, отсутствием повреждений растений и полной подрезкой сорняков.

Будущее междурядной обработки связано с развитием роботизированных систем. Автономные аграрные роботы способны работать круглосуточно с высокой точностью. Интеграция спутниковых данных, беспилотных летательных аппаратов и аналитических платформ позволит оптимизировать агротехнологические процессы.

Таким образом механизация междурядной обработки почвы является важным направлением развития современного сельского хозяйства. Применение высокотехнологичных машин, цифровых систем управления и элементов точного земледелия обеспечивает повышение производительности, экономической эффективности и экологической устойчивости агропроизводства. В условиях глобализации и роста требований к качеству сельскохозяйственной продукции внедрение инновационных технологий становится необходимым условием конкурентоспособности аграрного сектора.

Обзор технических средств для междурядной обработки почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [7-14].

Литература

1. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / Т. Я. Ашихмина, М. А. Зайцев, Г. Я. Кантор [и др.]. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. – ISBN: 5-85271-032-6.

2. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
3. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
5. Мухамадьяров, Ф. Ф. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – №2. – С. 18-21.
7. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
8. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2005. – № 6. – С. 15-16. – EDN KVTOQJ.
9. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1996. – № 3. – С. 34-35. – EDN KUOMMV.
10. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ). – EDN NRYHKZ.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3 (3). – С. 80-86. – EDN YLWLPU.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
13. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Междунар. научно-технической конференции (3-5 октября 2000 г.). К 70-летию ВИЭСХ. Москва, 2000. Ч.1. С. 24-34.
14. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-практической конференции, Москва, 03–05 октября 2000 года. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34. – EDN UMGZOH.

УДК 636.085.5

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ

Назаров М. Д. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена современным аспектам приготовления концентрированных кормов для животных. Рассмотрены основные понятия и значение концентратов в рационе крупного рогатого скота, свиней и птицы, их классификация на энергетические и белковые корма, а также использование комбикормов как сбалансированных рационов. Особое внимание уделено качеству сырья, требованиям к его влажности, безопасности и сохранности, а также технологическим этапам производства: очистке, сушке, измельчению, дозированию и смешиванию. Описаны методы обработки кормов — экструдирование, гранулирование, плющение и пропаривание, позволяющие повысить усвояемость и питательную ценность.

Ключевые слова: концентрированные корма, комбикорма, технологии кормопроизводства, балансирование рационов, методы обработки

Приготовление концентрированных кормов — это сложный технологический процесс, направленный на получение высокопитательных смесей, обеспечивающих животных необходимой энергией, белком, витаминами и минеральными веществами. Такие корма играют ключевую роль в интенсивном животноводстве, поскольку позволяют точно

Концентрированные корма — это корма с низким содержанием влаги (обычно до 14%) и клетчатки (до 18%), но с высокой концентрацией питательных веществ. Их основное назначение — восполнение дефицита энергии и белка в рационе животных[1].

Они делятся на две основные группы:

Энергетические корма — зерновые культуры (кукуруза, пшеница, ячмень, овёс), содержащие большое количество углеводов.

Белковые корма — бобовые культуры (соя, горох, люпин), а также продукты переработки (шроты, жмыхи), богатые протеином.

В современных хозяйствах концентраты часто используются в виде комбикормов — сбалансированных смесей, учитывающих потребности конкретных видов животных.

Вопрос качества сырья для приготовления концентрированных кормов сегодня выходит далеко за рамки узкопроизводственной темы. Речь идёт не просто о соблюдении технологических норм, а о фундаменте всей системы животноводства. Именно от того, какое сырьё поступает в переработку, зависит не только эффективность кормов, но и здоровье животных, а в конечном итоге — качество продукции, попадающей на стол потребителя.

К базовым требованиям, казалось бы, давно известным, сегодня предъявляются всё более жёсткие условия. Сырьё должно быть полностью свободным от плесени, грибков и токсинов, включая опасные микотоксины, которые способны незаметно подрывать здоровье животных. Не менее важен показатель влажности: превышение уровня в 13–14% создаёт благоприятную среду для развития патогенной микрофлоры и резко снижает сроки хранения.

Отдельного внимания заслуживает состояние самого зерна. Его сохранность, высокая всхожесть и отсутствие повреждений — это не просто формальные критерии, а реальные показатели качества, влияющие на питательную ценность будущего корма. Любые отклонения здесь оборачиваются потерями — как биологическими, так и экономическими.

Не допускается и наличие посторонних примесей — камней, металлических частиц, мусора. На первый взгляд, это техническая деталь, но на практике именно такие «мелочи» могут привести к серьёзным последствиям: от поломки оборудования до ухудшения качества конечного продукта.

В современных условиях особое значение приобретает контроль безопасности сырья.

Игнорирование этого этапа становится недопустимой роскошью. Заражённое или некачественное сырьё — это прямой риск заболеваний животных, снижения их продуктивности и, как следствие, экономических убытков. Поэтому строгий контроль на всех этапах — от приёмки до переработки.

Технология приготовления концентрированных кормов сегодня — это не просто набор производственных операций, а чётко выстроенная система, от которой напрямую зависит эффективность всего животноводства. Каждый этап здесь имеет принципиальное значение, и любая ошибка способна обернуться серьёзными последствиями — от снижения качества продукции до прямых экономических потерь.

Первым рубежом становится очистка сырья. Именно здесь закладывается основа будущего корма. Зерно проходит через современные системы сепарации, магнитные улавливатели и воздушные потоки, освобождаясь от пыли, мусора и металлических включений. Речь идёт не только о повышении качества продукции, но и о безопасности самого производства: пренебрежение этим этапом чревато выходом из строя дорогостоящего оборудования и нарушением всего технологического процесса.

Следующий этап — сушка, и его значение в современных условиях только возрастает. Повышенная влажность сырья остаётся одной из главных угроз в кормопроизводстве. Именно она создаёт идеальную среду для развития плесени и бактерий, сокращает сроки хранения и ставит под сомнение безопасность корма. Поэтому соблюдение норм влажности — это не формальность, а обязательное условие стабильной работы хозяйства.

Особое место занимает измельчение — процесс, который напрямую влияет на усвояемость корма и, как следствие, на продуктивность животных. Сегодня уже очевидно: универсальных решений здесь не существует. Для птицы требуется мелкий помол, обеспечивающий максимальную доступность питательных веществ. Свиноводство ориентируется на средний уровень измельчения, тогда как для крупного рогатого скота предпочтителен более грубый помол.

При этом важно понимать: крайности недопустимы. Чрезмерно мелкая структура корма может спровоцировать проблемы с пищеварением, тогда как слишком крупные частицы снижают эффективность его использования. Таким образом, речь идёт не просто о механической операции, а о тонкой настройке, требующей учёта биологических особенностей животных и строгого соблюдения технологических параметров.

Этап дозирования и смешивания по праву считается сердцем всего процесса приготовления концентрированных кормов. Именно здесь формируется тот самый сбалансированный продукт, от которого зависит здоровье животных и экономическая эффективность хозяйства. В современных условиях этот процесс уже невозможно представить без высокой точности и автоматизации.

Каждый компонент вводится в строго выверенных пропорциях. Любое отклонение — даже минимальное — способно нарушить баланс рациона и привести к ощутимым последствиям: от снижения продуктивности до проблем со здоровьем животных. Поэтому на смену ручному труду пришли автоматические дозаторы и смесители, которые обеспечивают равномерность состава и стабильность качества на каждом этапе производства.

Именно в этот момент корм приобретает свою функциональную завершённость. В смесь вводятся витамины — такие как A, D, E и группа B, обеспечивающие нормальное развитие и устойчивость организма. Добавляются минеральные вещества — кальций, фосфор, натрий, без которых невозможно формирование костной ткани и поддержание обменных процессов. Особую роль играют аминокислоты, в частности лизин и метионин, которые являются ключевыми элементами белкового питания.

Современные технологии также предусматривают использование ферментов и пробиотиков. Эти компоненты позволяют повысить усвояемость корма, улучшить работу пищеварительной системы и снизить нагрузку на организм животных.

Таким образом, дозирование и смешивание — это не просто технический этап, а сложный и ответственный процесс, требующий точности, контроля и понимания

биологических потребностей животных. Именно здесь закладывается эффективность всего кормления и, по сути, определяется конечный результат работы всего хозяйства.

Методы обработки кормов сегодня играют ключевую роль в обеспечении их качества, безопасности и усвояемости. Современное животноводство уже не может обойтись исключительно сырым зерном — только технологически обработанный корм способен полностью раскрыть свой потенциал и принести максимальную пользу животным.

Одним из самых эффективных способов считается экструдирование (рисунок 1). Этот метод предполагает обработку сырья при высокой температуре и давлении. Результат впечатляет: разрушаются антипитательные вещества, крахмал становится более доступным для переваривания, а патогенные микроорганизмы полностью уничтожаются. Проще говоря, корм становится безопасным и легко усвояемым, что напрямую отражается на здоровье и продуктивности животных.



Рисунок 1 – Экструдер

Не менее важен процесс гранулирования. Здесь корм прессуется в компактные гранулы, что решает сразу несколько задач. Во-первых, снижаются потери при транспортировке и хранении. Во-вторых, повышается поедаемость — животные охотнее потребляют аккуратно сформированный корм. И, наконец, гранулы исключают возможность того, что животные будут выбирать только отдельные компоненты, обеспечивая равномерное поступление всех питательных веществ.

Для зерновых культур широко применяются методы плющения и пропаривания[2]. Эти процедуры повышают усвояемость корма, частично разрушают оболочки зерна, облегчая доступ к питательным веществам, и улучшают вкусовые качества продукта. Благодаря этому даже привередливые животные охотнее потребляют корм, что положительно сказывается на их росте и продуктивности.

Таким образом, обработка кормов — это не просто технологический этап. Это стратегический инструмент, позволяющий сделать рацион животных безопасным, питательным и максимально эффективным. Именно эти методы превращают привычное зерно и компоненты в полноценный корм, способный обеспечить здоровье, рост и высокую продуктивность животных.

Балансирование рационов — ключевой момент в современном кормопроизводстве, напрямую влияющий на здоровье и продуктивность животных. Сегодня уже недостаточно просто соединить зерно, белковые добавки и витамины. Рацион должен быть тщательно рассчитан с учётом множества факторов, иначе весь труд по приготовлению концентрированных кормов может оказаться напрасным.

В первую очередь учитывается вид животного. Крупный рогатый скот, свиньи и птица имеют разные потребности в энергии, белке и микроэлементах, и рацион для каждой группы формируется индивидуально. Не менее важны возраст и масса животного — молодые особи нуждаются в питании, обеспечивающем рост, взрослые — в рационе для поддержания продуктивности и здоровья.

Отдельное внимание уделяется уровню продуктивности: надои, привесы, яйценоскость — все эти показатели определяют количество и соотношение питательных веществ в корме. А физиологическое состояние животного — будь то рост, лактация или беременность — диктует дополнительные требования к рациону. Игнорирование этих факторов может обернуться серьёзными последствиями.

Нарушение баланса в рационе приводит к очевидным проблемам. Снижается продуктивность, возрастает риск заболеваний — например, ацидоза у крупного рогатого скота, а также наблюдается перерасход кормов, что ударяет по экономике хозяйства.

Сегодня балансирование рационов — это не просто наука, это стратегический инструмент управления животноводческим производством. Правильный рацион обеспечивает здоровье животных, эффективность кормления и экономическую стабильность, превращая концентрированные корма из обычного продукта в мощный ресурс для развития фермерского хозяйства.

Хранение концентрированных кормов — один из тех этапов, о которых часто забывают, но от которых напрямую зависит их качество, безопасность и эффективность. Даже самый тщательно приготовленный корм может потерять свои свойства, если игнорировать правила хранения.

Прежде всего, важна температура — она не должна превышать 20 °C. Избыточное тепло создаёт благоприятные условия для развития микроорганизмов и самосогревания корма. Не менее критична влажность воздуха: уровень выше 70 % повышает риск появления плесени и снижения питательной ценности продукта.

Необходимо обеспечить защиту от грызунов и насекомых, которые не только портят корм, но и могут быть переносчиками опасных заболеваний. Также важна регулярная вентиляция складов — только свежий поток воздуха помогает поддерживать стабильные условия и предотвращает образование зон с повышенной влажностью.

При длительном хранении контроль состояния корма становится особенно актуальным. Даже небольшие нарушения режима могут привести к самосогреванию, развитию плесени и потере питательной ценности. Сегодня грамотное хранение кормов — это не формальность, а обязательное условие стабильного, безопасного и эффективного кормопроизводства.

Экономическое значение концентрированных кормов сегодня трудно переоценить. Они стали не просто элементом рационального кормления, а инструментом повышения эффективности всего животноводства.

Использование таких кормов позволяет ускорить рост животных, обеспечивая им полноценное питание в каждый период жизни. Они способствуют повышению продуктивности — будь то молоко у коров, мясо у свиней или яйца у птицы. При этом грамотное применение концентратов помогает снизить себестоимость продукции, оптимизировать использование кормовых ресурсов и сделать производство более рентабельным.

Однако здесь важна мера и точность. Избыток концентратов не только экономически невыгоден, но и может быть вреден для здоровья животных. Поэтому ключ к успеху — грамотное, сбалансированное применение этих кормов, основанное на научных расчётах и понимании потребностей каждой группы животных. Именно так концентрированные корма превращаются из обычного продукта в эффективный инструмент развития и экономической стабильности фермерского хозяйства.

Приготовление концентрированных кормов — это научно обоснованный и технологически сложный процесс, от которого во многом зависит эффективность животноводства. Современные методы обработки и точное балансирование рационов позволяют максимально раскрыть генетический потенциал животных и обеспечить стабильное производство качественной продукции.

Литература

1. Влияние воздушного потока на рабочий процесс дробилок зерна закрытого типа с пневматической загрузкой / А. В. Алешкин, С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев [и др.]. – Нижний Новгород : Юникопи, 2021. – 294 с. – ISBN 978-5-6047013-3-1. – EDN FNEWHP.
2. Булатов, С. Ю. Исследование влияния коэффициента перекрытия камеры измельчения молотковой дробилки зерна на ее аэродинамические характеристики / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 8 (15). – С. 3-11. – EDN PELDTH.
3. Определение усилия со стороны ножа при резании с качением корнеклубнеплодов в измельчителе с горизонтальным вращающимся диском / П. А. Савиных, А. В. Алешкин, С. Ю. Булатов, Р. А. Смирнов // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 3 (23). – С. 62-75. – EDN WXHCZP.
4. Моделирование мощности вертикального лопастного смесителя на основе статистических выражений / М. В. Фомина, В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 3 (8). – С. 50-56. – EDN WXTKWX.
5. Коновалов, В. В. Обоснование расположения распылителей компонентов в смесительных устройствах / В. В. Коновалов // Достижения науки и техники АПК. – 2004. – № 2. – С. 28-29. – EDN VYSMTP.
6. Курочкин, А. А. Устройство для ввода жира в концентрированные корма / А. А. Курочкин, В. В. Коновалов, К. М. Мишин // Комбикорма. – 2002. – № 7. – С. 24. – EDN VXUCFN.
7. Солонщиков, П. Н. Разработка конструкции смесителя для приготовления жидких кормовых смесей / П. Н. Солонщиков // Основные направления развития техники и технологий в АПК : VII Всероссийская научно-практическая конференция, Княгинино, 17 декабря 2015 года. – Княгинино : Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 2016. – С. 313-315. – EDN GIZAXJ.
8. Солонщиков, П. Н. Влияние режимов работы установки для приготовления смесей на показатель полноты растворения / П. Н. Солонщиков // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды, стандартов ЕС и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза : XXII Международная научная конференция, Варшава, 20–21 сентября 2016 года. – Варшава : Институт Технологических и Естественных наук в Фалентах, 2016. – С. 232-234. – EDN XYGDZN.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.
10. Никитин, Е. А. Разработка автоматизированной системы персонального дозирования концентрированных кормов для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 3 (32). – С. 80-86. – EDN SSQYCQ.
11. Никитин, Е. А. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 37-46. – EDN PKSAZR.

УДК 636.085.5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ

Назаров М. Д. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья подробно рассматривает организацию и технологию производства кормосмесей для сельскохозяйственных животных. Описаны основные типы кормов: сухие концентрированные, влажные рассыпные, жидкие и смеси с использованием пищевых отходов. Для каждого типа приведены последовательности технологических операций — от приема и хранения сырья до измельчения, дозирования, смешивания, термообработки и выдачи готового корма животным.

Особое внимание уделено механизации процессов: приводятся схемы работы кормоцехов типа КОРК-15 и комбикормовых установок по проектам 801–460 и 801–461. Рассматривается оборудование для измельчения, дозирования и смешивания кормовых компонентов, а также методы обогащения кормов мелассой и карбамидом. Отдельно рассматриваются особенности кормления крупного рогатого скота, размеры стойл, нормы выдачи кормов и использование заменителей молока для молодняка.

Материал имеет практическое значение для технологов комбикормовых заводов, фермеров и специалистов по животноводству, позволяя рационально организовать приготовление и раздачу кормов с учетом физиологических потребностей животных.

Ключевые слова: кормосмеси, комбикорм, механизация кормоцехов, сухие и влажные корма, корнеплоды, силос

Приготовление кормов для животных — это не просто набор операций, а настоящая наука, обеспечивающая здоровье и продуктивность скота. Сегодня существуют проверенные технологические схемы, которые помогают рационально организовать весь процес[1].

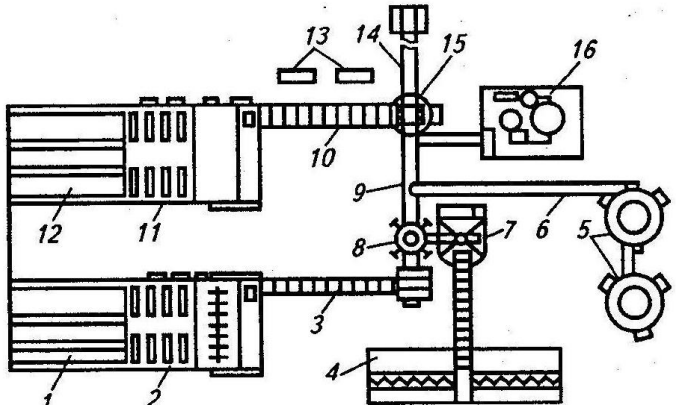
Сухие концентрированные корма, например, проходят несколько этапов: сначала сырье принимают и хранят, затем тщательно очищают от примесей, после чего измельчают и дозируют. Далее ингредиенты смешиваются, а полученная смесь либо хранится и отпускается, либо превращается в гранулы или брикеты для удобства использования.

Влажные рассыпные смеси, состоящие из комбикорма, корнеплодов, зелёного корма или силоса, готовятся немного иначе. После приема и хранения сырья компоненты дозируются и тщательно перемешиваются, а готовый корм сразу поступает в кормушки. Особенно важно, что смеси с большим содержанием корнеплодов и зелени следует готовить не позже чем за два часа до раздачи, чтобы сохранить свежесть и питательные свойства.

Жидкие корма из комбикорма и воды также имеют свои особенности: после хранения и дозирования они смешиваются и сразу выдаются животным, что обеспечивает удобство и равномерность питания.

Отдельное внимание уделяется смесям с использованием пищевых отходов в свиноводстве. Здесь процессы более сложные: после приема сырье измельчается, проходит стерилизацию, дозируется, смешивается и охлаждается, а готовый корм подается в кормушки. Важно соблюдать сроки: стерилизованная смесь готовится не ранее чем за четыре часа до скармливания и охлаждается до температуры не выше 47°C, чтобы обеспечить безопасность и качество.

Для жвачных животных незаменимы кормоцехи типа КОРК-15. На комбикормовых заводах процесс выглядит впечатляюще: солома в тюках выгружается с транспортных средств, затем частично измельчается специальными барабанами и рыхлится, после чего транспортируется на сборочную ленту с точным дозированием. Здесь начинается волшебство — компоненты смешиваются в нужных пропорциях, чтобы каждый грамм корма был максимально полезен для животных.

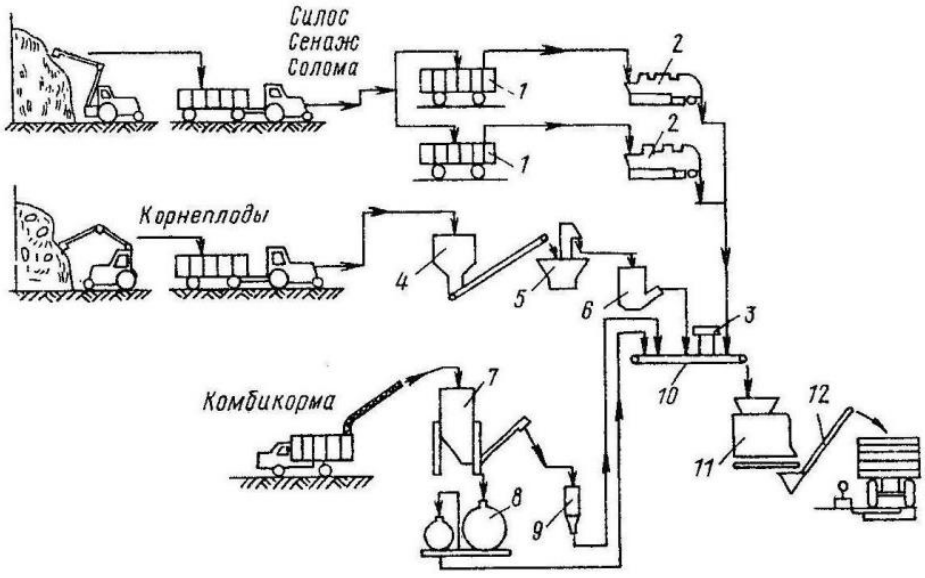


1 – лоток питателя загрузчика грубых кормов ПДК-Ф-3; 2 – подающий транспортёр питателя-загрузчика грубых кормов; 3 – скребковый транспортёр; 4 – транспортёр корнеклубнеплодов ТК-5Б; 5 – бункер-дозатор БСК-10; 6 – шнековый транспортёр; 7 – измельчитель корнеклубнеплодов ИКМ-Ф-10; 8 – дозатор корнеклубнеплодов; 9 – сборный транспортёр ТЛ-65А; 10 – скребковый транспортёр; 11 – подающий транспортёр питателя-загрузчика силоса; 12 – лоток питателя силоса; 13 – пульт управления; 14 – выгрузной транспортёр; 15 – измельчитель-смеситель кормов ИСК-3А; 16 - оборудование для приготовления мелассы и карбамида ОМК-4

Рисунок 1 – Схема комплекта оборудования КОРК-15

Собранные на непрерывно движущемся транспортере 9 компоненты кормосмеси послойно подаются этим транспортером в измельчитель-смеситель 15. Сюда же при необходимости через его форсунки из оборудования поступает раствор мелассы, карбамида и других обогатительньих добавок.

Равномерно перемешанные и дополнительно измельченные в измельчителе-смесителе 15 корма в виде однородной массы выгрузным транспортером 14 выгружаются в кормораздатчики. Далее их отвозят для раздачи животным.



1 – кормораздатчик КТУ-10; 2 – дозаторы стебельчатых кормов ДСК-30; 3 - электромагнит ЭМ; 4 – транспортёр корнеплодов ТК-5,0Б; 5- измельчитель-камнеуловитель ИКМ-5; 6 – дозатор сочных кормов ДС-15; 7 – бункер сухих кормов БСК-10; 8 – смеситель карбамида с мелассой СМ-1,7; 9 – дозатор концкормов ДК-10; 10 – трансоптёр ленточный ТЛ-65; 11 – измельчитель-смеситель ИС-30 (ДИС-1М); 12 – транспортёр ТС-40М

Рисунок 2 – Технологическая схема кормоцеха (типовой проект 801 – 460)

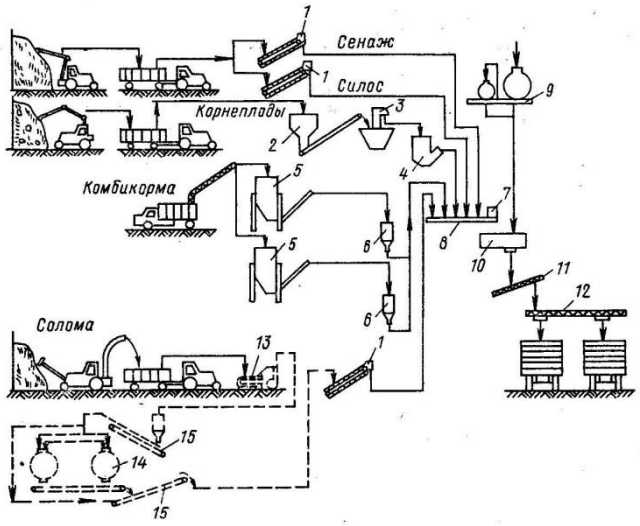
Комбикормовые установки на 1200-2000 голов, разработанные гипрониз-фермой (типовой проект 801-461). На рисунке 3 показана технологическая схема этой кормовой

культуры.

Грубый корм, предварительно измельченный вилочным погрузчиком ПСК-5 или ФН-1,4, поступает в КТУ10, затем измельчается в ИГК-Ц0В и распределяется по воздушному трубопроводу в смесителе С-12А. Термообработку крупнозернистого корма проводят в смесителе С-12А. После термообработки крупнозернистые корма выгружаются конвейером ТС-40 М в корморазда тчик КПГ-10.46.15.

Предварительно измельченные силосы ПСК-5 будут загружены на платформу дозирования СПГ 10.46.15, откуда они будут дозированы на сборочную линию ТЛ-65.

Корнеплоды и клубни из емкости для сбора ТЗ-5.0Б подаются в емкость для сбора ИКМ-5, где их очищают, промывают, измельчают до нужного размера, затем в дозатор сочных кормов ДС-15, а затем на конвейерную ленту ТЛ-65.



1 – питатели-дозаторы КПГ-10.46.15; 2 – транспортёр корнеплодов ТК-5Б; 3 – измельчитель камнеуловитель ИКМ-5; 4 – дозатор сочных кормов ДС-15; 5 – бункера сухих кормов БСК-10; 6 – дозаторы концкормов ДК-10; 7 - электромагнит; 8 – транспортёр ТЛ-65; 9 – смеситель карбамида с мелассой СМ-1,7; 10 – смеситель С-30 (ДИС-1М, ИС-30, ИСК-3); 11 – шнек загрузочный ШВ-30; 12 – шнек распределительный ШР-30; 13 – измельчитель грубых кормов ИГК-30Б (РСС-6Б); 14 – смеситель кормов С-12; 15 – транспортёры скребковые ТС-40М

Рисунок 3 – Технологическая схема кормоцеха (типовой проект 801 – 461)

То, как содержатся животные и птица, какие рационы они получают и какой состав кормов используется, напрямую влияет на выбор техники и средств механизации при приготовлении и раздаче кормов. От этих факторов зависит не только продуктивность, но и здоровье животных.

На молочных фермах сегодня чаще всего применяют круглогодовое стойловое привязное содержание, когда скот не покидает коровник, либо комбинируют стойловое содержание с пастбищным выгоном. Существуют также стойлово-лагерные фермы и хозяйства с беспривязным содержанием, где животные могут свободно перемещаться.

Очень важно правильно организовать пространство внутри коровника. Так, стандартные стойла для коров имеют длину от 1,6 до 1,9 метра и ширину 1,0–1,2 метра. В родильных отделениях стойла больше — до 2 метров в длину и 1,5 метра в ширину, чтобы создать максимально комфортные условия для новорождённых телят.

Научные исследования и опыт практиков показывают, что при раздаче таких кормов, как сено, солома и силос, можно кормить по всему фронту кормления. А вот концентраты и корнеклубнеплоды требуют более точного подхода: их выдача должна быть нормированной для каждой группы коров, с учётом физиологического состояния, продуктивности и возраста животных.

Молодняк крупного рогатого скота требует особого внимания: для него эффективным и безопасным решением являются заменители цельного молока, которые помогают обеспечивать рост и развитие без риска для здоровья.

Анализ технологических схем приготовления кормов показывает, что эффективность кормления напрямую зависит от правильной организации процессов приема, хранения, измельчения, смешивания и раздачи кормов. Использование современных кормоцехов и комбикормовых установок позволяет автоматизировать эти процессы, обеспечивая равномерное качество кормосмесей и экономию трудозатрат.

При выборе способа приготовления и раздачи кормов необходимо учитывать вид кормов, их гранулометрический состав, режимы содержания животных и физиологические особенности каждой группы. Для крупного рогатого скота эффективны нормированные раздачи концентратов и корнеклубнеплодов, а для молодняка — использование заменителей цельного молока.

Таким образом, внедрение современных технологических схем и оборудования способствует повышению продуктивности животных, улучшению условий их содержания и рациональному использованию кормовых ресурсов.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Разработка конструкции смесителя для приготовления жидких кормовых смесей / П. Н. Солонщиков // Основные направления развития техники и технологий в АПК : VII Всероссийская научно-практическая конференция, Княгинино, 17 декабря 2015 года. – Княгинино : Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 2016. – С. 313-315. – EDN GIZAXJ.
2. Солонщиков, П. Н. Влияние режимов работы установки для приготовления смесей на показатель полноты растворения / П. Н. Солонщиков // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды, стандартов ЕС и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза : XXII Международная научная конференция, Варшава, 20–21 сентября 2016 года. – Варшава : Институт Технологических и Естественных наук в Фалентах, 2016. – С. 232-234. – EDN XYGDZN.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.
4. Влияние воздушного потока на рабочий процесс дробилок зерна закрытого типа пневматической загрузкой / А. В. Алешкин, С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев [и др.]. – Нижний Новгород : Юникопи, 2021. – 294 с. – ISBN 978-5-6047013-3-1. – EDN FNEWHP.
5. Булатов, С. Ю. Исследование влияния коэффициента перекрытия камеры измельчения молотковой дробилки зерна на ее аэродинамические характеристики / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 8 (15). – С. 3-11. – EDN PELDTH.
6. Определение усилия со стороны ножа при резании с качением корнеклубнеплодов в измельчителе с горизонтальным вращающимся диском / П. А. Савиных, А. В. Алешкин, С. Ю. Булатов, Р. А. Смирнов // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 3 (23). – С. 62-75. – EDN WXHCZP.
7. Моделирование мощности вертикального лопастного смесителя на основе статистических выражений / М. В. Фомина, В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 3 (8). – С. 50-56. – EDN WXTKWX.

УДК 620.97

КЛАССИФИКАЦИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК И АКТУАЛЬНОСТЬ ИХ ВНЕДРЕНИЯ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Наймушин Д. А. – магистрант 2 года обучения
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В Кировской области стремительно развивается направление биогазовых установок (БГУ), направленных на решение ключевых проблем утилизации органических отходов животноводства и растениеводства. Современные биогазовые установки не только помогают снизить нагрузку на экосистему, но и обеспечивают сельское хозяйство возобновляемыми источниками энергии и качественными органическими удобрениями.
В свою очередь, непостоянные шумы бывают: колеблющиеся во времени (воющие), прерывистые, импульсные (следующие друг за другом с интервалом более 1 сек).

Центральным звеном любой биогазовой установки выступает герметичный сосуд — метантенк (биореактор), где происходит контролируемое анаэробное сбраживание органических материалов. Процесс сопровождается образованием биогаза, представляющего собой смесь метана и углекислого газа, пригодную для последующего использования в качестве топлива. Поддержание заданной температуры (около 30–35 °C или 52–55 °C) и тщательное перемешивание обеспечивают высокую продуктивность реакций и выработку максимального количества биогаза. Благодаря внедрению биогазовых технологий [13] повышается качество и конкурентоспособность продукции, улучшается экология региона, создаются дополнительные рабочие места и формируется основа для нового этапа устойчивого социально-экономического развития территории. В результате проделанных исследований комплексов установок, произведенных как отечественными, так и производителями из ближнего и дальнего зарубежья предлагаем следующую структурную классификацию этих установок (рисунок 1)

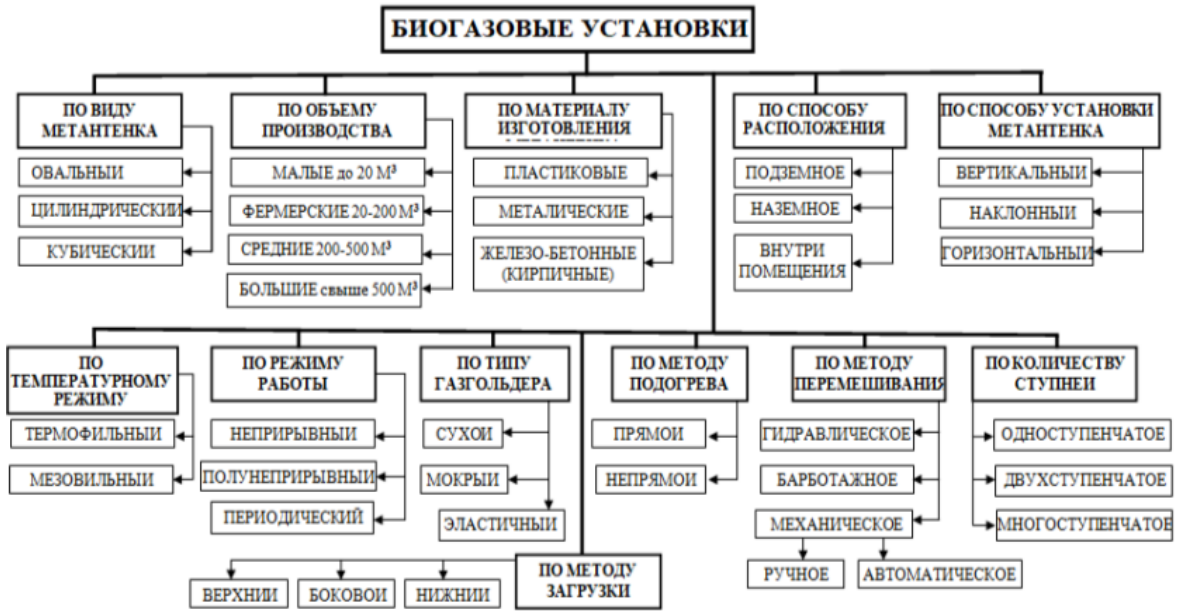


Рисунок 1 – Структурная классификация биогазовых установок

Соответственно отсюда следует материалы изготовления метантенков: в большинстве случаев в изготовлении резервуаров для брожения субстрата используются подручные материалы, как метал или железо бетон (кирпич), а пластиковые материалы используются как сказано выше небольших объемов что не целесообразны в производстве большого объема для производственных целей. По объему производства можно подразделить на следующие:

- малые, семейного типа: для индивидуального производства и потребления объем реактора до 20 м3 ;
- фермерские: для фермерских и кооперативных хозяйств с поголовьем КРС не менее 100-200 голов, для производства объем реактора от 20 до 200 м3 ;
- средние-200 - 500 м3 ;
- большие - свыше 500 м3 : как средние и больше объемные используется для получения газа из канализационных стоков жизнедеятельности больших городов [10].

Одним из важнейших этапов внедрения биогазовых технологий в Кировской области является правильное определение характеристик будущих установок. Учитывая специфику региона — развитое сельское хозяйство и умеренно-холодный климат с продолжительными зимами, — ключевым моментом становятся рациональное размещение биореактора и оптимальный температурный режим для переработки органического материала.

На практике применяют три способа размещения биореакторов. Подземное размещение минимизирует [14] влияние погодных условий и обеспечивает естественную термоизоляцию, что особенно ценно в холодное время года, однако существенно усложняет доступ к обслуживанию установки. Наземное размещение — более удобный и распространённый вариант: он позволяет оперативно проводить профилактические мероприятия и ремонт, но требует дополнительной теплоизоляции для защиты от низких температур. Установка внутри помещения применяется в регионах с суровым климатом, так как надёжно защищает оборудование от неблагоприятных внешних воздействий; этот способ оптимален для интеграции в существующие животноводческие комплексы Кировской области. Не менее важен выбор формы исполнения биореактора. Вертикальные установки компактны и эффективны, занимают минимум площади и хорошо вписываются в существующие инфраструктуры, что делает их наиболее практичными для Кировской области, особенно на ограниченных участках вблизи ферм. Горизонтальные установки просты в эксплуатации и обслуживании, часто используются на небольших фермах, где не требуется максимальная компактность. Наклонные установки менее популярны, но обладают преимуществами при работе с большими объёмами отходов, позволяя эффективнее управлять потоками субстрата [9].

Эффективность работы биогазовой установки во многом определяется соблюдением определённого температурного режима. В практике используют два основных варианта. Мезофильный режим (температура 30–35∘ С) характеризуется более медленным процессом сбраживания, но обеспечивает стабильную работу микроорганизмов и умеренные энергозатраты на подогрев — он оптимален для большинства хозяйств Кировской области, где важна надёжность и простота обслуживания. Термофильный режим (температура 52–55∘ С) отличается ускоренным темпом разложения органики и более высоким выходом биогаза, однако предъявляет повышенные требования к контролю и поддержке температуры, что увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты [6…8]. Для поддержания нужного теплового баланса применяют специальные теплообменники, работающие как на водной основе, так и на электрических источниках питания. В условиях Кировской области целесообразно комбинировать эти методы: использовать водяные теплообменники с подогревом от когенерационных установок или от альтернативных источников тепла, а в малых хозяйствах — электрические нагреватели с терморегуляторами для точного поддержания режима [11…12].

Для Кировской области наиболее перспективными являются вертикально ориентированные биореакторы с наземным или внутрицеховым размещением и мезофильным температурным режимом — такая конфигурация обеспечит оптимальное сочетание компактности, энергоэффективности и удобства обслуживания, позволяя эффективно перерабатывать органические отходы животноводства и растениеводства в ценный энергетический ресурс.

Одной из значимых составляющих эффективной работы биогазовых установок (БГУ) является правильная организация подогрева субстрата. Нагрев сырья [13] необходим для

поддержания оптимальной температуры анаэробного сбраживания, что улучшает активность микроорганизмов и повышает выход биогаза.

Метод прямого подогрева предусматривает подачу горячего теплоносителя (чаще всего воды или пара) непосредственно в массу сбраживаемого субстрата. Подача пара в массе неэффективна и экономически невыгодна, так как требует специального дорогостоящего оборудования для генерации пара и усложняет техническую эксплуатацию всей установки. Несмотря на это, прямой подогрев целесообразен при наличии субстрата с большим содержанием твёрдых компонентов, когда необходима дополнительная вода для разбавления и доведения массы до подходящей консистенции [1].

Перемешивание субстрата внутри реактора играет важную роль в распределении тепла и питательных веществ, необходимых бактериям для активного метаболизма. Используются различные способы перемешивания:

- Механический способ: Включает вращающуюся мешалку, приводимую в движение электродвигателем. Может осуществляться вручную или автоматически посредством программы автоматизации.
- Гидравлический способ: Осуществляется перекачиванием верхних слоев субстрата в нижние с помощью насоса. Требует наличия отдельного насоса и связано с дополнительным потреблением электроэнергии.
- Барботажный способ: Основан на прокачке выработанного биогаза через толщу жидкого субстрата, вызывая турбулентность и перемешивание. Этот метод более сложен в эксплуатации и требует специальной компрессорной техники.

Собранный биогаз временно хранят в специальных сооружениях — газгольдерах. Конструктивные особенности газгольдеров влияют на их эффективность и стоимость:

- Мокрый газгольдер: Представляет собой резервуар с водяным затвором, создающим естественный барьер, препятствующий выходу газа наружу. Заполнение и опорожнение осуществляется с помощью компрессора.
- Сухой газгольдер: Не требует водного барьера, в нем накопленный газ находится под избыточным давлением, создаваемым специальным механизмом. Такое исполнение дороже, но удобнее и эффективнее.
- Эластичный газгольдер: Изготавливается из гибких полимерных материалов, способных растягиваться и сжиматься при изменении объема газа [2...5]. Является бюджетным решением, используемым на небольших фермах и индивидуальных хозяйствах.

Изучив конструктивные и технологические аспекты существующих биогазовых установок, мы приходим к выводу, что основное стремление разработчиков и пользователей направлено на создание простых в эксплуатации и высокоэффективных систем. Оптимизация технологических решений позволяет получать максимальное количество биогаза с минимальным воздействием на окружающую среду. Грамотный выбор каждого элемента конструкции позволит достичь максимума производительности и экономической отдачи от биогазового проекта в условиях Кировской области.

Литература

1. Курбанов, Р. Ф. Научные направления развития биологизации земледелия, реализуемые в ФГБОУ во Вятский ГАТУ / Р. Ф. Курбанов // Инновации и достижения в сельском хозяйстве : материалы III Всероссийской национальной научно-практической конференции, Киров, 21 декабря 2021 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – С. 130-133.

2. Кононов, С. А. Способы предпосевной обработки семян / С. А. Кононов, А. В. Созонтов // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов XX Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 12 марта 2021 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – С. 122-126.

3. Леконцева, Т. А. Использование биопрепаратов на льне-долгунце / Т. А. Леконцева, Е. С. Лыбенко // Вестник Вятского ГАТУ. – 2021. – № 4 (10).

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Энергосберегающие аспекты получения продовольственных ресурсов и кормов / Ф. Ф. Мухамадьяров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 82-86.

5. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к анализу факторов взаимодействия "растение – среда" / Ф. Ф. Мухамадьяров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 77-81.

6. Саитов, В. Е. Проблемы и перспективы инновационного развития растениеводства агропромышленного комплекса / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов // Современные проблемы науки и образования : материалы Международных научных конференций, проведенных Академией Естествознания (продолжающееся издание), Москва, 12 октября 2019 года – 03 2020 года. – Москва : Издательский Дом Академии Естествознания, 2020. – Т. XVIII. – С. 61-62.

7. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

8. Мирошниченко, И. В. Повышение эффективности переработки осадков сточных вод в биогаз / И. В. Мирошниченко, Е. В. Снеговой // Биология в сельском хозяйстве. – 2019. – № 1 (22). – С. 36-40.

9. Масленников, С. Г. Биогаз: пофазное расщепление субстрата / С. Г. Масленников // Молодежная наука 2017: технологии и инновации : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 13–17 марта 2017 года / ФГБОУ ВО "Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова". – Пермь : ИПЦ Прокростъ, 2017. – Ч. 1. – С. 342-344.

10. Кононенко, С. И. Производство биогаза и удобрений на животноводческих фермах / С. И. Кононенко, Н. П. Ледин, Е. Л. Мурадова // Вестник аграрной науки Дона. – 2013. – № 1 (21). – С. 45-53.

11. Седых, П. С. Использование биогаза на нужды современного сельскохозяйственного кластера / П. С. Седых // Образование, наука, производство, Белгород, 20–22 октября 2015 года / Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2015. – С. 1343-1348.

12. Острейко, А. А. Факторы, влияющие на повышение выхода биогаза / А. А. Острейко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сборник научных трудов. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2024. – С. 208-212.

13. Азимжанов, Е. И. Способы хранения биогаза / Е. И. Азимжанов, А. А. Ковалев, Д. А. Ковалев // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 4 (14). – С. 175-180.

УДК 631.861

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭФФЛЮЕНТА В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Наймушин Д. А. – магистрант 2 года обучения
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Если у Вас есть свое приусадебное хозяйство и Вы содержите живность, значит, на Вашем дворе постоянно накапливается навоз, используя который для получения биологического газа − метана, Вы можете иметь бесплатное топливо и отказаться полностью или частично от дорогого покупного газа либо от дров или угля.

Ключевые слова: биогаз, биомасса, метантенк, расщепление, сбраживание

Получение биогаза из органических отходов [11] основано на их свойствах выделять горючий газ в результате так называемого «метанового сбраживания» в анаэробных (без доступа воздуха) условиях. Биогаз, образующийся при метановом сбраживании, представляет собой смесь, состоящую из 50−80 % газа метана, 20−50 % углекислого газа, примерно 1 % сероводорода, а также незначительного количества некоторых других газов (азота, кислорода, водорода, аммиака, закиси углерода и др.). В свою очередь, «метановое сбраживание» происходит при разложении органических веществ в результате жизнедеятельности двух основных групп микроорганизмов.

Одна группа микроорганизмов, обычно называемая кислотообразующими бактериями, или бродильными микроорганизмами, расщепляет сложные [14] органические соединения (клетчатку, белки, жиры и др.) в более простые, при этом в сбраживаемой среде появляются первичные продукты брожения − летучие жирные кислоты, низшие спирты, водород, окисид углерода, уксусная и муравьиная кислоты и др. Эти менее сложные органические вещества являются источником питания для второй группы бактерий − метанообразующих, которые превращают органические кислоты [12] в требуемый метан, а также углекислый газ и др. Как кислотообразующие, так и метанообразующие бактерии встречаются в природе повсеместно, в частности в экскрементах животных. Считается, что в навозе крупного рогатого скота имеется полный набор микроорганизмов, необходимых для его сбраживания. И подтверждением этому является то, что в рубце и кишечнике жвачных животных постоянно идет процесс метанообразования. Следовательно, нет необходимости применять для получения биогаза чистые культуры метанообразующих бактерий для того, чтобы вызвать процесс брожения. Достаточно лишь обеспечить уже имеющимся в субстрате бактериям подходящие условия для их жизнедеятельности.[1]

Для создания таких условий органические отходы [15] сбраживаются в специальных бродильных камерах (биореакторах), где поддерживают строго анаэробную среду, а также соответствующие температурный и кислотный (pH) режимы, давление.

Биогазовая установка – установка, работающая на любом виде органического сырья, целевым продуктом деятельности которой является биогаз. В настоящее время используется или разрабатывается около 60 разновидностей биогазовых технологий [5].

Основа любой биогазовой установки – биореактор (рисунок 1). К его конструкции предъявляются достаточно жесткие требования. Так, корпус должен быть прочным при абсолютной [10] герметичности стенок. Обязательны хорошая теплоизоляция стенок и их способность надежно противостоять коррозии. При этом необходимо предусмотреть возможность загрузки и опорожнения реактора, а также доступ к его внутреннему пространству для обслуживания. Биомасса (отходы или зеленая масса) подается в загрузочный бункер, где происходит еѐ перемешивание. От качества приготовления субстрата зависит не только эффективность, но и возможность работы биогазовой установки. Технология подготовки биомассы сводится к измельчению отходов для качественного улучшения еѐ структуры и повышения однородности. Расщепление органики [13] на отдельные составляющие и превращение в метан может проходить лишь во влажной среде, поскольку бактерии могут перераба-

тывать вещества только в растворенном виде. В этой связи брожение твердых субстратов должно происходить с добавлением воды.



Рисунок 1 – Биореактор

Из загрузочного бункера измельченная масса доставляется в биореактор, где происходит равномерное перемешивание массы (механическое, пневматическое или гидравлическое). Общая схема биогазовой установки представлена на рисунок 2.

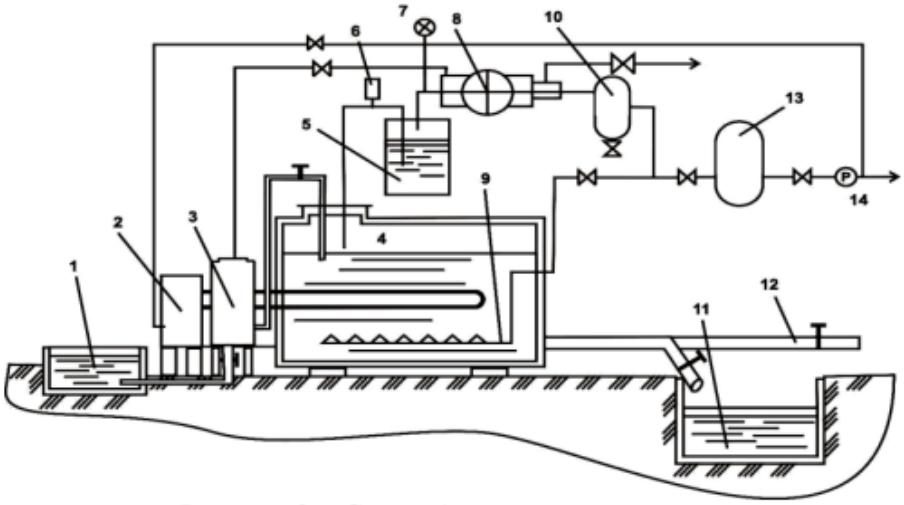


Рисунок 2 − Схема биогазовой установки:
1 − приемник навоза; 2 – водонагревательный котел; 3 − бункер загрузочный; 4 – биореактор; 5 − водяной затвор; 6 – предохранительный клапан; 7 – манометр; 8 – компрессор; 9 − мешалка; 10 – ресивер; 11 – хранилище для биоудобрений; 12 − отвод трубы для загрузки в транспорт; 13 – газгольдер; 14 – редуктор

Кроме газа на выходе из биореактора получаются ещѐ и биоудобрения (компостированный и жидкий субстрат). Переброженная масса – это готовые экологически чистые жидкие и твердые биоудобрения, лишенные нитритов, семян сорняков, патогенной микрофлоры, яиц [9] гельминтов, специфических запахов. При использовании таких сбалансированных биоудобрений урожайность повышается на 30−50 %. Обычный навоз, барду или другие отходы нельзя эффективно исполь- 25 зовать в качестве удобрения 3−5 лет. При использовании же биогазовой установки биоотходы перебраживают и переброженная масса тут же может использоваться как высокоэффективное биоудобрение. Дело даже не только в экологии, а в простой выгоде. В обычных биоотходах (например, навозе) минеральные вещества связаны химически с органикой, что осложняет усвоение их растениями. Для примера, минерализация в природном навозе 40 %. В переброженной массе минерализация 60 %. Т.е. минералы уже больше несвязанны органикой.[2]

Какие выгоды от биогазовой установки? Переработка отходов – это в первую очередь

система очистки, которая при этом сама себя окупает и еще приносит прибыль.

Переработка отходов в биогазовой установке позволяет получить:

1. Газ

2. Электроэнергию. Из 1 м3 биогаза в генераторе можно выработать > 2 кВт электроэнергии

3. Теплоту. Теплоту от охлаждения генератора или от сжигания биогаза можно использовать для обогрева предприятия, технологических целей, получения пара, сушки семян, сушки дров, получения кипяченой воды для содержания скота. Возле биогазовых установок можно возрождать и ставить новые теплицы. Теплоту [4] можно получать как при сжигании газа специально [8], так и отбирать при охлаждении электрогенератора. Например, можно отапливать 2 га теплиц только от одного охлаждения электрогенератора, т. е. не сжигая газ [7] специально для получения теплоты. В себестоимости тепличных огурцов, помидоров, цветов 90 % затрат – это теплота и удобрения. Выходит, что возле биогазовой установки теплица может работать с 300−500 % рентабельностью. Теплота также может использоваться для приведения в действие испарителей рефрижераторов, например, для охлаждения свежего молока на молочных фермах или для хранения мяса, яиц

4. Топливо для автомобилей. После доочистки биогаза получается биометан (90…95 % метана, остальное CO2). Биометан ничем не отличается от природного газа по составу или свойствам. Отличие только в происхождении. Сегодня уже существует огромная сеть заправочных метановых станций. В условиях подорожания солярки использование метана становится более выгодным [3]. Биогаз, полученной в собственной ферме или подворье, если не полностью, то хотя бы частично может обеспечить потребности сельских жителей, владельцев дачных и садовых участков в топливе и электроэнергии [6].

Литература

1. Биогазовый эффлюент – основа органического земледелия / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко, И. В. Маракулина // Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения : сборник научных трудов I Национальной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – С. 178-181.

2. Биологизация сельскохозяйственного производства – основа рационального природопользования / Е. С. Лыбенко, Т. А. Леконцева, Р. Ф. Курбанов [и др.] // Современные достижения в развитии сельского хозяйства : материалы I научно-практической конференции с Международным участием, посвященной 75-летию со дня рождения профессора Геннадия Петровича Дудина, Киров, 07 июля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 108-115.

3. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. –С. 194-197.

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Энергосберегающие аспекты получения продовольственных ресурсов и кормов / Ф. Ф. Мухамадьяров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 82-86.

5. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к анализу факторов взаимодействия "растение – среда" / Ф. Ф. Мухамадьяров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров ; Вятский ГАТУ, 2025. – С. 77-81.

6. Саитов, В. Е. Проблемы и перспективы инновационного развития растениеводства агропромышленного комплекса / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов // Современные проблемы науки и образования : материалы Международных научных конференций, проведенных Академией Естествознания (продолжающееся издание), Москва, 12 октября 2019 года – 03 2020 года. – Москва : Издательский Дом Академии Естествознания, 2020. – Т. XVIII. – С. 61-62.

7. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. –С. 83-86.

8. Мирошниченко, И. В. Повышение эффективности переработки осадков сточных вод в биогаз / И. В. Мирошниченко, Е. В. Снеговой // Биология в сельском хозяйстве. – 2019. – № 1 (22). – С. 36-40.

9. Масленников, С. Г. Биогаз: пофазное расщепление субстрата / С. Г. Масленников // Молодежная наука 2017: технологии и инновации : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 13–17 марта 2017 года / ФГБОУ ВО "Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова". – Пермь : ИПЦ Прокростъ, 2017. – Ч. 1. – С. 342-344.

10. Кононенко, С. И. Производство биогаза и удобрений на животноводческих фермах / С. И. Кононенко, Н. П. Ледин, Е. Л. Мурадова // Вестник аграрной науки Дона. – 2013. – № 1 (21). – С. 45-53.

11. Седых, П. С. Использование биогаза на нужды современного сельскохозяйственного кластера / П. С. Седых // Образование, наука, производство, Белгород, 20–22 октября 2015 года / Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2015. – С. 1343-1348.

12. Острейко, А. А. Факторы, влияющие на повышение выхода биогаза / А. А. Острейко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сборник научных трудов. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2024. – С. 208-212.

13. Азимжанов, Е. И. Способы хранения биогаза / Е. И. Азимжанов, А. А. Ковалев, Д. А. Ковалев // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 4 (14). – С. 175-180.

14. Шогенов, Ю. Х. Потенциал использования биогаза в регионах аграрной специализации / Ю. Х. Шогенов, И. Х. Гайфуллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы : труды III международной научно-практической конференции, Казань, 22 мая 2019 года. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 204-209.

15. Патент № 2499049 C2 Российская Федерация, МПК C12P 5/02, C12N 1/38. Способ получения биогаза с контролируемыми концентрациями микроэлементов : № 2009147178/10 : заявл. 29.05.2008 : опубл. 20.11.2013 / Х. Экснер, А. Леммер, Д. Рамхольд [и др.]. – EDN PNTHZZ.

УДК 531.8

РАСЧЕТ РЕАКТИВНОГО КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА В РУЛЕВОМ УПРАВЛЕНИИ АВТОМОБИЛЯ

Напольских К. А. – обучающийся 1 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Особенностью конструкции трансмиссии переднеприводных автомобилей ВАЗ является применение приводов разной длины для левого и правого колес ведущих колес. Это приводит к возникновению реактивного момента, который в конечном итоге ощущается водителем на рулевом колесе автомобиля. В статье приведено обоснование расчета такого реактивного момента.

Ключевые слова: крутящий момент, силовой расчет механизмов, теоретическая механика, теория механизмов и машин

Передний привод – самый популярный тип трансмиссии благодаря экономичности, простоте управления и обслуживания. Основные преимущества включают отличную проходимость на скользких дорогах за счет веса двигателя на ведущей оси, увеличенный салон без центрального тоннеля и более низкую стоимость производства. Особенностью конструкции трансмиссии переднеприводных автомобилей ВАЗ является применение приводов разной длины для левого и правого колес ($b_л$ = 0,3 м, $b_{пр}$ = 0,6 м). Это является следствием несимметричного расположения главной передачи относительно продольной оси автомобиля. Приводы при этом будут располагаться под разным наклоном относительно горизонтали (рисунок 1).

Рассчитаем реактивное усилие на рулевом колесе при движении под нагрузкой для автомобиля Лада Гранта [1-5].

Рассчитаем крутящие моменты, передаваемые от коробки передач на приводы колес при движении на первой передаче для режима максимального крутящего момента двигателя

$$M_{пр} = M_{лев} = M_{дв} \cdot i \cdot \eta / 2, \quad (1)$$

где $M_{пр}$ – крутящий момент на правом приводе, Н·м,

$M_л$ – крутящий момент на левом приводе, Н·м,

$M_{дв}$ – максимальный крутящий момент двигателя, Н·м,

i – передаточное отношение трансмиссии на первой передаче,

η – коэффициент полезного действия трансмиссии

$$M_{пр} = M_{лев} = 130 \cdot 13{,}4 \cdot 0{,}93 / 2 = 435 \text{ Н·м}. \quad (2)$$

Так как приводы расположены под углом к горизонту эти моменты будут раскладываться на горизонтальные составляющую, действующую вокруг оси колеса, и вертикальную составляющую, действующую вокруг оси поворота.

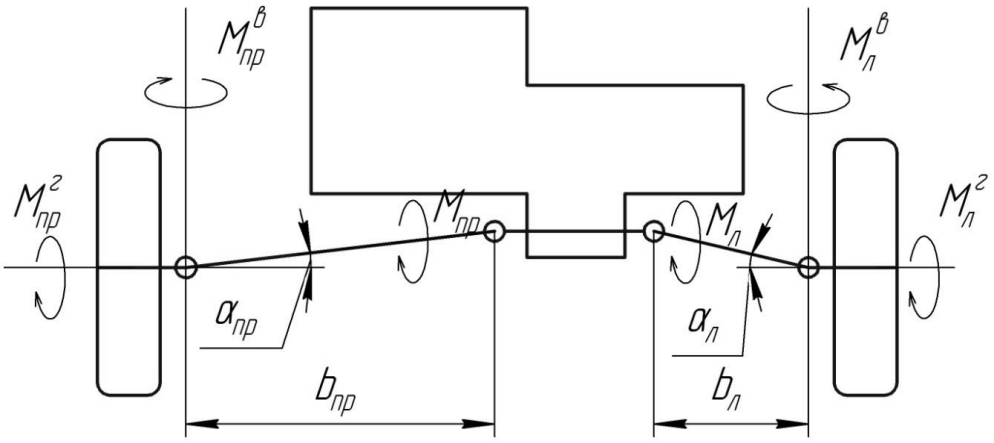


Рисунок 1 – Расчетная схема

Вследствие разной величины углов наклона левого и правого приводов ($\alpha_{пр}$ = 6,5°, $\alpha_{л}$ = 13°) значения вертикальных составляющих будут отличаться.

Найдем вертикальные составляющие на правой и левой оси поворота

$M^{в}_{пр} = M_{пр} \cdot \sin\alpha_{пр} = 49{,}2$ Н·м, (3)

$M^{в}_{л} = M_{л} \cdot \sin\alpha_{л} = 97{,}5$ Н·м. (4)

Рассчитаем усилия на рулевых тягах (рисунок 2):

на левой $F_{л} = M^{в}_{л}/l = 696$ Н, (5)

на правой $F_{пр} = M^{в}_{пр}/l = 353$ Н. (6)

где l = 0,14 м – длина рулевого рычага.

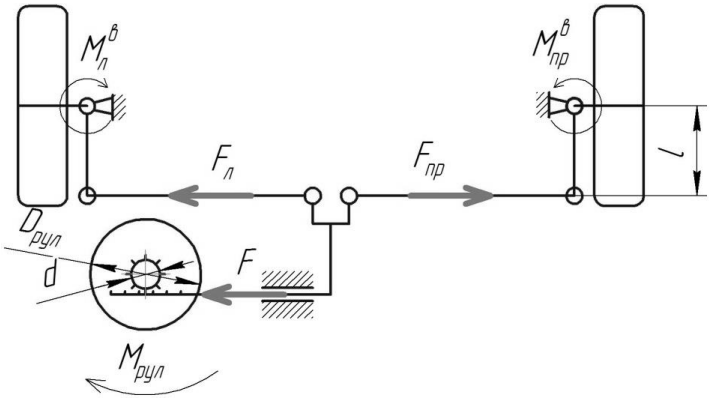


Рисунок 2 – Расчетная схема вертикальных моментов

Результирующее усилие на рулевой рейке найдется по формуле

$F = F_{л} - F_{пр} = 343$ Н. (7)

Данное усилие будет стремиться сдвинуть рейку рулевого механизма влево и повернуть рулевое колесо по часовой стрелке [6-17].

Рассчитаем возникающий реактивный момент на рулевом колесе

$M_{рул} = F \cdot d/2$, (8)

где d =0,013 м – делительный диаметр шестерни реечного рулевого механизма,

$M_{рул} = 343 \cdot 0{,}013/2 = 2$ Н·м. (9)

Найдем окружное реактивное усилие на рулевом колесе, воспринимаемое водителем

$F_{рул} = 2 M_{рул}/ D_{рул}$, (10)

где $D_{рул}$ =0,36 м – диаметр рулевого колеса,

$F_{рул} = 2 \cdot 2/ 0{,}36 = 11$ Н. (11)

Таки образом мы определили усилие на рулевом колесе, которое воспринимается водителем.

Литература

1. Гребнев, А. В. Расчет реактивного усилия на рулевом колесе автомобиля / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 96-98.

2. Гребнев, А. В. Исследование влияния величины микрошага на максимальную частоту вращения шагового двигателя / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 70-летию инженерного факультета, Киров, 14 февраля 2022 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – Вып. 18. – С. 36-39. – EDN GBERUP.

3. Качин, И. Е. Расчет энергии удара автоматического кернера / И. Е. Качин, Д. В. Ложкин, А. В. Гребнев // Тенденции инженерно-технологического развития

агропромышленного комплекса : материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2019. – С. 63-66. – EDN KJIRBH.

4. Гребнев, А. В. Особенности применения пид-регулятора для уравновешивания нестабильной механической системы / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 98-100. – EDN AHUZZE.

5. Гребнев, А. В. Определение углов пространственной ориентации мобильного робота / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 105-108. – EDN ERBJOS.

6. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.

7. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях/ В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С. 15-19. – EDN VLQGLM.

8. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.

9. Kozlov, A. N. Influence of ethanol on the combustion process and soot formation in the diesel cylinder / A. N. Kozlov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // Journal of Physics: Conference Series : International Scientific Conference "Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering - APITECH-2019", Krasnoyarsk, 25–27 сентября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. Vol. 1399. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 55051. – DOI 10.1088/1742-6596/1399/5/055051. – EDN NYRTZE.

10. Chuvashev, A. N. Influence of alcohol-fuel emulsions on effective indicators of the diesel depending on change of a corner of injection of fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12184. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012184. – EDN WCSUVY.

11. Chuvashev, A. N. Analysis of the use of methanol with a pilot portion diesel fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62089. – DOI 10.1088/1757-899X/862/6/062089. – EDN AQLMHW.

12. Chuprakov, A. I. The formation of soot in the cylinder of a diesel engine when operating on methanol-containing motor fuel / A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Insti-

tute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62087. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062087. – EDN DGUUSB.

13. Kopchikov, V. N. Reduced emission of nitrogen oxides by the diesel engine running on methanol and methyl ether of rapeseed oil / V. N. Kopchikov, A. V. Fominykh // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42028. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/4/042028. – EDN EFXOPH.

14. Фоминых, А. В. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизелях с использованием ДСТ / А. В. Фоминых // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 01–30 апреля 2014 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – С. 216-218. – EDN YHKCVF.

15. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1(45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.

16. Fominykh, A. V. Influence of crankshaft speed on biofuel combustion in a diesel engine / A. V. Fominykh, V. N. Kopchikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62065. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062065. – EDN HOXPRI.

17. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.

УДК 531.8

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАГРУЗЧИКОВ СЕЯЛОК НА БАЗЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ САМОСВАЛОВ

Непранов Л. С. – магистрант 1 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Механизация загрузки сеялок является важным резервом повышения производительности посевных работ. В статье представлен анализ современных конструкций загрузчиков, монтируемых на автомобильные самосвалы и тракторные прицепы. Рассмотрено 11 моделей отечественных производителей, составлена их сравнительная таблица по основным техническим характеристикам. Выполнена классификация по типу выгрузного органа, приводу, способу монтажа и наличию регулировок. Установлено, что наиболее перспективными являются гидрофицированные модели с регулируемым вылетом шнека и производительностью 20–30 т/ч. Результаты могут быть использованы при обосновании выбора загрузчика для конкретных условий хозяйства.

Ключевые слова: загрузчик сеялок; автомобильный самосвал; механизация посева; шнековый транспортер; гидропривод

Посев зерновых и технических культур требует точного соблюдения агротехнических сроков. Одним из сдерживающих факторов является ручная загрузка семян и удобрений в бункеры сеялок. На загрузку одной сеялки объёмом 3–4 м³ вручную затрачивается до 20–30 минут с привлечением 2–3 человек. Использование механизированных загрузчиков, агрегатируемых с автомобилями-самосвалами или тракторными прицепами, позволяет сократить это время до 3–5 минут, повысить производительность посевного агрегата в 5–10 раз и снизить физическую нагрузку на операторов [1, 2].

На российском рынке представлено множество моделей загрузчиков, отличающихся конструктивным исполнением, типом привода, производительностью и универсальностью. В связи с этим актуальной задачей является анализ и классификация существующих конструкций для обоснованного выбора рациональной схемы загрузчика применительно к условиям конкретного хозяйства.

Цель работы - анализ и классификация конструктивных особенностей загрузчиков сеялок на базе автомобильных самосвалов, выпускаемых отечественными производителями.

Объектом исследования являлись загрузчики сеялок шнекового и скребкового типов, монтируемые на место заднего борта самосвалов (ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ, МАЗ) и тракторных прицепов (2ПТС-4 и аналоги). Информационной базой послужили технические описания, каталоги и официальные сайты предприятий-изготовителей: ООО «ЭНЕРГОМАШПРОМ-АГРО» (модели ЗУС), ООО «Завод Автотехнологий» (ЗСНР-25-02), ОАО «Проммашремонт» (ЗБ-24), а также материалы компаний «Контактор», «Агристо», ФКУ ИК-2, ООО «Томаровский АРЗ» [1-3]. Использованы методы сравнительного анализа, систематизации и обобщения технических данных.

В результате сбора и обработки информации составлена сводная таблица основных моделей загрузчиков сеялок, представленных на российском рынке (таблица 1). Для обеспечения наглядности данные сведены по следующим параметрам: модель, производитель, рекомендуемое базовое шасси, тип привода, производительность (в тоннах в час), а также отмечены ключевые конструктивные особенности.

При отборе моделей для сравнительного анализа учитывалось их наличие на российском рынке в период 2020–2025 гг., а также полнота технических описаний в открытых источниках. Основными критериями включения в выборку являлись: агрегатирование с бортовыми самосвалами грузоподъёмностью от 3 до 15 т (ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ, МАЗ) и наличие гидравлического привода как наиболее распространённого типа для современных загрузчиков. Параметры для сравнения (производительность, тип рабочего органа, диапазон регулировок, масса) выбраны как наиболее значимые с точки зрения

эксплуатации и эффективности работы в полевых условиях. Информация собрана из официальных каталогов производителей и специализированных интернет-ресурсов [1-3].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика загрузчиков сеялок

Модель	Производитель	Базовое шасси	Производи-тельность, т/ч	Конструктивные особенности
ЗУС-С	ЭНЕРГОМАШПРОМ-АГРО	ЗиЛ, ГАЗ, КамАЗ, ПТС	12	Шнек нерегулируемый, навесной борт, масса 160 кг
ЗУС-ЗБС	ЭНЕРГОМАШПРОМ-АГРО	ЗиЛ, ГАЗ, КамАЗ, ПТС	20	Скребковый транспортер (травмобезопасный), регулируемый угол
ЗУС-Л	ЭНЕРГОМАШПРОМ-АГРО	ЗиЛ, ГАЗ, КамАЗ, ПТС	20	Шнек регулируется по углу наклона (вертикальный вылет 1,4–4,6 м), масса 175 кг
ЗУС-7К Бокосвал	ЭНЕРГОМАШПРОМ-АГРО	КамАЗ-бокосвал, прицеп-бокосвал	25	Скребковый, боковая выгрузка, вылет регулируется, масса 260 кг
ЗСНР-25-02	Завод Автотехнологий	ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ, 2-ПТС	20-25	Конусный корпус (цельногнутый лист 3 мм из стали 09Г2С), регулировка по высоте и углу, поворот шнека 180°, Ø210 мм, масса 260 кг
ЗБ-24	Проммашремонт	МАЗ	24	Диаметр шнека 200 мм, вылет 2000 мм, вертикальный вылет 2,7–3 м, масса 400 кг (производство прекращено в 2013 г.)
АЗС-30	Контактор	ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ	24-30	Складной шнек, вертикальный вылет до 3,5 м, масса 220 кг
ЗС-30	Агристо	Самосвалы, тележки	30	Диаметр шнека 220 мм, гидроцилиндр складывания, масса 230 кг
ЗСГ-2М	ФКУ ИК-2	ЗИЛ-ММЗ-4502	30	Два шнека (горизонтальный + наклонный), два гидромотора, длина 5000 мм
ЗС-2М	Томаровский АРЗ	ЗиЛ, ГАЗ, КамАЗ, 2ПТС-4, МАЗ	24-40	Складной шнек, вылет до 3200 мм, вертикальный до 4,3 м, масса 250 кг
ЗС-4Л	Томаровский АРЗ	ЗиЛ, ГАЗ, КамАЗ, 2ПТС-4, МАЗ	12-36	Реверсивная лебедка для регулировки вылета (до 4500 мм), масса 250 кг

Анализ табличных данных позволяет выделить следующие классификационные признаки и тенденции в развитии конструкций загрузчиков.

По типу рабочего органа доминируют шнековые транспортеры, как наиболее простые, надежные и обеспечивающие высокую производительность. Диаметр шнека варьируется от 170 до 220 мм, при этом увеличение диаметра до 210–220 мм (модели ЗСНР-25-02 [2], ЗС-30) позволяет достичь производительности 30 т/ч и более. Скребковые транспортеры (ЗУС-ЗБС, ЗУС-7К [1]) позиционируются как «щадящие» для семян, что актуально при работе с травмочувствительным посевным материалом (например, кукуруза, бобовые). По информации производителя, в конструкции используются прорезиненные скребки и угловые отверстия шнека для исключения травмирования семян [1].

По типу привода все современные модели оснащаются гидравлическим приводом от гидросистемы базового шасси. Чаще всего применяются гидромоторы типа МГП-160, что унифицирует конструкцию и облегчает подключение к отечественной технике. В моделях ЗУС используются гидромоторы M+S Hydraulic (Болгария), отличающиеся повышенной надежностью [1].

По способу монтажа подавляющее большинство загрузчиков выполнены в виде сменного заднего борта самосвальной платформы с выгрузкой назад. Однако существуют модификации для автомобилей с боковой разгрузкой (ЗУС-7К [1]), требующие конструктивной доработки приемного узла.

По наличию регулировок модели можно разделить на три группы: нерегулируемые (ЗУС-С) – простейшие, с фиксированным положением выгрузного шнека; с регулировкой угла наклона (ЗУС-Л [1], ЗСНР-25-02 [2], большинство современных) – позволяют адаптироваться к различной высоте загрузки сеялок; например, ЗУС-Л обеспечивает вертикальный вылет от 1,4 до 4,6 м [1]; с регулировкой вылета (ЗС-2М, ЗС-4Л, ЗСГ-2М) – обеспечивают максимальную гибкость при работе с широкозахватными агрегатами и разбрасывателями.

Важной характеристикой является универсальность агрегатирования. Многие производители (ЭНЕРГОМАШПРОМ-АГРО, Завод Автотехнологий, Томаровский АРЗ) комплектуют свои изделия набором крепежных элементов, позволяющих устанавливать загрузчик на различные марки самосвалов – от ГАЗ-53 до КамАЗ-65115 и тракторных прицепов 2ПТС-4 [1,2]. Это даёт возможность сельхозпредприятиям использовать загрузчики на имеющемся парке техники без дополнительных затрат на переоборудование.

Анализ патентной литературы [4,5] показывает, что основные конструктивные решения загрузчиков сеялок были заложены еще в 1980-х годах (механизмы синхронизации поворота шнека, способы крепления). Современные разработки направлены на повышение надежности, снижение металлоемкости и улучшение эргономики. Например, конусный корпус загрузчика ЗСНР-25-02, выполненный из цельногнутого листа, стали 09Г2С толщиной 3 мм, исключает сварные швы в зоне контакта с абразивным материалом и предотвращает деформации при эксплуатации [2]. Модель ЗБ-24, хотя и снята с производства [3], представляет исторический интерес и может служить базой для сравнения.

Сравнение моделей разных лет выпуска позволяет выявить тенденцию к увеличению функциональных возможностей загрузчиков. Если более ранние модели (ЗУС-С, ЗБ-24) имели ограниченные регулировки или были нерегулируемыми, то современные разработки (ЗСНР-25-02, ЗС-2М, ЗС-4Л) оснащаются гидравлическими механизмами изменения угла наклона и вылета шнека, что обеспечивает работу с широкозахватными посевными комплексами и разбрасывателями. Перспективными направлениями совершенствования можно считать дальнейшее снижение металлоёмкости (за счёт применения высокопрочных сталей, как в конусном корпусе ЗСНР-25-02), унификацию узлов подключения к гидросистемам разных марок автомобилей и внедрение систем автоматического управления положением выгрузного рукава.

Выполненный анализ 11 моделей загрузчиков сеялок отечественного производства показал, что все они используют гидравлический привод и монтируются на место заднего

борта самосвалов или прицепов. Наибольшее распространение получили шнековые транспортеры, обеспечивающие производительность от 12 до 40 т/ч.

По функциональным возможностям загрузчики подразделяются на нерегулируемые, с регулировкой угла наклона шнека и с изменяемым вылетом выгрузного устройства. Последние представляют собой наиболее универсальные конструкции, способные обслуживать различные типы посевных комплексов.

Установлено, что современные тенденции совершенствования загрузчиков включают: увеличение диаметра шнека до 220 мм для повышения производительности; использование цельногнутых конусных корпусов для улучшения выгрузки и долговечности; расширение диапазона регулировок для агрегатирования с широким спектром техники; применение гидромоторов повышенной надежности.

Для условий рядового сельскохозяйственного предприятия оптимальными можно считать модели производительностью 20–25 т/ч с гидравлическим приводом и регулируемым шнеком (например, ЗСНР-25-02, ЗС-2М, ЗУС-Л). Они обеспечивают баланс цены, производительности и универсальности, позволяя механизировать загрузку сеялок при посеве основных зерновых культур.

Литература

1. Загрузчик сеялок ЗУС (Зерноудалитель самосвальный) // ООО «ЭНЕРГОМАШПРОМ-АГРО». – Каталог: Загрузчики сеялок. – URL: http://www.emp-agro.ru/catalog/5 (дата обращения: 17.03.2026).

2. ЗСНР-25-02 Загрузчик сеялок регулируемый // ООО «Завод Автотехнологий». – Каталог продукции. – URL: https://zavavto.ru/catalog/detail/zagruzchik-seyalok-zsnr-25-02/ (дата обращения: 17.03.2026).

3. Загрузчик бортовой Проммашремонт ЗБ-24 // АгроБаза. – Каталог техники. – URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_c1ddc85d-fa97-402b-9d41-9930a8ae6007 (дата обращения: 17.03.2026).

4. Авторское свидетельство № 1296027 СССР, МПК А 01 С 7/00. Загрузчик сеялок : № 3969027/30-15 : заявл. 29.10.1985 : опубл. 15.03.1987 / В. И. Вялых, Н. В. Алдохин, Н. И. Бочаров [и др.].

5. Авторское свидетельство № 1628894 СССР, МПК А 01 С 7/00. Загрузчик сеялок : № 4680280/15 : заявл. 17.04.1989 : опубл. 23.02.1991 / В. И. Вялых, Н. И. Бочаров, Е. И. Даниленко [и др.].

УДК 621.31

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОЩЬ: РОЛЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СОВРЕМЕННЫХ ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ

Никитина А. Е. – студент
ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, г. Чебоксары, Россия

Аннотация. основная задача - показать, что электроэнергия стала ключевым фактором боеспособности современных вооруженных сил.

Ключевые слова: электроэнергия, вооруженные силы, боеспособность, энергообеспечение, военная инфраструктура, беспилотные системы, национальная безопасность

Современные вооружённые силы всё больше зависят от электронных систем: от навигационных модулей и средств радиосвязи до комплексов ПВО и ударных БПЛА. Даже танки, корабли, самолёты – оснащаются всё более энергоёмкими оборудованиями: Радарами, системами РЭБ, сигналами оповещения и многим другим.

По оценкам ряда военных аналитических центров, суточное энергопотребление современного мотострелкового батальона в активной фазе операции, может достигать 1-1,5 МВт, ч – сопоставимый уровень с небольшим городским микрорайоном. При этом до 30-40% отказов технического оборудования в полевых условиях связаны именно с проблемами энергообеспечения: разряженные аккумуляторы, выход из строя генераторов, несовместимые зарядные устройства.

Особую роль играет время восстановления энергосбережения. В отличие от боеприпасов, которые можно доставить партией, электроэнергию необходимо генерировать или хранить непрерывно. Перебой в питании на 15-30 минут может привести к: потери связи между подразделениями, сбоям в работе ГЛОНАСС/GPS-навигации, невозможности запуска БПЛА, остановке работы центров обработки разведданных

Таким образом, обеспечение стабильного и надёжного электропитания напрямую влияет на способность армии в выполнение боевых задач. Она напрямую влияет на готовность, устойчивость, наблюдаемость и управляемость – ключевые компоненты боеспособности [1-4].

Энергетическое обеспечение вооружения и средств поражения.

Современные системы вооружения всё в большей степени зависят от стабильного и мощного электропитания. Даже традиционное стрелковое вооружение всё чаще оснащаются оптико-электронными прицелами, лазерными указателями и цифровыми интерфейсами, что делает его независимым от источников энергии.

Традиционные управляемые комплексы, такие как ПТРК (Противотанковые ракетные комплексы) «Корнет» или «Штурм», уже на этапе подготовки к пуску требуют подачи питания на тепловизионный прицел, лазерный канал наведения и бортовую электронику ракеты. Новые поколения, включая «Корнет-ЭМ» оснащаются цифровыми каналами управления, что увеличивают электропотребление и предъявляет повышение требования к переносным источникам питания оператора.

Кроме того, Российские войска активно внедряют цифровые системы управлениям огнём, которые объединяют разведку, связь и огневые средства в единую сеть. Такие системы требуют постоянного электроснабжения на уровне взвода, роты, что стимулирует разработку унифицированных аккумуляторов.

Таким образом, электроэнергия перестала быть вспомогательным ресурсом, она стала критическим фактором боевой устойчивости, определяющих готовность, точность и автономность применения современного оружия – от переносного противотанкового до стратегических систем.

Энергетическое обеспечение беспилотных систем.

Беспилотные летательные, наземные и морские аппараты полностью зависят от электроэнергии. Время автономной работы, грузоподъемность и функциональность – ограничены ёмкостью бортовых источников питания. Большинство БПЛА используют литий ионные аккумуляторы, что создаёт нагрузку, подразделениям необходимо иметь запасные батареи или средства для их зарядки. Например, «Орлан-10» при полётной массе около 18 кг имеет время полета от 16 часов, что достигается за счёт комбинации аэродинамической эффективности и ёмких батарей (до 3-5 квтч).

Ударные БПЛА такие как «Герань-2» и «Ланцет» полностью зависит от электроэнергии. «Ланцет» использует электрический двигатель с питанием от электроэнергетических аккумуляторов, что обеспечивает бесшумный заход на цель и высокую точность. Однако время полёта ограничено (30-40 минут), что необходимо для развёртывания пусковых установок вблизи линии соприкосновения. «Герань-2», напротив, оснащён малогабаритным двигателем, но всё равно требует электропитания для старта, навигации (ГЛОНАСС) – в том числе на этапе планирования маршрута перед пуском. В России активно стараются развивать альтернативные источники энергии: Топливные элементы на базе водорода, Солнечные зарядные модули, Гибридные силовые установки.

Таким образом, энергетическое обеспечение беспилотных систем в РФ находится на этапе активной трансформации: от тактической зависимости импортных аккумуляторов – к созданию собственной, устойчивой и масштабируемой энергетической экосистемы [5-10].

Энергетическое обеспечение систем связи, управления и разведки

Современные российский системы связи, управления и разведки (СУР) представляют собой сложные цифровые комплексы, функционирование которые невозможно без стабильного и надёжного электропитания. Ключевым элементом инфраструктуры является автоматизированное рабочее место командира (АРМК), входящее в состав комплексов типа «Стрелец», «Азарт-Р», или «Единая тактическая система управления» (ЕТСУ).

Эти системы объединяют данные от БПЛА, наземных разведывательных постов, РЛС, спутниковой навигации (ГЛОНАСС) и средств радиоэлектронной борьбы. Для их работы требуется непрерывное питание напряжения 24-27 В постоянного тока при потребление от 300 до 800 Вт на одно АРМК. При развёртывании командного пункта роты или батальона суммарная нагрузка может достигать 3-5 кВт, что требует подключения к полевому генератору. Особую роль играют подвижные пункты управления на базе бронеавтомобилей («Тигр-М», «КамАЗ-6350») и железнодорожных платформ. Они оснащаются собственными дизель-генераторами установками, но в условиях маскировки часто вынуждены работать в режиме «молчания», отключая шумные генераторы и переходя на аккумуляторное питание.

В таком случае время автономной работы ограничено – это 2-4 часа работы. Таким образом, энергетическое обеспечение систем СУР в российских вооружённых силах становится не просто технической задачей, а оперативно-стратегическими факторами: от него зависит скорость принятия решения, устойчивость управления и в конечном счёте, исход боевых действий.

Инфраструктура, организация и тактика применения

Наличия источника энергии недостаточно; критически важной является инфраструктура для ее распределения – Вызовы энергообеспечения в полевых условиях

Энергообеспечение в полевых условиях остаётся одной из наиболее острых проблем современных вооружённых сил. Рост энергопотребления на тактическом уровне – от переносных средств связи до ударных БПЛА – не сопровождаются пропорциональным развитием мобильной генерации и хранения энергии, что создаёт системные уязвимости.

Главная проблема – зависимость от топливо зависимых генераторов. Основной парк полевых электростанций российской армии представлен дизель-генераторами типа АД-30, МГ-50, ЭД2-Т400. Эти установки шумные, создают тепловую сигнатуру, требуют регулярной доставки горючего и уязвимы к воздействию оружия. По данным Генштаба РФ, до 70% потерь в тыловых колоннах в зоне СВО связаны с перевозкой топлива и энергоресурсов. При этом один батальон в активной фазе операции может потреблять до 1-

1.5 тонн дизельного топлива в сутки только на генерацию электроэнергии. Отсутствие унификации источников питания, в российской армии одновременного эксплуатируются: переносные аккумуляторы, литий-ионные, никель-металлгидридные и кислотные батареи, устройства с напряжением от 12 до 220В. Ограниченная автономность при маскировке.

В условиях активного противодействия противник использует радиолокационные, тепловые и акустические средства обнаружения. Уязвимость к нетрадиционным угрозам, объекты всё чаще становятся мишенью для: Дронов-камикадзе, кибератак, электромагнитного импульса. Таким образом, в полевых условиях энергообеспечение сталкивается с триадой вызовов: логистической уязвимостью, растущими угрозами. Без системного подхода к созданию энергетических решений боеспособность даже самых современных подразделений будет ограничена их способностью получать и использовать электроэнергию в реальных боевых условиях.

Алгоритм развертывания любого энергоузла включает несколько этапов: выбор и инженерную подготовку замаскированной позиции с учетом удаленности от переднего края и удобства подъезда; установку и камуфляж источников энергии с применением шумопоглощающих и тепло маскировочных средств; прокладку и маскировку кабельных линий; приоритетное подключение потребителей (в первую очередь систем связи и управления); и, наконец, организацию обороны и охранения объекта средствами ПВО и пехоты.

Электроэнергия и национальная безопасность

Энергетическая независимость в военной сфере приобретает особое значение. От неё зависит не только боеспособность армии, но и устойчивость к технологическому давлению, способность к мобилизации и суверенитет в области оборонных технологий. Боеспособность подразделения всё чаще определяется не количеством боеприпасов, а наличие заряженных аккумуляторов и работающих генераторов. В ходе современных конфликтов наблюдается устойчивая тенденция: Подразделения, которые оснащены цифровыми системами теряют эффективность уже через 12-24 часа автономной работы без подзарядки. Это особенно критично для разведывательных групп, мобильных командных пунктов и операторов БПЛА.

Генераторы, аккумуляторные станции, линии электропередач и даже сами устройства становятся целями: Их подавляют с помощью дронов-камикадзе (FPV), артиллерийским огнём, кибератаками, СВЧ-оружиями, когда КП или РЛС выходит из строя из-за перебоя с питанием, то энергосбережение становится точкой приложения силы. Также армия сталкивается с «умной» техникой, такая техника потребляет намного больше энергии, тем становится сложнее поддерживать её в полевых, а то и боевых условиях. Доставка топлива для генераторов – создаёт длинные, уязвимые колонны, которые по сей день становятся лёгкой мишенью, это вынуждает командование либо снижать интенсивность применения техники, либо искать альтернативные варианты, такие как: топливные элементы, модульные аккумуляторы.

Немаловажным фактором, усугубляющим проблему энергообеспечения это отсутствие унификации источников питания и интерфейсов зарядки. В пределах одной вооружённой силы могут применяться десятки, а то и сотни типов аккумуляторных батарей, электрических разъемов.

Это очень сильно замедляет развёртывание технических средств, усложняет организацию технического обслуживания и повышает вероятность операционных ошибок в условиях стресса и ограниченного времени на принятие решения.

Вооружённые силы, которые не обладают возможностью надёжного и автономного обеспечения электроэнергий в реальных боевых условиях, теряют способность к устойчивому управлению подразделения, введение разведки и инициированию действий.

Следовательно, уровень развития и устойчивость военной энергетической инфраструктуры становится объективным индикатором общей боеспособности и, в конечном счёте, - фактором безопасности [11-15].

Литература

1. Верещак, А. В. Анализ работы ионного отопления / А. В. Верещак, С. Н. Мардарьев // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства : материалы V Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2023. – С. 20-27.
2. Иванова, А. А. Сравнительный анализ устройств защиты от импульсных перенапряжений / А. А. Иванова, Д. А. Осипов, А. В. Верещак // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов : в 3 ч. – Чебоксары, 2023. – Ч. 3. – С. 250-255.
3. Стогов, Д. В. Порядок приема в эксплуатацию электрических машин / Д. В. Стогов, А. В. Верещак // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов : в 3 ч. – Чебоксары, 2023. – Ч. 3. – С. 352-358.
4. Ларкин, С. В. Молниезащита сельскохозяйственных объектов / С. В. Ларкин, А. В. Верещак, Т. М. Григорьева // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства : материалы V Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2023. – С. 408-412.
5. Акулова, Т. Н. Применение процесса моделирования при расчете проектируемых устройств / Т. Н. Акулова, С. Н. Мардарьев, А. В. Верещак // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации : материалы II Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2023. – С. 468-470.
6. Михайлов, А. Ю. Сравнительный анализ силовых кабелей при использовании в сельскохозяйственном производстве / А. Ю. Михайлов, А. В. Верещак // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов,Чебоксары, 05–06 марта 2020 года : в 2 ч. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – Ч. 2. – С. 111-115. – EDN GUBLYF.
7. Верещак, С. Б. Средства индивидуальной мобильности: проблемы правового регулирования участия в дорожном движении и административной ответственности / С. Б. Верещак, А. В. Верещак, Л. А. Абрамова // Право и практика. 2020. – № 4. – С. 75-78.
8. Верещак, А. В. Использование предохранителей в сельскохозяйственных электроустановках / А. В. Верещак // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2019. – С. 61-65.
9. Ларкин, С. В. О перспективах использования постоянного тока / С. В. Ларкин, А. В. Верещак, Т. Н. Акулова // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации : материалы II Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2023. – С. 514-515.
10. Верещак, А. В. Обзор использования уличного освещения / А. В. Верещак, Е. Л. Белов, С. В. Ларкин // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации : материалы II Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2023. – С. 485-488.
11. Белов, Е. Л. Система «теплый пол» для обогрева почвы в теплицах / Е. Л. Белов, А. В. Верещак, С. Ю. Николаев // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации : материалы II Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2023. – С. 476-478.
12 Верещак, А. В. Анализ производительности автомобилей / А. В. Верещак, Е. Л. Белов, С. В. Ларкин // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России : материалы III Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2023. – С. 294-296.

13. Ларкин, С. В. Специальная оценка условий труда работников АПК / С. В. Ларкин, А. В. Верещак, Т. М. Григорьева // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства : материалы VI Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 233-238.
14. Верещак, А. В. Проблемы литий - ионных аккумуляторов / А. В. Верещак, С. Н. Мардарьев, С. В. Ларкин // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации : материалы III Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2024. – С. 273-276.
15. Капитонов, Г. Н. Автоматический транспорт: достижения и проблемы самоуправляемых автомобилей / Г. Н. Капитонов, А. В. Верещак // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : материалы Международной студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов : в 4 ч. – Чебоксары, 2024. – С. 351-356.

УДК 631.331

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Новокшонова Е.А. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассматривается технологии и средства механизации, применяемые для междурядной обработки овощных культур, направленные на повышение продуктивности сельского хозяйства и снижение трудовых затрат. Особое внимание уделено методам борьбы с сорняками, поддержанию оптимальной структуры почвы и защите растений от неблагоприятных факторов внешней среды.

Ключевые слова: междурядная обработка, сельскохозяйственные машины, овощные культуры

Овощные культуры — сельскохозяйственные растения, выращиваемые человеком ради получения съедобных сочных продуктивных органов, объединяемых под кулинарным понятием «овощи».

Хозяйственная классификация овощных культур по комплексу признаков (продуктовых органов и продолжительности жизни):

- капустные растения – капуста белокочанная, краснокочанная, савойская, кольраби, листовая (включая декоративную), цветная, брокколи;
- плодовые – томат, баклажан, перец, физалис, огурец, тыква, кабачок, патиссон, арбуз, дыня;
- корнеплодные – свёкла, морковь, петрушка, сельдерей, пастернак, репа, редька, редис, брюква;
- луковые – лук репчатый, порей, шалот, чеснок;
- листовые (зеленные) – капуста пекинская, китайская, японская, салат, укроп, шпинат, перечная мята, базилик, чабер, майоран.

Для междурядной обработки овощных культур используют специальные технологии и средства механизации, которые позволяют рыхлить почву, уничтожать сорняки и создавать условия для роста растений [1-6].

Культивирование представляет собой направленные действия по практическому совершенствованию или технологическому изменению, позволяющие достичь лучших характеристик или конечного результата в определенной сфере деятельности.

Некоторые технологии междурядной обработки овощных культур:

- Создание мульчированного слоя на поверхности почвы, что предотвращает образование грунтовых трещин, через которые интенсивно испаряется влага.
- Уничтожение сорняков механическими методами, что заменяет применение гербицидов.
- Разрыхление почвы для улучшения воздухообмена и доступа воды к корням.
- Формирование гребней определённой формы и грядковой структуры почвы в них, что важно для некоторых культур (например, картофеля).
- Механизированное прореживание и одновременное рыхление поперёк строк в условиях острой нехватки влаги в почве, чтобы снизить плотность насаждений культурных растений.
- Междурядная обработка проводится многократно при одном цикле возделывания культур в зависимости от агротехнических требований, погодных условий и состояния почвы.

Специальные культиваторы, применяемые при междурядной обработке, могут одновременно выполнять рыхление почвы, разрушение почвенной корки (мешающей прорастанию растений), подрезание корневой системы появившихся сорняков, окучивание стеблей возделываемых культур, а также одновременное внесение минеральных удобрений или химических средств для защиты насаждений от вредителей.Для междурядной обработки

овощных культур используют навесные культиваторы. Они состоят из рамы, установленной на опорно-приводные колёса, грядилей, предназначенных для крепления рабочих органов — лапы. Некоторые модели:

- КРН-1,4 — навесной ротационный культиватор для обработки посевов на грядах, выполненных грядоделателями-сеялками ГС-1,4. Оборудован защитными приспособлениями от присыпания культурных растений почвой, ботвоотводами, направляющими рабочими органами, фиксирующими откосы гряды.

- КОР-4,2 — культиватор-растениепитатель овощной для междурядной обработки овощных культур на ровной поверхности, грядах и гребнях пассивными рабочими органами с внесением минеральных гранулированных удобрений.

- ФПУ-4,2 — фрезерный культиватор для обработки междурядий 45, 60 и 70 см, обеспечивает хорошее рыхление поверхности почвы в междурядьях и более полное уничтожение сорняков.

- УСМК-5,4 поставляют заказчику с легкими посевными боронками, защитными дисками, ротационными батареями и набором стрельчатых и односторонних лап, долот и подкормочных ножей. Он устроен также, как и все культиваторы-растениепитатели.

- Культиватор КФ-5,4 состоит из рамы, опирающейся на пневматические колёса, редуктора с трансмиссионным валом, двенадцати рабочих секций с фрезерными барабанами, которые укомплектованы Г-образными ножами и вращаются от ВОМ трактора. При движении агрегата ножи барабанов поочередно заглубляются в почву, отделяют от неё стружку и отбрасывают назад. Кожухи секций предохраняют растения от присыпания почвой. Взрыхлённая почва заравнивается фартуками кожухов. Глубину обработки регулируют винтовым механизмом опорных колёс.

Также для междурядной обработки используют культиваторы-окучники, которые, кроме довсходовой и послевсходовой обработки междурядий, способны нарезать гребни и проводить окучивание. Некоторые культиваторы дополнительно оснащены системами внесения минеральных удобрений:

- Расстановка рабочих органов на разметочной плите с учётом ширины междурядий и защитной зоны. Например, односторонние лапы, как правило, устанавливаются на границе защитной зоны, ширина защитных зон назначается в зависимости от глубины обработки.

- Установка рабочих органов на заданную глубину — под опорные колёса подкладывают деревянные бруски, высота которых равна глубине обработки почвы.

- Настройка колеи колёс — колёса трактора и опорные колёса культиватора устанавливают посредине междурядий, причём след колёс обязательно должен рыхлиться.

- Обработка стыковых междурядий — культиватор настраивают на обработку примерно половины междурядья, чтобы сохранить максимальное число растений в стыках.

- Контроль качества — проверяют глубину рыхления, ширину защитной зоны, степень повреждения культурных растений, степень подрезания сорняков, забиваемость рабочих органов. Допустимое отклонение средней глубины обработки от заданной для односторонних лап — 1 см, для стрельчатых и рыхлящих лап — 2 см.

Обзор технических средств для междурядной обработки овощных культур выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [7-28].

Литература

1. Гуревич, Л. А. Тракторы и сельскохозяйственные машины / Л. А. Гуревич, В. А. Лиханов, Н. П. Сычугов. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 336 с. – (Учебники и учебные пособия для подготовки сельскохозяйственных кадров массовых профессий).

2. Овощные культуры. Большая российская энциклопедия : сайт. – URL: https://bigenc.ru/c/ovoshchnye-kul-tury-72e48a?ysclid=mm99z76qb8530260725 (дата обращения 01.03.2026).

3. Междурядная обработка культур: методы улучшения условий роста. – URL: https://mtraktor.ru/blog/raboty-traktorom/mezhduryadnaya-obrabotka-uluchshenie-uslovij-rosta-rastenij?ysclid=mm9ak54ovg491860917 (дата обращения 01.03.2026).
4. Обработка междурядий летом: выбор техники, подготовка почвы и частота проходов. – URL: https://lida-region.ru/about/news/letnyaya-obrabotka-mezhduryadiy/(дата обращения 01.03.2026).
5. Система машин для возделывания и уборки овощных культур. Общие вопросы промышленного производства овощей. – URL: https://www.spec-kniga.ru/rastenievodstvo/ovoshchevodstvo-otkrytogo-grunta/obshchie-voprosy-promyshlennogo-proizvodstva-ovoshchej-sistema-mashin-dlya-vozdelyvaniya-i-uborki-ovoshchnyh-kultur.shtml (дата обращения 01.03.2026).
6. Культиваторы для междурядной обработки. – URL: https://www.zemmash.com/catalog/kultivatory-i-pochvofrezy/kultivatory-dlya-mezhduryadnoy-obrabotki/ (дата обращения 01.03.2026).
7. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / Т. Я. Ашихмина, М. А. Зайцев, Г. Я. Кантор [и др.]. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. – ISBN: 5-85271-032-6.
8. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
9. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58 – 61.
10. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
11. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
13. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
14. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
15. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1996. – № 3. – С. 34-35.
16. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ). – EDN NRYHKZ.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.

18. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1Х Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
19. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : Труды 2-й Международной научно-практической конференции, Москва, 03–05 октября 2000 года. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34. – EDN UMGZOH.
20. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10. – EDN RBDUBH.
21. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7. – EDN PWLAUL.
22. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
23. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
24. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12. – EDN QIWJIB.
25. Мухамадьяров, Ф. Ф. К вопросу об исследовании начала возникновения скольжения пневматических шин / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. А. Шмаков // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы I Всероссийской научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" и 54-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской ГСХА, посвященной 55-летию инженерного факультета, Киров, 06–07 февраля 2007 года.– Киров : Вятская ГСХА, 2007. – Вып. 7. – С. 179-182. – EDN XSXMTJ.
26. Наймушин, Д. А. Актуальные направления развития агропромышленного комплекса и использование индукционных нагревателей в скотоводстве / Д. А. Наймушин // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с Международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 62-66.
27. Наймушин, Д. А. Конструкция перспективных типов подшипников / Д. А. Наймушин, Р. А. Лебедев // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 148-149.
28. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : ГАТУ, 2023. – С. 476-479.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЯ И НАЕЗДА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Нуъмонов Сардорбек У. У. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. в статье проведен анализ патентной информации российских изобретений в области систем предупреждения столкновения и наезда автотранспортных средств. Данный анализ позволяет выявить ключевые технические решения и инновации, направленные на снижение рисков аварийных ситуаций.

В результате анализа систем, способов и устройств предупреждения столкновений установлено, что несмотря на значительное количество разработок, проблема обеспечения полной безопасности движения остается нерешенной.

Наиболее перспективным направлением является интеграция различных технологий: сенсорных систем, алгоритмов прогнозирования и автоматического управления. Особое внимание должно уделяться повышению информативности систем для водителя, снижению количества ложных срабатываний и обеспечению работы в реальном времени.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на создание интеллектуальных систем, способных не только фиксировать текущую ситуацию, но и предсказывать развитие дорожной обстановки.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, наезд, столкновения, транспортное средство

Современное развитие транспортных систем сопровождается постоянным ростом интенсивности дорожного движения, что неизбежно приводит к увеличению количества дорожно-транспортных происшествий. Одной из ключевых задач автомобильной промышленности и транспортной науки является повышение уровня безопасности движения за счет внедрения интеллектуальных систем предупреждения столкновений и наездов.

Актуальность данной темы обусловлена необходимостью снижения аварийности, минимизации человеческого фактора и повышения эффективности управления транспортными средствами. В рамках проведенного патентного анализа рассмотрены существующие технические решения, которые можно классифицировать на три основные группы: системы, способы и устройства предупреждения столкновений.

Одним из наиболее современных направлений являются системы предупреждения столкновений, основанные на комплексном использовании датчиков и вычислительных алгоритмов.

Примером является система предупреждения столкновений (патент №2543123) [1], в которой пространство вокруг транспортного средства контролируется с помощью набора датчиков обнаружения препятствий. Используемые датчики (ультразвуковые, радиолокационные, лазерные) формируют зоны детектирования, которые перекрываются и обеспечивают полный обзор окружающего пространства.

Система предупреждения столкновений для транспортного средства рисунок 1 [1].

Настоящее изобретение относится к способу и устройству предупреждения столкновений для транспортного средства, в которых пространство вокруг транспортного средства контролируется с помощью датчиков обнаружения препятствий. Данная задача решается посредством способа, устройства и компьютерной программы.

Каждый из датчиков 12 имеет рабочую зону D (зону детектирования), указанную на рисунке 2 штриховой линией. При этом отдельные рабочие зоны D датчиков 12 перекрываются таким образом, что в сумме они охватывают все окружающее пространство 14 вокруг транспортного средства. Датчики могут быть ультразвуковыми, радарными, лазерными или любыми другими подходящими для обнаружения препятствий датчиками.

Недостатком системы является то, что водитель заблаговременно не получает информацию о том, что в настоящее время в окружающем транспортное средство пространстве появились новыедвижущиеся транспортные средства.

Достоинством данной системы является высокая степень контроля окружающей обстановки и возможность обнаружения препятствий в различных условиях. Однако существенным недостатком является отсутствие механизма раннего информирования водителя о появлении новых движущихся объектов, что снижает эффективность принятия решений в динамичной дорожной ситуации.

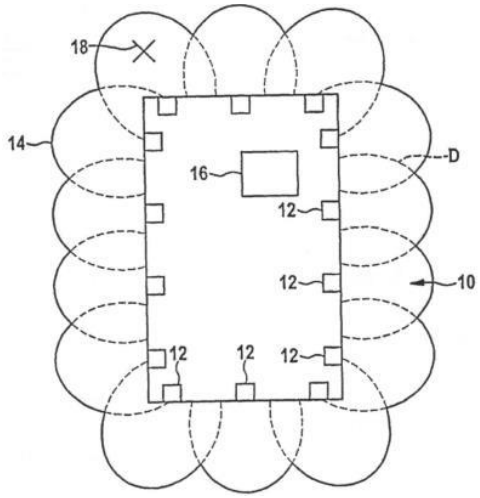


Рисунок 1 – Схематическое изображение транспортного средства с устройством предупреждения столкновений

Таким образом, системы данного типа обеспечивают высокий уровень мониторинга, но требуют совершенствования алгоритмов прогнозирования и оповещения.

В патенте №2459365 предложен способ, основанный на приеме оптического излучения от транспортных средств, движущихся по попутной и встречной полосам. Система определяет расстояние до объектов, скорость сближения, геометрические параметры транспортных средств, а также учитывает динамические характеристики автомобиля, включая ускорение и влияние уклона дороги [2-7].

Способ предотвращения столкновения автомобилей и устройство для его осуществления (рисунок 2) [2].

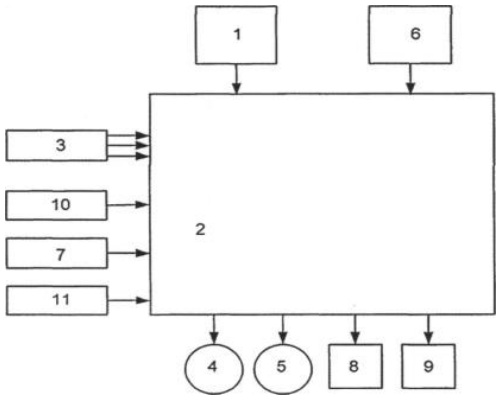


Рисунок 2 – Схема устройства для предотвращения столкновения автомобиля: 1 – оптико–электронный преобразователь; 2 – вычислитель; 3 – переключатель ввода информации о геометрических размерах транспортного средства, движущегося по полосе попутного движения; 4,5 – световые сигнализаторы; 6 – дополнительный оптико–электронный преобразователь; 7 – датчик скорости автомобиля; 8,9 – дополнительные

звуковые сигнализаторы; 10 – датчик продольного уклона дороги; 11 – датчик ускорения автомобиля; 12 – блок оценки динамических характеристик автомобиля

Изобретение относится к системам автоматики с использованием собственного излучения объектов и может быть использовано для создания аппаратуры, служащей для предотвращения столкновений транспортных средств за счет увеличения достоверности выбора безопасной дистанции до впередиидущего автомобиля и оценки безопасности его обгона за счет дополнительного учета максимально возможного ускорения автомобиля при его данном техническом состоянии и загрузке, а также за счет учета влияния продольного уклона дорожного полотна на длину тормозного пути и текущее ускорение автомобиля.

Для достижения данной цели в способе предотвращения столкновений автомобиля одновременно принимают оптическое излучение от автомобилей, находящихся на попутной и встречной полосах движения, преобразовывают их в электрические сигналы, определяют расстояния до транспортных средств, находящихся на попутной и встречной полосах движения, определяют скорости сближения с ними, определяют геометрические размеры транспортного средства в направлении движения и другие [8-14].

Недостатком данного способа и устройства является отсутствие информации о допустимой дистанции движения относительно транспортного средства, движущегося по полосе попутного движения, и также отсутствия информации водителю автомобиля о возможности его обгона при наличии транспортного средства на полосе встречного движения.

Преимуществом данного подхода является учет большого количества факторов, влияющих на безопасность движения, что повышает точность определения безопасной дистанции. Однако недостатком является отсутствие информирования водителя о допустимой дистанции и возможности безопасного обгона.

Аналогичный недостаток наблюдается и в патенте №2550566, где также используется оптический принцип обнаружения транспортных средств. Несмотря на универсальность применения, система не предоставляет водителю достаточной информации для принятия решений в сложных дорожных условиях.

Способ предотвращения столкновения автомобилей и устройство для его осуществления (патент №2550566) [3].

Изобретение относится к технике предотвращения столкновения транспортных средств с использованием оптического излучения, системам автоматики с использованием собственного излучения объектов и может быть использовано для создания аппаратуры, служащей для предотвращения столкновений и наездов автомобилей и других транспортных средств [15-22].

Недостатком данного способа и устройства является отсутствие информации о допустимой дистанции движения относительно транспортного средства, движущегося по полосе попутного движения, и также отсутствия информации водителю автомобиля о возможности его обгона при наличии транспортного средства на полосе встречного движения.

Особый интерес представляет способ обеспечения безопасности дорожного движения (патент №2469890), ориентированный на предотвращение наездов на пешеходов. Данный подход предполагает создание распределенной инфраструктуры с использованием информационных центров и каналов связи.

Способ обеспечения безопасности дорожного движения (патент №2469890.) [4].

Изобретение относится к технике предотвращения столкновений транспортных средств с пешеходами, области систем обеспечения безопасности дорожного движения и может быть использовано при создании конструкций транспортных средств и дорожной инфраструктуры, отвечающих повышенным требованиям безопасности.

Недостатками способа является его сложность и дороговизна. Например, по всей длине дороги необходимо равномерно располагать несколько информационных

компьютерных центров, сообщающихся между собой и с опорными радиопередатчиками посредством радио, кабельных и оптоволоконных линий связи.

Несмотря на высокую потенциальную эффективность, недостатками являются сложность реализации и высокая стоимость, связанная с необходимостью развертывания масштабной инфраструктуры.

Устройства предупреждения столкновений представляют собой технические средства, непосредственно устанавливаемые на транспортные средства.

Автоматическое устройство предотвращения столкновений (патент №2316822) [5] реализует активное управление транспортным средством, включая изменение направления движения и торможение. Оно учитывает параметры движения как собственного автомобиля, так и транспортного средства-лидера.

Автоматическое устройство для предотвращения столкновений транспортного средства (рисунок 3).

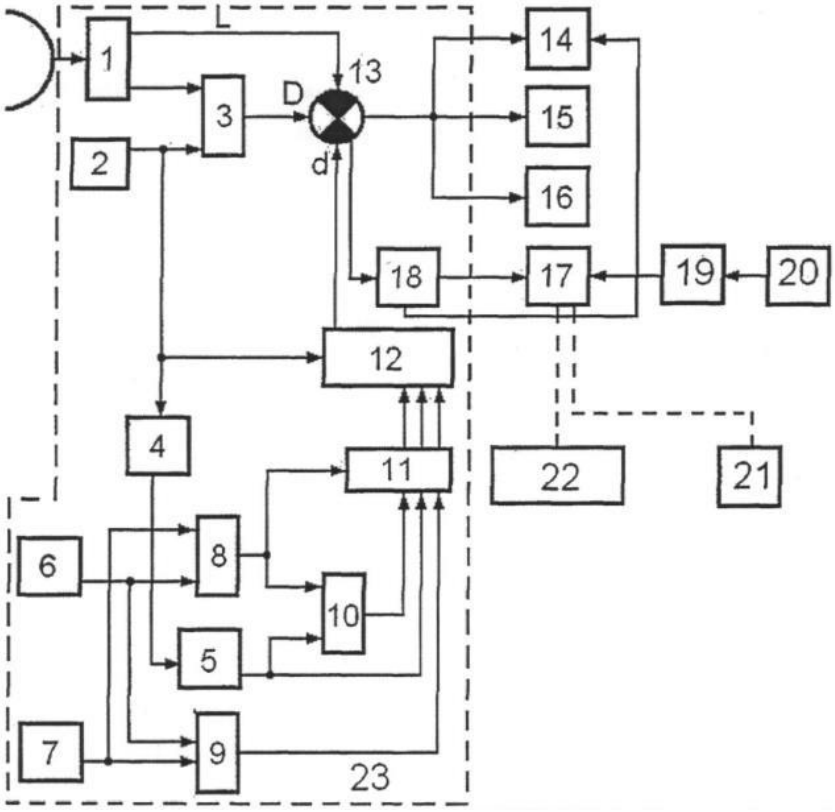


Рисунок 3 – Схема автоматического устройства для предотвращения столкновений транспортного средства: 1 – локатор; 2 – блок измерения абсолютной скорости; 3 – блок вычисления безопасной дистанции; 4 – дифференциатор; 5 – блок определения установившегося замедления транспортного средства; 6 – датчик давления в приводе тормозов: 7 – датчик начала торможения; 8 – детектор предельного замедления; 9 – блок определения установившегося замедления транспортного средства и запаздывания тормозов; 10 – блок определения установившегося замедления лидера; 11 – запоминающее устройств; 12 – блок определения поправки к величине безопасной дистанции; 13 – блок сравнения; 14 – блок индикации; 15 – исполнительный орган системы управления двигателем; 16 – исполнительный орган системы управления тормозной системой; 17 – электромагнитный клапан управления исполнительным органом рулевого управления; 18 – блок определения угла поворота управляемых колес; 19 – блок отключения электромагнитного клапана; 20 – датчик отключения СПУК; 21 – насос гидроусилителя руля; 22 – силовой цилиндр гидроусилителя

Изобретение относится к транспортной технике и может быть использовано в автоматических устройствах управления транспортным средством для предотвращения

столкновений автомобилей за счет управления изменением направления движения управляемых колес автомобиля при внезапно возникающих препятствиях. Устройство применимо для транспортных средств с пневматическими или гидравлическими системами привода тормозов, антиблокировочными системами, а также оборудованными гидравлическим усилителем рулевого привода.

Недостаток устройства заключается в том, что при внезапно возникшем препятствии расстояние от автомобиля до препятствия может оказаться меньше минимально возможного тормозного пути и устройство не сможет предотвратить столкновение.

Преимуществом является возможность автоматического вмешательства в управление автомобилем. Однако ключевым недостатком является ограниченность в ситуациях, когда расстояние до препятствия меньше тормозного пути.

Устройство по патенту №61052 [6] определяет тормозной путь с учетом скорости сближения и коэффициента сцепления. Несмотря на точность расчетов, оно отличается сложной конструкцией и высокой стоимостью, а также поздним предупреждением водителя.

Устройство для предупреждения столкновения транспортных средств (рисунок 4).

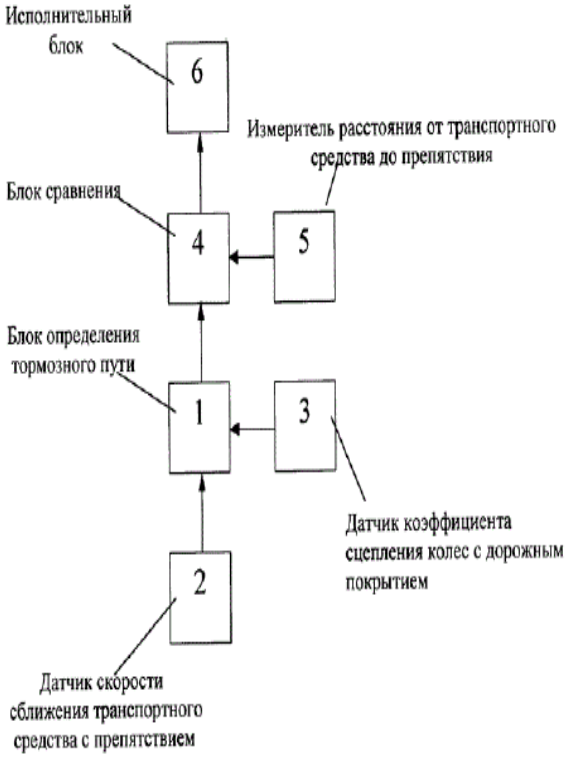


Рисунок 4 – Структурная схема устройства для предупреждения столкновения транспортного средства: 1 – блок определения тормозного пути; 2 – датчик скорости сближения транспортного средства с препятствием; 3 – датчик коэффициента сцепления колес с дорожным покрытием; 4 – блок сравнения; 5 – измеритель расстояния от транспортного средства до препятствия; 6 – исполнительный блок

Недостаток устройства состоит в том, что оно поздно предупреждает о столкновении, имеет сложную конструкцию и дорогую стоимость.

Более ранние разработки, такие как авторское свидетельство №1601618, направлены на повышение точности определения тормозного пути за счет учета характеристик дорожного покрытия. Однако они обладают недостаточной точностью из-за влияния внешних факторов [23].

Устройство для предотвращения столкновения транспортных средств (рисунок 5) [7].

Изобретение относится к транспортной электронике и может быть использовано для предотвращения столкновений транспортных средств.

Устройство позволяет точно определить тормозной путь транспортного средства в зависимости от характеристик дорожного полотна, скорости транспортного средства и функции коэффициента сцепления дорожного полотна от скорости транспортного средства, что приводит к повышению безопасности движения транспортных средств.

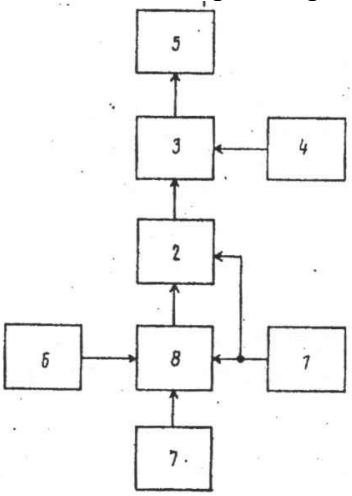


Рисунок 5 – Структурная схема устройства для предупреждения столкновения транспортного средства:
1 – датчик скорости; 2 – блок определения тормозного пути; 3 – блок сравнения;4 – измеритель расстояния до препятствия; 5 – сигнализатор; 6 – датчик коэффициента сцепления дорожного полотна; 7 – датчик уклона дорожного полотна; 8 – блок определения коэффициента сопротивления дорожного полотна

Недостатком устройства является недостаточная точность определения параметров движения транспортного средства: точность определения тормозного пути; влияние уклонов местности; сцепление дорожного полотна. Устройство по а.с. №17667338 ориентировано на снижение ложных срабатываний и увеличение дальности обнаружения, однако страдает от недостаточной надежности. Устройство для предотвращения столкновения транспортных средств (рисунок 6) [8]. Изобретение относится к системам активной безопасности автомобиля, в частности, к устройствам сигнализации о предотвращении наезда сзади движущимся транспортным средством, а также наезда при движении задним ходом. Устройство позволяет значительно снизить число ложных срабатываний и увеличить дальность действия без увеличения мощности передатчика, что достигается оптимальным накоплением принимаемых сигналов и схемой

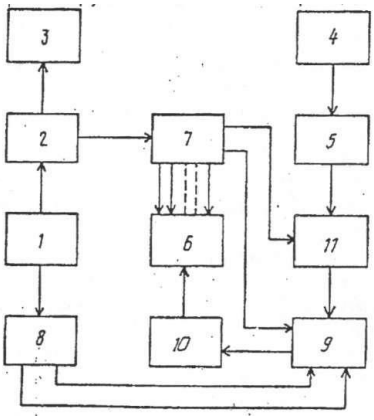


Рисунок 6 – Структурная схема устройства для предупреждения столкновения транспортного средства: 1 – генератор ультразвуковых колебаний; 2 – модулятор; 3 – передатчик сигналов; 4 – приемник сигналов; 5 – усилитель ; 6 – индикатор; 7 – блок

управления съемом информации; 8 – фазорасщепитель; 9 – квадратурный накопитель; 10 – пороговой элемент; 11 – блок совпадения

Основным недостатком этого устройства является низкая надежность устройства, связанная с большой вероятностью ложных срабатываний.

Система обеспечения безопасной дистанции (а.с. №1126996) предназначена для движения транспортных средств в колонне. Несмотря на функциональность, она имеет сложную структуру, требует калибровки и характеризуется низкой надежностью [9].

Устройство для обеспечения безопасности дистанции (рисунок 7).

Изобретение относится к системам управления движением транспортных средств и предназначено для обеспечения безопасного движения транспортных средств, следующих в колонне.

Недостатком устройства является его сложность технологической схемы, недостаточная надежность, необходимость его калибровки перед применением.

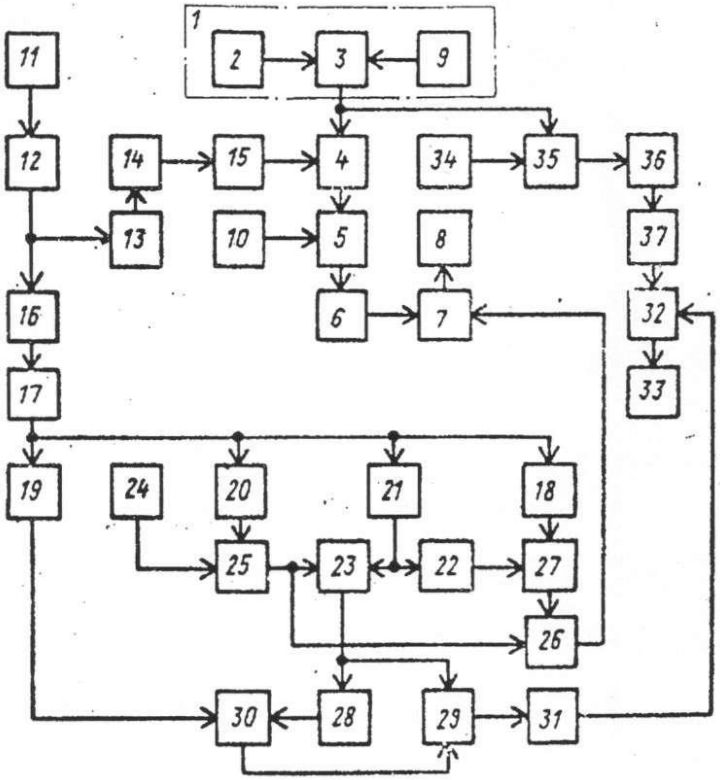


Рисунок 7 – Блок – схема устройства для обеспечения безопасности дистанции:

1 – блок определения тормозного пути; 2 – датчик скорости; 3 – усилитель; 4 – приемник сигналов; 5 – блок сравнения; 6 – элемент 6 задержки; 7 – D – триггер; 8 – исполнительный блок; 9 – задатчик коэффициента сцепления; 10 – радиолокационный датчик; 11 – приемная антенна; 12 – усилитель высокой частоты; 13 – частотный детектор; 14 – выпрямитель; 15 – фильтр; 16 – амплитудный детектор; 17 – аналого-цифровой преобразователь; 18 – элемент НЕ; 19 – формирователь импульсов; 20 – расширитель импульсов; 21 – формирователь импульсов; 22 – элемент задержки; 23 – элемент ИЛИ; 24 – генератор импульсов; 25 – элемент И; 26 – элемент ИЛИ; 27 – элемент И; 28 – мультивибратор; 29 – RS – триггер; 30 – элемент ИЛИ; 31 – формирователь импульсов; 32 – амплитудный модулятор; 33 – передающая антенна; 34 – генератор синусоидальных колебаний; 35 – усилитель с регулируемым коэффициентом усиления; 36 – частотный модулятор; 37 – генератор высокой частоты

Проведенный анализ показал, что существующие решения обладают рядом общих недостатков:

- недостаточная информативность для водителя;
- отсутствие прогнозирования развития дорожной ситуации;

- высокая стоимость и сложность реализации;
- зависимость от внешних условий (погода, состояние дороги);
- наличие ложных срабатываний;
- ограниченные возможности в экстремальных ситуациях.

При этом можно отметить, что современные системы постепенно переходят от пассивного информирования к активному управлению транспортным средством, что является перспективным направлением развития.

Литература

1. Патент № 2543123 C2 Российская Федерация, МПК G08G 1/16. Система предупреждения столкновений для транспортного средства : № 2012122076/11 : заявл. 12.10.2010 : опубл. 27.02.2015 / Ц. Йерг, Н. Лач, М. Шлиманн, Ф. Клосс ; заявитель РОБЕРТ БОШ ГМБХ. – EDN BDJGJH
2. Патент № 2450365 C2 Российская Федерация, МПК G08G 1/16, B60W 30/08. Способ предотвращения столкновения автомобилей и устройство для его осуществления : № 2008140643/11 : заявл. 13.10.2008 : опубл. 10.05.2012 / В. В. Кузьмин, И. А. Кочетов, С. В. Псянин, А. Б. Еремин ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Военная академия ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого" Министерства обороны Российской Федерации. – EDN OXNJPW.
3. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов / Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С.95-98. – EDN WQPGOP.
4. Лиханов В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
5. Патент № 2550566 C2 Российская Федерация, МПК B60W 30/08, B60W 40/076, G08G 1/16. Способ предотвращения столкновения автомобилей и устройство для его осуществления : № 2013130810/11 : заявл. 04.07.2013 : опубл. 10.05.2015 / Ю. Я. Комаров, Д. А. Титов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолгГТУ). – EDN HHHRVA.
6. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978_5_6048477_3_2. – EDN XCGZJA.
7. Патент № 2469890 C2 Российская Федерация, МПК B60W 30/08, G08G 1/16, G01C 21/04. Способ обеспечения безопасности дорожного движения : № 2010142380/11 : заявл. 15.10.2010 : опубл. 20.12.2012 / А. А. Меньтюков, В. В. Рыбкин. – EDN LQAJYQ.
8. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
9. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
10. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.

11. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
12. Патент № 2316822 C1 Российская Федерация, МПК G08G 1/16, B60T 7/12. Автоматическое устройство для предотвращения столкновений транспортного средства : № 2006111296/11 : заявл. 06.04.2006 : опубл. 10.02.2008 / А. Ю. Парамонов, В. И. Плотников, Е. А. Самарский, С. В. Громов ; заявитель Рязанский военный автомобильный институт имени генерала армии В. П. Дубынина. – EDN UANJGC.
13. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С.3-9. – EDN ZTKBBZ.
14. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
15. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
16. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
17. Патент на полезную модель № 61052 U1 Российская Федерация, МПК G08G 1/16. Устройство для предупреждения столкновения транспортных средств : № 2006129987/22 : заявл. 11.08.2006 : опубл. 10.02.2007 / А. П. Баландов ; заявитель Федеральное государственное унитарное предприятие Казанское авиационное производственное объединение им. С.П. Горбунова. – EDN WBDVJI.
18. Авторское свидетельство № 1601618 A1 СССР, МПК G08G 1/16. Устройство для предотвращения столкновения транспортных средств : № 4642498 : заявл. 26.12.1988 : опубл. 23.10.1990 / Н. П. Ботов, В. Н. Ветлинский ; заявитель Ленинградский инженерно-строительный институт. – EDN EGSQAD.
19. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
20. Лиханов, В. А. Исследование сажевыделения в тракторном дизеле, работающем на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 4. – С. 375-385. – EDN SDIADK.
21. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 3. – С. 424-443. – EDN JKSIXY.
22. Лиханов, В. А. Исследование токсичности отработавших газов дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 9. – С. 30-34. – EDN XEJMTH.
23. Авторское свидетельство № 1766738 A1 СССР, МПК B60Q 9/00. Устройство для предотвращения столкновения транспортных средств : № 4811142 : заявл. 09.04.1990 : опубл. 07.10.1992 / В. Н. Ветлинский, Н. П. Ботов, А. В. Табакарь ; заявитель Ленинградский инженерно-строительный институт. – EDN NHYZEI.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Нуъмонов Сардорбек У. У. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен подробный анализ современных и исторических технических устройств, предназначенных для контроля и регистрации эксплуатационных параметров автотранспортных средств. Рассмотрены различные типы приборов: от специализированных регистраторов и тахографов до блоков безопасности с контролем достоверности входной информации. Описаны принципы работы, структурные схемы, функциональные возможности и преимущества каждого устройства. Особое внимание уделено вопросам повышения точности, надежности, оперативности получения данных, а также интеграции интегральных схем для уменьшения габаритов и энергопотребления. В заключительной части статьи выделены основные недостатки существующих решений, связанные с отсутствием регистрации параметров управления транспортным средством, что существенно влияет на безопасность эксплуатации. Статья предназначена для инженеров, специалистов по автотранспорту, исследователей в области транспортной безопасности и автоматизации.

Ключевые слова: техническое устройство, эксплуатацитонные параметры, автотранспортные средства

Контроль эксплуатационных параметров автотранспортных средств (АТС) — ключевая задача для обеспечения их эффективной, экономичной и безопасной эксплуатации. Современные технические устройства позволяют не только фиксировать основные показатели работы автомобиля (расход топлива, пройденный путь, время движения и стоянок), но и анализировать влияние различных факторов, таких как тип дорожного покрытия, режимы работы двигателя, загрузка транспортного средства и др. Развитие электроники и автоматики позволило существенно расширить функциональные возможности таких приборов, повысить их надежность и снизить массогабаритные характеристики.

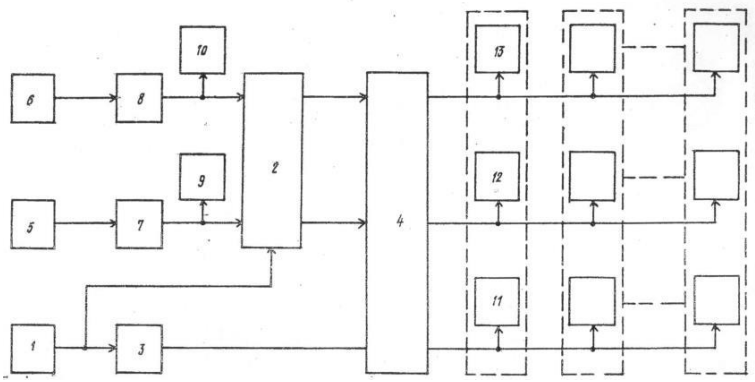


Рисунок 1 – Электрическая схема устройства:
1 – датчик пройденного пути; 2 – командный блок; 3 – первый дешифратор; 4 – задатчик; 5 – датчик расхода топлива; 6 – генератор; 7, – дешифраторы 9 – суммарный счетчик расхода топлива; 10 – счетчик общего времени пробега; 11 – счетчик пройденного пути; 12 – счетчик расхода топлива; 13 – счетчик времени движения

В данной статье проводится анализ ряда технических устройств для контроля эксплуатационных параметров АТС, рассматриваются их конструктивные особенности, преимущества и недостатки. Особое внимание уделяется вопросам интеграции современных электронных компонентов и необходимости расширения перечня регистрируемых параметров для повышения безопасности транспортных процессов.

К техническим устройствам, предназначенных для контроля параметров эксплуатации автотранспортных средств относятся:

Устройство для контроля и регистрации эксплуатационных показателей автотранспортных средств (рисунок 1) [1].

Устройство используется при испытании, эксплуатации, статистическом анализе эксплуатационных показателей автотранспортных средств.

В устройстве, в соответствии с определенным видом дорожного покрытия (асфальт, грунт, брусчатка), отражается информация о времени, расходе топлива, пройденном пути при движении автотранспортного средства. Кроме того, по результатам счетчиков можно вычислить следующие эксплуатационные показатели: общее время стоянок; общее время движения; среднюю техническую скорость; среднюю скорость с учетом остановок; расход топлива на 100 км пробега. Устройство по сравнению с аналогами расширяет функциональные возможности регистрации эксплуатационных показателей, повышает оперативность получения конечных результатов, а выполнение отдельных блоков на интегральных схемах позволяет снизить габариты, вес, потребляемую мощность и повысить надежность устройства. Устройство для регистрации эксплуатационных показателей работы транспортных средства (рисунок 2) [2].

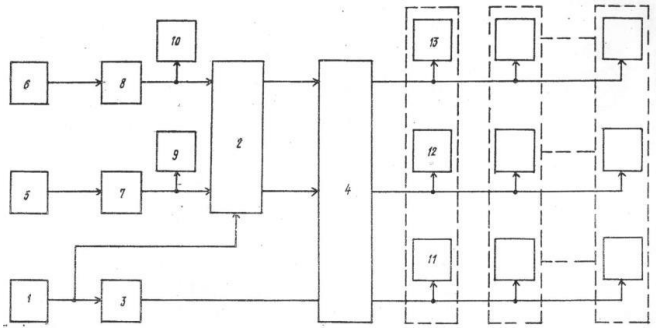


Рисунок 2 – Структурная схема устройства:
1 – задатчик вида дорожного покрытия; 2 – блок памяти; 3 – датчик расхода топлива; 4 – генератор импульсов; 5, 6 дешифраторы; 7 – элемент И; 8 – выход датчика пройденного пути; 9 – первый дешифратор; 10 – датчик наличия движения

Устройство, относящееся к автоматике и вычислительной технике, используется при испытании, эксплуатации, статистическом анализе эксплуатационных показателей автотранспортного средства.

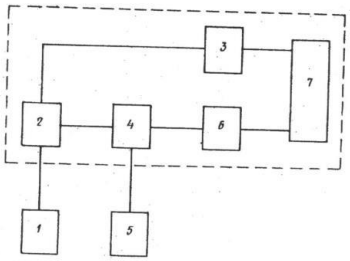


Рисунок 3 – Структурная схема устройства:
1 – датчик веса; 2 – элемент задержки сигналов; 3 – счетчик импульсов; 4 – электромагнитная муфта; 5 – раздаточный редуктор; 6 – счетчик пройденного пути; 7 – блок регистрации

Применение предлагаемого устройства повышает достоверность накопленной информации за счет исключения регистрации ложных сигналов эксплуатационных показателей автотранспортного средства в движении. Устройство полностью выполнено на интегральных схемах, что позволяет снизить вес, потребляемую мощность, уменьшить

габариты и повысить надежность устройства. Устройство для регистрации эксплуатационных показателей работы транспортного средства (рисунок 3) [3]. Изобретение относится к технике автоматизированного контроля и может быть применено в автотранспорте. Устройство разработано для регистрации эксплуатационных показателей работы транспортного средства, позволяет регистрировать скорость движения автомобиля и вес перевозимого груза, позволяет упростить полученную конечную информацию о работе автомобиля и повысить точность ее результатов [4-8].

Принцип работы устройства для контроля работы транспортных средств основан на преобразовании вертикального перемещения рамы автомобиля при загрузке в электрический сигнал посредством датчика, помещенного между рамой и задним мостом автомобиля.

Тахограф (рисунок 4) [4]. Изобретение относится к области приборостроения, к показывающим и регистрирующим приборам, обеспечивающим контроль за экономичностью режимов эксплуатации автотранспортных средств.

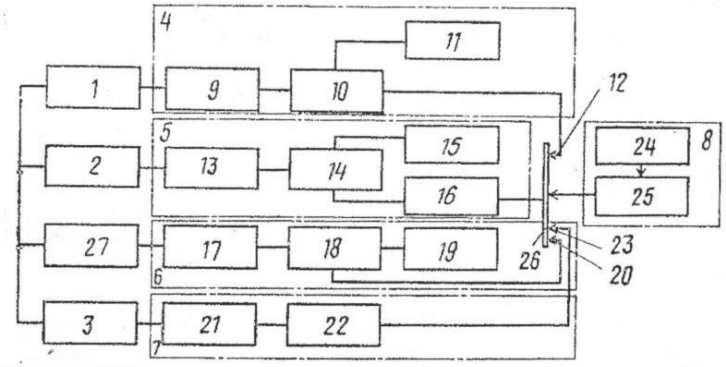


Рисунок 4 – Функциональная схема тахографа: 1,2,3 – формирователи импульсов, 4 – узел регистрации пройденного пути; 5 – узел регистрации времени; 6 – узел регистрации скорости; 7 – узел регистрации расхода топлива; 8 – узел регистрации режимов работы; 9 – шаговый двигатель; 10 – редуктор; 11 – счетчик; 12 – самописец диаграммы пути; 13 – шаговый двигатель; 14 – редуктор; 15 – стрелки часового индикатора; 16 – привод диаграммного диска; 17 – двигатель; 18 – редуктор; 19 – спидометр; 20 – самописец диаграммы скорости; 21 – шаговый двигатель; 22 – редуктор; 23 – самописец диаграммы расхода топлива; 24 – переключатель режимов работы; 25 – привод самописца диаграммы режимов работы; 26 – диаграммный диск; 27 – источник питания

Тахограф относится показывающим и регистрирующим приборам, обеспечивающим контроль за экономичностью режимов эксплуатации транспортных средств, рациональностью их использования предприятиями, расходом горючесмазочных материалов. Блок безопасности с контролем достоверности входной информации (рисунок 5) [5]. Изобретение относится к энергетике, автоматике, машиностроению, транспорту и может использоваться в системах обеспечения безопасности и управления. Блок безопасности обладает повышенной эффективностью работы за счет выявления мешающих факторов и исключения их возможного влияния на команды, транслируемые через блок безопасности или формируемые этим блоком.

Главным недостатком (таблица 1) перечисленных устройств для регистрации эксплуатационных показателей работы транспортных средства является то, что все изученные нами устройства в первую очередь регистрируют параметры работы транспортных средств, в них не регистрируются параметры управления транспортным средством (например, включение тормозной системы, угол поворота рулевого колеса, угол поворота колес, включение стоп – сигналов и т.д.), что влияет на безопасность транспортных процессов.

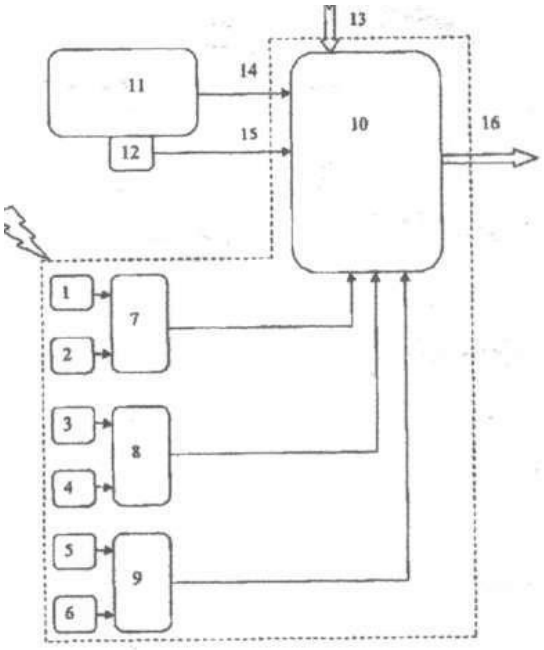


Рисунок 5 – Структурная схема блока безопасности: 1,2 – приемники излучения; 3,4 – датчики механические; 5, 6 –датчиками индуктивного излучения; узел регистрации времени; 6 – узел регистрации скорости; 7,8,9 – блоки обработки10 – процессор; 11 – блок управления; 12 – блок контроля за объектом; 13,14,15 – входные шины; 16 – выходные шины

Таблица 1 – Сравнительная характеристик устройств

Устройство	**Основные функции**	**Преимущества**	**Недостатки**
А.с. №696508	Регистрация расхода топлива, пути, времени	Оперативность, надежность	Не фиксирует параметры управления
А.с. №951349	Регистрация с учетом покрытия	Исключение ложных сигналов	Нет параметров управления
А.с. №773659	Скорость, вес груза	Точность, простота	Нет параметров управления
А.с. №1298788	Все основные параметры	Комплексность	Нет параметров управления
Патент RU №2439666	Контроль достоверности	Безопасность	Нет параметров управления

Главным недостатком всех рассмотренных устройств является отсутствие регистрации параметров управления транспортным средством:— включение тормозной системы,— угол поворота рулевого колеса,— угол поворота колес,— включение стоп-сигналов. Это существенно снижает возможности анализа причин дорожно-транспортных происшествий и не позволяет в полной мере обеспечить безопасность транспортных процессов [9-15].

Проведенный анализ показывает, что современные технические устройства для контроля эксплуатационных параметров АТС обладают широкими функциональными возможностями, высокой надежностью и эффективностью. Однако для повышения безопасности транспортных процессов необходимо расширение перечня регистрируемых параметров за счет включения данных о действиях водителя и состоянии систем управления автомобилем. Дальнейшие исследования должны быть направлены на интеграцию датчиков управления в существующие системы контроля.

Литература

1. Авторское свидетельство № 696508 A1 СССР, МПК G07C 5/10. Устройство для контроля и регистрации эксплуатационных показателей автотранспортного средства : № 2521553 : заявл. 30.08.1977 : опубл. 05.11.1979 / Н. И. Лукьянов, Ю. В. Клевцов ; заявитель ПРЕДПРИЯТИЕ П/Я М-5782. – EDN SXFGJC.
2. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лопатин, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
3. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лопатин, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
4. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
5. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
6. Авторское свидетельство № 1298788 A1 СССР, МПК G07C 5/12. Тахограф : № 3864918 : заявл. 11.03.1985 : опубл. 23.03.1987 / Г. Н. Виноградов, И. И. Елисеенков, В. В. Огиенко ; заявитель Предприятие п/я г-4257. – EDN NKLDOB.
7. Лиханов, В.А., Лопатин О.П. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
8. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
9. Патент № 2439666 C1, МПК G06F 11/00. Блок безопасности с контролем достоверности входной информации : № 2010125748/08 : заявл. 24.06.2010 : опубл. 10.01.2012 ; заявитель Обшество с ограниченной ответственностью "АВТЭКС". – EDN TPHWET.
10. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978_5_6048477_3_2. – EDN XCGZJA.
11. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
12. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
13. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С.3-9. – EDN ZTKBBZ.
14. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
15. Авторское свидетельство № 951349 A1 СССР, МПК G07C 5/08. Устройство для регистрации эксплуатационных показателей работы транспортного средства : № 2921692 : заявл. 07.05.1980 : опубл. 15.08.1982 / Н. И. Лукьянов, Ю. В. Клевцов ; заявитель Уральский автомобильный завод. – EDN EVRHUV.

УДК 620.97

БАКТЕРИЦИДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ И УЛУЧШЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОЦЕЛЕВОГО МОЛОЧНОГО НАСОСА

Обласов Д. А. – магистрант 2 года обучения
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрены предпосылки бактерицидного воздействия многоцелевого молочного насоса и изменения микробиологических показателей молока при его циркуляции через лопастной насос. Показано, что пульсации давления, кавитация и сдвиговые деформации могут снижать бактериальную обсеменённость при высокой исходной загрязнённости, тогда как при низком фоне возможен кажущийся рост КОЕ из-за дезагрегации. Отмечена необходимость выбора рационального режима циркуляции и строгого соблюдения санитарной обработки линий.

Ключевые слова: Молоко, многоцелевой молочный насос, лопастной насос, бактерицидная фаза, кавитация, циркуляция

Качество сырого молока является ключевым фактором технологической пригодности и безопасности молочной продукции. В производственных условиях молоко подвергается операциям транспортирования, перекачивания, охлаждения и промежуточного хранения. При этом значимую роль играет воздействие оборудования на продукт. Молоко представляет собой биологически [1-3] активную среду, в которой протекают микробиологические процессы; способность молока временно подавлять развитие микроорганизмов называют бактерицидными свойствами, а период их проявления — бактерицидной фазой. Длительность бактерицидной фазы определяется исходной обсеменённостью и температурным режимом.

В технологических линиях широко применяются лопастные (центробежные) молочные насосы. Их работа сопровождается механико-гидродинамическими воздействиями, способными изменять состояние дисперсной системы, структуру микрофлоры и связанные с этим показатели качества. Перспективным направлением является использование многоцелевых насосов, которые, кроме транспортирования, обеспечивают дополнительную гидродинамическую обработку продукта. Качество сырого молока является ключевым фактором технологической пригодности и безопасности молочной продукции. В производственных условиях молоко подвергается операциям транспортирования, перекачивания, охлаждения и промежуточного хранения. При этом значимую роль играет воздействие [4-7] оборудования на продукт. Молоко представляет собой биологически активную среду, в которой протекают микробиологические процессы; способность молока временно подавлять развитие микроорганизмов [4] называют бактерицидными свойствами, а период их проявления — бактерицидной фазой. Длительность бактерицидной фазы определяется исходной обсеменённостью и температурным режимом.

Многоцелевой молочный насос отличается организацией течения в проточной части. В корпусе могут размещаться неподвижные направляющие элементы, а геометрия проточного тракта формирует периодическое изменение проходных сечений между вращающимися и неподвижными элементами. Это приводит к высокочастотным колебаниям расхода и давления.

В результате формируются:

- пульсации давления и локальные гидравлические удары;
- зоны повышенных градиентов скоростей и сдвиговых напряжений;
- условия для возникновения кавитационных явлений.

Совокупность перечисленных факторов может усиливать диспергирование и перемешивание, а также оказывать влияние на микрофлору молока, изменяя как абсолютное количество микробных клеток, так и характер их распределения в объёме.

Оценка влияния насосного воздействия на микробиологические показатели может выполняться в режиме циклической циркуляции: молоко многократно перекачивается насосом из ёмкости в ту же ёмкость, задаётся количество циклов (например, 5, 10, 15, 20 и 30), после чего отбираются пробы и определяются микробиологические показатели, включая КМАФАнМ.

Для привязки режима к времени воздействия удобно рассчитывать длительность циркуляции, соответствующую (N) циклам прохождения через насос:

$$\tau_N = 0{,}06 \cdot N \cdot \frac{(V - n \cdot v)}{Q} \quad (1)$$

где τ_N – время прохождения молоком N циклов через насос, мин.;

V – объѐм залитого молока,V = 40 л; n – количество отобранных проб; v –объем пробы л; Q — подача насоса.

При анализе микробиологических показателей важно учитывать, что показатель КОЕ отражает число колоний, сформировавшихся при высеве. При низком [7] исходном микробном фоне механическое воздействие может приводить к дроблению микробных агрегатов и более равномерному распределению микрофлоры по объёму. В этом случае число колоний при высеве способно увеличиваться, что создаёт эффект кажущегося роста КОЕ без фактического увеличения микробной массы [5].

При более высокой исходной загрязнённости наблюдается иная тенденция: интенсивные гидродинамические воздействия (пульсации, кавитация, сдвиговые напряжения) способны приводить к уменьшению действительного числа жизнеспособных микробных клеток и снижению бактериального [2] числа. На практике это проявляется как снижение показателей бактериальной обсеменённости после прохождения продукта через насос при достаточной продолжительности и интенсивности воздействия, определяемых режимом циркуляции.

Существенное влияние на воспроизводимость результатов оказывают:

- длительность воздействия (число циклов и суммарное время циркуляции);
- температурный режим (рост температуры при циркуляции может влиять на бактерицидную фазу);
- санитарное состояние линии (остатки воды и моюще-дезинфицирующих растворов способны искажать результаты и увеличивать разброс значений).

Таким образом, микробиологический эффект насоса целесообразно рассматривать как результат совместного действия гидродинамических факторов и условий эксплуатации.

Вероятные механизмы влияния многоцелевого молочного насоса на микрофлору включают:

1. Кавитационное воздействие и локальные микроструи, способные повреждать клеточные структуры.
2. Пульсации давления и локальные гидроудары, вызывающие импульсные нагрузки на микроорганизмы.
3. Интенсивные сдвиговые деформации в узких сечениях и при взаимодействии потока с направляющими элементами.
4. Дезагрегацию микробных скоплений, меняющую измеряемые показатели КОЕ при низких концентрациях.

Использование [6] многоцелевого молочного насоса может быть перспективным для технологических линий, где требуется не только перекачивание, но и дополнительная гидродинамическая обработка продукта. При неблагоприятной исходной микробной обсеменённости и корректном подборе режима циркуляции (по числу циклов и времени возможно улучшение микробиологических показателей.

При этом бактерицидное воздействие насоса не следует рассматривать как замену санитарной обработки оборудования и обязательных технологических мер обеспечения безопасности молока. Наиболее корректно трактовать эффект как дополнительный фактор, повышающий устойчивость качества при транспортировании и кратковременном хранении.

Многоцелевой молочный насос за счёт пульсаций давления, кавитационных явлений и сдвиговых деформаций в проточной части способен оказывать дополнительное бактерицидное воздействие на молоко и при определённых режимах циркуляции улучшать микробиологические показатели. При этом эффект зависит от исходной обсеменённости: при низком фоне возможно кажущееся увеличение КОЕ из-за дезагрегации микробных агрегатов, тогда как при высокой загрязнённости вероятно снижение бактериального числа [8]. Для получения воспроизводимого результата необходимо нормировать режим циркуляции число циклов и время воздействия, контролировать температурный режим и строго соблюдать санитарную обработку молочных линий, рассматривая насосное воздействие как дополнительный фактор повышения устойчивости качества, а не замену санитарных и технологических мер.

Литература

1. Киприянов, Ф. А. Оценка возможности плющения микронизированного фуражного зерна / Ф. А. Киприянов, П. А. Савиных. – DOI 10.15507/2658-4123.035.202504.658-677 // Инженерные технологии и системы. – 2025. – Т. 35, № 4. – С. 658-677.

2. Коновалов, В. В. Моделирование изменения качества смеси лопастного смесителя на основе технологических параметров / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, М. В. Фомина // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 3 (8). – С. 57-66.

3. Расчет течения в насосе-смесителе / А. В. Алешкин, П. А. Савиных, П. Н. Солонщиков, А. В. Шевченко. – DOI 10.26160/2658-3305-2025-31-80-88 // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2025. – № 31. – С. 80-88.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025665976 Российская Федерация. Определение марки и механических свойств доэвтектоидной стали : заявл. 04.06.2025 : опубл. 20.06.2025 / М. В. Гнатьев, С. А. Власенко, А. А. Богданцев, Ф. А. Киприянов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина». – EDN QOUAFK.

5. Солонщиков, П. Н. Оптимизация параметров и режимов работы смесителя жидких кормов при периодическом внесении компонентов / П. Н. Солонщиков // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Киров, 20 декабря 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 239-244.

6. Солонщиков, П. Н. Оптимизация параметров и режимов работы смесителя жидких кормов при периодическом внесении компонентов / П. Н. Солонщиков // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Киров, 20 декабря 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 239-244.

7. Экспериментальные исследования устройства ввода и смешивания порошкообразных компонентов с жидкостью / В. Г. Мохнаткин, В. Г. Шулятьев, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 196-199.

УДК 621.65

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ МОЛОЧНОГО НАСОСА ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Обласов Д. А. – магистрант 2 года обучения
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Представлено обоснование и результаты совершенствования конструктивно-технологической схемы молочного насоса с целью расширения функциональных возможностей: транспортирование молока, смешивание и диспергирование компонентов, работа в режиме эмульсора и проявление бактерицидного эффекта. Экспериментально подтверждено влияние формы лопастей, углов установки лопастей и неподвижных лопаток, а также степени «отставания» вращения потока от вращения колеса на напорно-энергетические характеристики и технологические эффекты.

Ключевые слова: молочный насос, рабочее колесо, неподвижные лопатки, напор, частота вращения потока, смешивание, эмульсия, бактерицидный эффект

В многоцелевом насосе рабочее колесо формируется несколькими дисками, при этом основной и покрывающий диски выполнены меньшего диаметра, чем лопастной, а в корпусе вокруг дисков размещены неподвижные радиальные лопатки. Входной и напорный патрубки выполнены с цилиндрическим подводом и отводом.

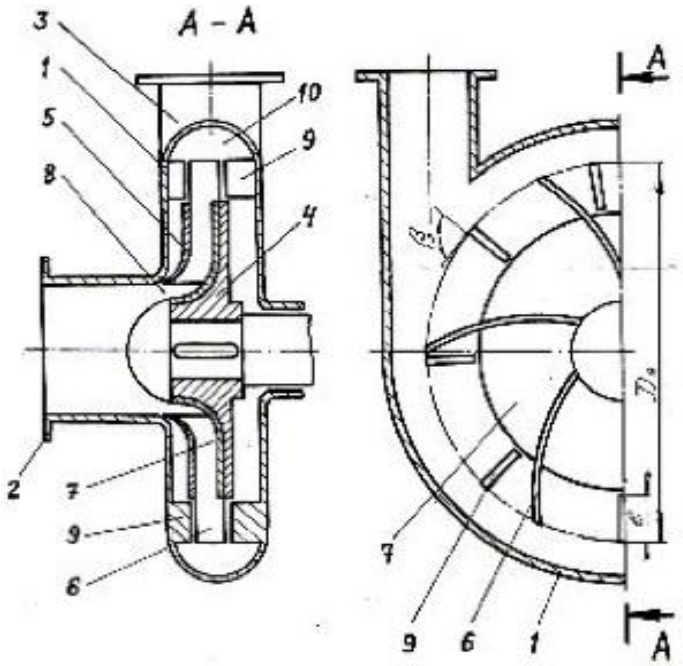


Рисунок 1 – Схема молочного насоса: 1 – корпус насоса; 2 – входной (всасывающий) патрубок; 3 – напорный (нагнетательный) патрубок; 4 – основной диск рабочего колеса; 5 – покрывающий диск рабочего колеса; 6 – лопастной диск (лопастное колесо); 7 – рабочее колесо (зона межлопастных каналов); 8 – цилиндрический подвод; 9 – неподвижные радиальные лопатки; 10 – цилиндрический отвод.

Данная компоновка принципиально изменяет рабочий процесс: вследствие торможения жидкости о внутренние поверхности корпуса и периодического изменения проходных сечений между вращающимися лопастями и неподвижными лопатками возникают высокочастотные колебания расхода и давления, приводящие к локальным гидравлическим ударам. Совместно с кавитационными явлениями это повышает интенсивность смешивания и диспергирования, а также способствует снижению микробной нагрузки в потоке при определен-

ных исходных условиях.

Полученные теоретические положения указывают, что реальная напорная характеристика многоцелевого насоса монотонно падает и располагается ниже теоретической. Тогда полная удельная энергия Н, приобретаемая жидкостью, будет равна

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + \frac{C_2^2 - C_1^2}{2g} + z_2 - z_1, \qquad (1)$$

где $p_1.p_2$ – гидростатическое давление в точках 1 и 2;

z_1-.z_2 –координата по вертикали для точек 1 и 2;

C_1,C_2 – абсолютные скорости в точках 1 и 2

В подвижной системе координат жидкость перемещается вдоль линий тока со скоростью U. Воспользуемся дифференциальным уравнением движения жидкости (уравнением Эйлера) для единицы массы жидкости

$$\Phi_x dx + \Phi_y dy + \Phi_z dz - \frac{1}{\rho} dp = d\left(\frac{U^2}{2}\right), \qquad (2)$$

где Φ_x , Φ_y , Φ_z -проекции единичных векторов действующих массовых сил на оси ox , oy ,oz.

Проекции единичных векторов действующих массовых сил в выбранной подвижной системе координат равны

$$\Phi_x = \omega^2 x; \Phi_y = 0; \Phi_z = \left(\omega^2 z - g\right).$$

Существенная часть потерь удельной энергии объясняется отставанием угловой скорости вращения потока от угловой скорости рабочего колеса. Это отставание обусловлено конечным числом лопастей и тормозящим эффектом неподвижных направляющих лопаток.

Важный практический вывод: разность угловых скоростей (условно Δω) может служить индикатором интенсивности дополнительных функций. При увеличении Δω возрастает качество смешивания и выраженность бактерицидных свойств, но уменьшается эффективность как нагнетателя; при уменьшении Δω усиливается насосный эффект и ослабевают дополнительные.

Таким образом, задача конструктора — обеспечить заданный компромисс между:

- гидравлическими показателями (напор, подача, полезная мощность);
- смесительно-диспергирующими и санитарно-гигиеническими эффектами.

Сравнительные испытания показали, что насос с прямолинейной формой лопастей предпочтительнее по максимальной подаче, а напорная характеристика во всем диапазоне подач располагается выше, чем у варианта с криволинейными лопастями. При этом максимальный КПД выше у насоса с криволинейными (цилиндрическими) лопастями, однако рабочий диапазон насосов с прямолинейными лопастями шире

С позиции производства и санитарии прямолинейные лопасти выгодны при мелкосерийном изготовлении: конструкция проще, дешевле, а промывка при эксплуатации качественнее.

По совокупности показателей рациональным принят угол установки прямолинейной лопасти $\beta_2^* = 20°$, соответствующий выходному углу $\beta_2 = 70°$.

Для многоцелевого насоса наиболее целесообразным признано радиальное размещение лопастей и неподвижных лопаток по суммарной оценке гидравлических показателей. Этот же вариант оказывается функционально значимым и для технологических режимов (эмульгирование, стабильность эмульсий), что указывает на общую физическую основу эффекта — управляемую структуру пульсаций и сдвиговых воздействий в канале.

Микробиологические исследования показывают, что эффект прохождения через многоцелевой насос неоднозначен и определяется исходной обсемененностью:

- при низком фоне наблюдается кажущееся увеличение КОЕ, объясняемое дроблением агрегатов и более равномерным распределением микроорганизмов по объему, что увеличивает число колоний при высеве;
- при более высокой загрязненности после прохождения через насос фиксируется снижение общей бактериальной обсемененности;
- при очень высокой загрязненности отмечается статистически значимое уменьшение бактериального числа;
- концентрация бактерий, нормируемых санитарными требованиями для пастеризованного молока, снижается после обработки в насосе.

Отмечено отсутствие ухудшения органолептических свойств, что позволяет рассматривать многоцелевой насос как перспективный элемент молочных линий транспортирования при корректном выборе режимов.

Предложенная конструктивно-технологическая схема позволяет расширить функциональные возможности молочного насоса и использовать его как элемент многоцелевой технологической линии, объединяя транспортирование и гидродинамическую обработку продукта. Рациональная схема: радиальное расположение рабочих органов, число неподвижных лопаток не более 8–10, число лопастей около 12, с возможной установкой дополнительных укороченных лопастей для усиления воздействия.

Литература

1. Коновалов, В. В. Моделирование изменения качества смеси лопастного смесителя на основе технологических параметров / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, М. В. Фомина // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 3 (8). – С. 57-66.

2. Коновалов, В. В. Повышение эффективности средств механизации приготовления и выдачи кормосмесей в свиноводстве: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Коновалов Владимир Викторович. – Пенза, 2005. – 507 с.

3. Мохнаткин, В. Г. Анализ конструкций установок для приготовления смесей на базе лопастных насосов / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды, стандартов ЕС и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза : XXII Международная научная конференция, Варшава, 20–21 сентября 2016 года. – Варшава : Институт Технологических и Естественных наук в Фалентах, 2016. – С. 97-101.

4. Мохнаткин, В. Г. Исследование процесса смешивания порошкообразных материалов с водой в экспериментальной смесительной установке / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 188-191.

5. Мохнаткин, В. Г. Оценка уровня коэффициента полезного действия и кавитационных качеств центробежных насосов, предназначенных для пищевых сред / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IV Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2011. – Киров : Вятская ГСХА, 2011. – Вып. 12. – С. 95-97.

6. Мохнаткин, В. Г. Параметрические испытания устройства ввода и смешивания порошкообразных компонентов с жидкостью / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы VI Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2013 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2013. – Вып. 14. – С. 117-121.

7. Мохнаткин, В. Г. Совершенствование конструкции лопастного насоса / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Проблемы интенсификации животноводства с учетом пространственной инфраструктуры и охраны окружающей среды / под научной редакцией В. Романюка. – Фаленты–Варшава : Институт технологических и естественных наук в Фалентах, 2013. – С. 158-162.

8. Мохнаткин, В. Г. Эффективность питающего устройства в установке для приготовления жидких кормовых смесей / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2014 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – Вып. 15. – С. 205-208.

9. Никитин, Е. А. Технико-технологический анализ систем приготовления кормовой смеси для КРС / Е. А. Никитин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 2 (31). – С. 53-61.

10. Обзор и анализ конструкций смесительных устройств / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, А. В. Прохоров, Е. Б. Ложкина. – DOI 10.35887/2305-2538-2022-4-91-101 // Наука в центральной России. – 2022. – № 4 (58). – С. 91-101.

11. Отбор проб при оценке качества смешивания / С. М. Ведищев, Н. В. Хольшев, А. В. Прохоров [и др.]. – DOI 10.35887/2305-2538-2023-3-48-56 // Наука в центральной России. – 2023. – № 3 (63). – С. 48-56.

12. Программа и методика испытаний устройства ввода и смешивания порошкообразных компонентов с жидкостью / В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы V Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение", посвященной 60-летию инженерного факультета : сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2012 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2012. – Вып. 13. – С. 96-100.

13. Солонщиков, П. Н. Оптимизация параметров и режимов работы смесителя жидких кормов при периодическом внесении компонентов / П. Н. Солонщиков // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции Киров, 20 декабря 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 239-244.

14. Экспериментальные исследования устройства ввода и смешивания порошкообразных компонентов с жидкостью / В. Г. Мохнаткин, В. Г. Шулятьев, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 196-199.

УДК 630.363.7

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ РУБИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Овечкин А. К. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье приведен краткий обзор современных конструкций рубительных машин, применяемых для переработки отходов лесопиления (горбыль, рейка, обрезки). Рассмотрены классификационные признаки оборудования, выявлены конструктивные особенности, определяющие качество получаемой технологической щепы и энергоэффективность процесса. Уделено внимание сравнительному анализу дисковых и барабанных рубительных машин, а также перспективным направлениям развития техники, включая модульные установки и системы автоматического контроля геометрии резания. Сделан вывод о необходимости дифференцированного подхода к выбору конструкции в зависимости от характеристик перерабатываемого сырья и требований к конечному продукту.

Ключевые слова: рубительная машина, отходы лесопиления, технологическая щепа, дисковые, барабанные, роторный измельчитель, переработка

Лесопильное производство является одной из ключевых отраслей лесопромышленного комплекса России, характеризующейся значительным объемом образования вторичных материальных ресурсов. По данным отраслевой статистики, доля отходов (горбыль, рейка, срезки, опилки) достигает 35-40% от объема исходного сырья [8,16]. Эффективная утилизация этих отходов с получением технологической щепы, используемой в целлюлозно-бумажной промышленности, гидролизном производстве и для производства топливных гранул, требует применения специализированного рубительного оборудования [9-11].

Актуальность настоящего обзора обусловлена необходимостью систематизации существующих конструктивных решений, поскольку выбор типа рубительной машины напрямую влияет на экономическую эффективность переработки, качество получаемого продукта и энергозатраты производства [14,15,18].

Анализируя техническую литературу и патентные источники, можно классифицировать рубительное оборудование по нескольким основным признакам. Наиболее значимым для технологического процесса является тип режущего механизма, определяющий характер взаимодействия ножей с древесиной.

Дисковые рубительные машины. Основным рабочим органом является массивный стальной диск, на котором радиально или тангенциально закреплены ножи. Сырье подается к диску через загрузочный патрон, расположенный под углом к его плоскости. Вращаясь, диск создает инерционную массу, необходимую для перерубания волокон [4,6,12,17]. На дне загрузочного патрона располагается контрнож для обеспечения качественного среза. Готовая щепа через подножевые щели в диске выбрасывается в пространство между диском и задней стенкой кожуха. Затем, с помощью воздушного потока или центробежной силы, щепа удаляется из кожуха через патрубок. К преимуществам относятся: низкая стоимость и простота конструкции, высокая однородность щепы по длине, стабильность фракционного состава. Недостатки: относительно невысокая производительность по сравнению с другими типами машин, ограничение по диаметру перерабатываемого сырья, чувствительность к попаданию металлических включений.

Барабанные рубительные машины. Режущий инструмент установлен на поверхности вращающегося барабана. Ножи (обычно 2–6 штук) расположены вдоль образующих барабана. Процесс резания происходит при принудительной подаче сырья, материал зажимается между барабаном и контрножом (контррежущей пластиной) [5,7,13]. Преимущества:высокая производительность при переработке длинномерных отходов (рейка,

тонкомерный горбыль), менее критичны к загрязненности сырья по сравнению с дисковыми аналогами, компактность загрузочного узла. Недостатки: повышенный износ ножей из-за абразивного воздействия коры и грунта, большая доля пылевидной фракции в готовом продукте, сложность обеспечения точной длины щепы при высоких скоростях подачи.

Роторные (молотковые и шредерного типа) измельчители. Данный тип машин часто используется в качестве вторичных (чипперов) или для переработки мелкокусковых отходов. Принцип действия основан на измельчении за счет удара быстро вращающихся молотков или фрез по материалу [1-3]. Шарнирно подвешенные молотки или жестко закрепленные фрезы располагаются на тяжелом роторе. Такие машины менее чувствительны к перегрузкам, но дают продукт с высокой долей некондиции, что ограничивает их применение для производства строго сортированной щепы.

Шнековые (винтовые) рубительные машины. Специализированное оборудование, в котором резание осуществляется за счет сочетания осевого перемещения материала (шнеком) и его срезания ножами, установленными на корпусе. Такие конструкции находят применение в линиях глубокой переработки для получения щепы строго заданной длины, однако из-за низкой производительности и сложности конструкции не получили широкого распространения для переработки больших объемов отходов лесопиления.

Для условий лесопильных цехов, где преобладают отходы в виде горбыля, реек и отрезков наибольшее распространение получили дисковые и барабанные рубительные машины. Сравнение их ключевых характеристик представлено в таблице 1.

Таблица 1 — Сравнительные характеристики рубительных машин

Параметр	Дисковые рубительные машины	Барабанные рубительные машины
Качество щепы	Высокая однородность, правильная геометрия	Средняя однородность, возможно наличие мятых кромок, пылевидной фракции
Энергопотребление	При равной производительности ниже на 15–20%	Более высокое, большие потери на трение
Габариты установки	Большой диаметр диска требует высокой монтажной зоны	Компактны по высоте, удобны для интеграции в линии
Обслуживание	Сложность замены ножей на крупных дисках	Относительная простота доступа к ножевому барабану
Требования к сырью	Критичны к наличию песка и металла	Менее критичны, но выше износ ножей

Таким образом, для получения щепы высокого качества (ГОСТ 15815-83 «Щепа технологическая») предпочтительнее использование дисковых машин с горизонтальной подачей, оснащенных системой автоматического регулирования скорости подачи в зависимости от нагрузки на электродвигатель. Однако для мобильных установок, работающих непосредственно на складах сырья или в условиях временных лесопунктов, барабанные рубительные машины (чипперы) обладают преимуществом за счет компактности и возможности работы с влажной, засоренной древесиной.

Современные тенденции в конструировании рубительных машин направлены на повышение надежности и снижение эксплуатационных затрат. Ключевыми узлами, определяющими ресурс оборудования, являются:

Переход от цельных ножей к сменным многогранным пластинам (CBN, PCD) позволяет сократить время на переточку и настройку. Системы быстрой фиксации ножей (Quick-Lock) уменьшают простой оборудования при замене режущего инструмента до 15–20 минут.

В современных моделях используется комбинация верхнего рифленого вальца с гидравлической поджимной системой и нижнего гладкого вальца (или гусеничного

транспортера). Это обеспечивает принудительную подачу даже для горбыля сложной геометрии (неправильная форма, наличие обзола).

Интеграция рубительной машины с виброситами или воздушными сепараторами непосредственно на выходе позволяет удалять пыль, кору и мелочь, повышая качество готовой щепы без использования дополнительного оборудования.

Системы «No-Stress». В случае падения оборотов двигателя, подача сырья автоматически замедляется или приостанавливается для предотвращения застревания или повреждений.

Анализ патентной активности и предложений производителей (Bruks, Jenz, Vecoplan, Vermeer, «Металлист» и др.) позволяет выделить следующие перспективные направления:

Сочетание в одной конструкции функций рубительной машины, сортировки и контейнерной загрузки. Такие установки позволяют оперативно перемещать производство щепы к месту накопления отходов, минимизируя транспортные издержки.

Системы активного контроля геометрии резания.Внедрение датчиков определения толщины и ширины подаваемого материала с последующим изменением частоты вращения ротора или диска. Это позволяет оптимизировать энергопотребление и снизить вибрационную нагрузку на несущие конструкции.

Разработка машин, способных переключаться между режимами барабанного и дискового резания в зависимости от требований к фракционному составу продукции. Такие решения пока находятся на стадии промышленных прототипов, но демонстрируют высокую адаптивность к изменяющимся рыночным условиям.

Современный рынок предлагает широкий спектр технических решений, различающихся по принципу действия, производительности и качеству получаемого продукта. Выбор оптимальной конструкции должен базироваться на комплексной оценке характеристик сырья (порода древесины, геометрические размеры отходов, степень засоренности), требуемых параметров технологической щепы (фракционный состав, влажность) и экономических факторов (капитальные затраты, стоимость владения). Дисковые машины остаются предпочтительным выбором для стационарных линий, ориентированных на выпуск кондиционной щепы для целлюлозно-бумажного производства. Барабанные рубительные машины более целесообразны при утилизации больших объемов тонкомерных отходов и при необходимости частого перемещения оборудования между объектами. Дальнейшее развитие конструкций должно идти по пути повышения энергоэффективности, автоматизации процессов настройки режущего узла и интеграции систем сортировки, что позволит увеличить глубину переработки древесных ресурсов и снизить техногенную нагрузку на окружающую среду.

Литература

1. Азаров, В. Б. Оборудование лесопромышленных производств: учебник / В. Б. Азаров, М. Д. Мазуркин. – Москва : Инфра-Инженерия, 2019. – 456 с.
2. Разработка пневмосистемы зерноочистительной машины с вертикальным кольцевым аспирационным каналом / В. Л. Андреев,, А. С. Комкин, В. А. Одегов, В. В. Шилин // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 2 (81). – С. 29-42.
3. Оптимизация эксплуатационных параметров конструктивных элементов пневмосистем с кольцевым аспирационным каналом / В. Л. Андреев, Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, В. В. Шилин. // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – С. 7-12.
4. Баранов, Н. Ф. Влияние скорости резания и угла защемления материала на процесс резания дисковым режущим аппаратом / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы X Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, посвященный 65-летию со дня образования инженерного факультета Вятской ГСХА. – 2017. – С. 70-74.
5. Баранов, Н. Ф. Влияние конструктивных технологических факторов на энергетические показатели рубительной машины / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин // Улуч-

шение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2014. – С. 67-72.
6. Баранов, Н. Ф. Обоснование параметров ножевого режущего аппарата / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение". – 2016. – С. 87-90.
7. Баранов, Н. Ф. Определение силы затягивания материала ножом рубительной машины / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 1. – С. 70-75.
8. ГОСТ 15815-83. Щепа технологическая. Технические условия. – Москва : Издательство стандартов, 1984. – 6 с.
9. Коваль, П. В. Анализ конструктивных особенностей рубительных машин для переработки низкокачественной древесины / П. В. Коваль // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2021. – Т. 9, № 2 (53). – С. 112-119.
10. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Экологические и энергетические аспекты использования пропашных тракторов / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын. – Казань : Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2004. – 128 с. – ISBN 5-7464-0558-2. – EDN WZLSVR.
12. Патент № 2563154 C1 Российская Федерация, МПК B27L 11/02. Рубительная машина : № 2014124772/13 : заявл. 17.06.2014 : опубл. 20.09.2015 / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин ; заявитель Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Вятская государственная сельскохозяйственная академия" (ФГБОУ ВПО ВГСХА). – EDN ZFKKTR.
13. Петров, А. Н. Повышение эффективности процесса измельчения древесных отходов / А. Н. Петров // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26. – № 4. – С. 78-85.
14. Пименов, А. А. Мобильные рубительные машины: тенденции развития и оценка эффективности / А. А. Пименов // Инновации в лесном комплексе : сборник материалов Всероссийской конференции. – Красноярск : СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2023. – С. 145-149.
15. Справочник по лесопилению / под редакцией Ю. А. Ширнина. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2020. – 312 с.
16. Фуфачев, В. С. Совершенствование конструкции и исследование рабочего процесса двухступенчатой рубительной машины для измельчения отходов деревообработки / В. С. Фуфачев, Н. Ф. Баранов, И. В. Ступин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы VI Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2013. – С. 167-172.
17. Шилин, В. В. Исследование конструктивных и эксплуатационных параметров распределителей пневматических центробежных сепараторов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы VII Международной научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение». – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – Вып. 15. – С. 250-254.
18. Шилин, В. В. Сравнительные исследования эксплуатационных параметров разработанной и серийно выпускаемой пневмосистемы с кольцевым аспирационным каналом // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы VIII Международной научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2015. – Вып. 16. – С. 187-191.

УДК 331.4

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Огородников Д. Е. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье приведена информация о влиянии освещения на условия труда Ключевые слова: освещение, производственное освещение, искусственное освещение и требования к производственному освещению

Рациональное освещение рабочего места является одним из важнейших факторов, влияющих на эффективность трудовой деятельности человека, предупреждающих травматизм и профессиональные заболевания. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия труда, повышает работоспособность и производительность труда. Освещение на рабочем месте программиста должно быть таким, чтобы работник мог без напряжения зрения выполнять свою работу. Утомляемость органов зрения зависит от ряда причин: недостаточность освещенности; чрезмерная освещенность; неправильное направление света.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности. Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения.

Искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Усталость органов зрения зависит от степени напряжённости процессов, сопровождающих зрительное восприятие.

Основная задача освещения в производственных помещениях состоит в обеспечении оптимальных условий для видения. Эта задача решается выбором наиболее рациональной системы освещения и источников света [1].

Основные светотехнические характеристики

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным показателям относятся:

- световой поток Ф - часть лучистого потока, воспринимаемая человеком как свет; характеризует мощность светового излучения, измеряется в люменах (лм);

- сила света J - пространственная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока, исходящего от источника и равномерно распространяющегося внутри элементарного телесного угла, к величине этого угла измеряется в канделах (кд):

$$J = \frac{d\Phi}{d\omega}. \quad (1)$$

- освещенность E - поверхностная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока dФ, равномерно падающего на освещаемую поверхность dS (кв. м), к ее площади измеряется в люксах (лк):

$$E = \frac{d\Phi}{dS}. \quad (2)$$

- яркость L поверхности под углом альфа к нормали - это отношение силы света dα, излучаемой, освещаемой или светящейся поверхностью в этом направлении, к площади dS проекции этой поверхности, на плоскость, перпендикулярную к этому направлению измеряется в кд х кв. м.:

$$L = \frac{d\alpha}{dS\cos\alpha}. \quad (3)$$

Для качественной оценки условий зрительной работы используют такие показатели, как фон, контраст объекта с фоном, коэффициент пульсации освещенности, показатель освещенности, спектральный состав света.

Фон - это поверхность, на которой происходит различение объекта. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее световой поток. Эта способность (коэффициент отражения р) определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока Ф к падающему на нее световому потоку Ф.

В зависимости от цвета и фактуры поверхности значения коэффициента отражения находятся в пределах 0,02…0,95:

1. при р>0,4 фон считается светлым;
2. при р=0,2…0,4 - средним
3. при р<0,2 - темным.

- контраст объекта с фоном k - степень различения объекта и фона - характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (точки, линии, знака, пятна, трещины, риски или других элементов) и фона считается:

$$k = \frac{L_Ф - L_O}{L_Ф}. \quad (4)$$

1. большим, если k<0,5 (объект резко выделяется на фоне);
2.средним при k=0,2…0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости);
3. малым при k<0,2 (объект слабо заметен на фоне).

- коэффициент пульсации освещенности k - это критерий глубины колебаний E_{max}, E_{min} и $E_{ср}$ освещенности в результате изменения во времени светового потока:

$$k = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2 \cdot E_{ср}}, \quad (5)$$

где E_{min}, E_{max}, $E_{ср}$ – минимальное, максимальное и среднее значения освещенности за период колебаний; для газоразрядных ламп, k=25…65%. для Е обычных ламп накаливания k=7%, для галогенных ламп накаливания k=1%.

- показатель ослепленности Р - критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой:

$$P = \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right) \cdot 1000, \quad (6)$$

где V_1 и V_2 – видимость объекта различения соответственно при экранировании и наличии ярких источников света в поле зрения.

Экранирование источников света осуществляется с помощью щитков, козырьков и т. п.

- видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект. Она зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном, т. е:

$$V = \frac{k_д}{k_п}, \quad (7)$$

где $k_д$, $k_п$ – действительный и пороговый различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличим на этом фоне [2].

Требования к производственному освещению.

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы. Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда. Производственное освещение должно обеспечивать отсутствие в

поле зрения работающего резких теней. Наличие резких теней искажает размеры и формы объектов различия и тем самым повышает утомляемость, снижает производительность труда. Особенно вредны движущиеся тени, которые могут привести к травмам.

Для улучшения видимости объектов в поле зрения работающего должна отсутствовать прямая и отраженная блесность.

Блесность – это повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т.е. ухудшение видимости объектов. Блесность ограничивают уменьшением яркости источников света, правильным выбором защитного угла светильника, увеличением высоты подвеса светильников, правильным направлением светового потока на рабочую поверхность, а также изменением угла наклона рабочей поверхности. При организации производственного освещения следует выбирать необходимый спектральный состав светового потока. Это требование особенно существенно для обеспечения правильной цветопередачи. Оптимальный спектральный состав обеспечивает естественное освещение. Осветительные установки должны быть удобны и просты в эксплуатации, долговечны, отвечать требованиям эстетики, электробезопасности, а также не должны быть причиной возникновения взрыва или пожара. Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23-05-95 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном.

При проектировании искусственного освещения необходимо выбрать тип источника света, систему освещения, вид светильника; наметить целесообразную высоту установки светильников и размещения их в помещении; определить число светильников и мощность ламп, необходимых для создания нормируемой освещенности на рабочем месте, и в заключении проверить намеченный вариант освещения на соответствие его нормативным требованиям [1,3,4].

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Обзор вредных производственных факторов, влияющих на условия труда работников оперативно-выездных бригад / П. Н. Солонщиков, А. В. Владимиров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 181-183. – EDN OOGUBY.

2. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАтУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.

3. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.

4. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.

УДК 631.3:636.5

РОБОТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОРТИРОВКИ И УПАКОВКИ ЯИЦ НА ПТИЦЕФАБРИКАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Огородников Д. Е. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Данная работа посвящена вопросам комплексной автоматизации и внедрения индустрии 4.0 на линиях сортировки яиц современных птицефабрик. В статье глубоко исследуется применение передовых алгоритмов машинного зрения для бесконтактной дефектоскопии скорлупы в режиме реального времени. Рассмотрена техническая интеграция оптических систем с высокоскоростными промышленными дельта-роботами для автоматической отбраковки. Обоснована технологическая и экономическая целесообразность использования нейронных сетей для выявления скрытых микротрещин, что ведет к существенному снижению товарных потерь при логистике.

Ключевые слова: роботизация, машинное зрение, дельта-робот, дефектоскопия, птицефабрика, нейронные сети, автоматизация процессов, агропромышленный комплекс, техническое зрение

Промышленное птицеводство яичного направления сегодня характеризуется колоссальными объемами и высочайшими темпами производства. На крупных птицефабриках через узлы сбора и упаковки ежедневно проходят миллионы единиц продукции. В таких условиях традиционные механические методы калибровки (взвешивание) и акустические системы дефектоскопии (отбраковка по звуку при легком постукивании) достигают предела своей пропускной способности [1].

Самым уязвимым звеном остается визуальный контроль качества, который до сих пор частично возлагается на операторов. Человеческий глаз физически не способен сохранять концентрацию при движении конвейера со скоростью до 100 000 яиц в час. В результате на упаковку попадают яйца со скрытыми микротрещинами – дефектами скорлупы толщиной в доли миллиметра. В процессе дальнейшей логистики, при штабелировании паллет и транспортировке, такие яйца разрушаются, их содержимое вытекает, загрязняя соседнюю продукцию в лотках (процесс контаминации). Это приводит к резкому снижению сортности всей партии, массовым возвратам от торговых сетей, необходимости переупаковки и, как следствие, миллионным убыткам предприятия. Разработка бесконтактной, быстрой и точной автоматизированной системы отбраковки является первоочередной инженерной задачей [2,3].

Для кардинального решения проблемы предлагается внедрение аппаратно-программного комплекса, состоящего из модуля машинного зрения и промышленных роботов-манипуляторов параллельной кинематики (дельта-роботов). Процесс инспекции организуется следующим образом. Яйца подаются на роликовый конвейер, который обеспечивает их поступательное движение с одновременным вращением вокруг своей продольной оси. Продукция проходит через изолированный оптический туннель, защищенный от внешней засветки. Внутри туннеля установлена система мультиспектрального освещения: мощные LED-излучатели видимого спектра (для поиска пятен крови, помета и дефектов формы) и источники ультрафиолетового излучения (УФ-спектр заставляет края микротрещин флуоресцировать, делая их контрастными). Высокоскоростные промышленные камеры с глобальным затвором (Global Shutter, исключает искажение быстро движущихся объектов) делают серию из 10–15 снимков каждого яйца в динамике. Видеопоток передается на тензорные вычислители, где обрабатывается сверточными нейронными сетями (архитектуры семейства YOLO или Mask R-CNN). Модель ИИ предварительно обучается на датасете из сотен тысяч размеченных фотографий яиц с различными дефектами [6].

При классификации объекта как «брак», вычислитель рассчитывает вектор движения яйца по ленте и передает координаты на программируемый логический контроллер (ПЛК)

дельта-робота. Выбор дельта-роботов обусловлен их уникальной конструкцией: массивные серводвигатели закреплены стационарно на верхней раме, а рабочим органом управляют легкие рычаги из углепластика. Это обеспечивает практически нулевую инерцию, колоссальное ускорение и скорость работы до 150–200 циклов захвата в минуту. В качестве энд-эффектора (захвата) используется пневматическая присоска из мягкого пищевого силикона, которая бережно извлекает дефектное яйцо с ленты и переносит его на конвейер технической переработки (на меланж) без риска раздавливания [7,8].

В ходе теоретического и имитационного моделирования работы предложенного роботизированного комплекса была исследована зависимость точности классификации различных видов брака от скорости движения сортировочной линии. Результаты представлены на рисунке 1.

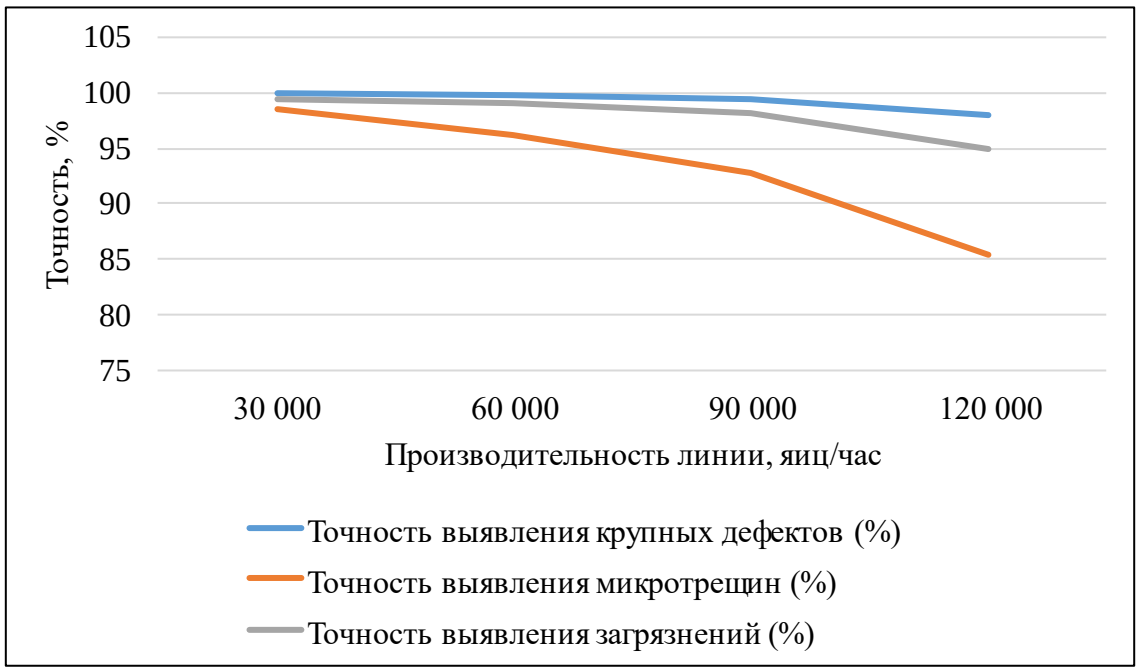


Рисунок 1 – Зависимость точности классификации дефектов от производительности линии

Данные таблицы убедительно доказывают высокую надежность алгоритмов компьютерного зрения. При стандартных высоких скоростях конвейера (до 90 000 яиц/час) точность распознавания самых сложных для выявления дефектов — микротрещин — остается на беспрецедентном уровне 92.8%. Для сравнения, эффективность ручного овоскопирования на таких скоростях падает ниже 40%.

Некоторое снижение точности детектирования (до 85.4%) при экстремальном разгоне линии до 120 000 яиц/час объясняется физическим пределом пропускной способности интерфейсов передачи данных и эффектом смазывания контуров. Эта проблема имеет потенциал решения в будущем путем установки более светосильной оптики и применения стробоскопического освещения с минимальной длительностью импульса. В целом система демонстрирует отличный баланс между производительностью и процентом ложноположительных срабатываний [9].

Интеграция систем технического зрения и высокоскоростной робототехники в технологические линии птицефабрик является экономически обоснованным и технологически необходимым шагом. Роботизация процессов сортировки и дефектоскопии полностью устраняет влияние пресловутого «человеческого фактора», кардинально повышает санитарно-ветеринарную безопасность выпускаемой продукции и позволяет снизить транспортный бой яйца на 15–20%. В перспективе, масштабирование данной технологии и дообучение нейросетей позволит производить сортировку продукции не только

по физическим дефектам, но и по интенсивности пигментации скорлупы для удовлетворения специфических запросов розничных сетей.

Литература

1. Наймушин, Д. А. Мобильные кормороздатчики на фермах КРС / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 394-398.
2. Никитин, Е. А. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 37-46.
3. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
4. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.
6. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
7. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.
8. Технология получения комбикормов в хозяйствах / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. С. Ткачев [и др.] // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мичуринск, 13 февраля 2020 года. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – С. 144-149.
9. Толстоухова, И. А. Методы оценки качества дозирования при раздаче кормов мобильным кормораздатчиком / И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 222-223.

УДК 631.37:681.5

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В ЗАМКНУТЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛА И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Огородников Д. Е. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема поддержания оптимальных зоогигиенических параметров микроклимата в закрытых животноводческих помещениях в условиях значительных сезонных и суточных перепадов температур. Предложена и научно обоснована концепция интеграции энергоэффективных пластинчатых рекуператоров тепла и предиктивных алгоритмов управления на базе искусственного интеллекта (ИИ). Проведен комплексный анализ влияния автоматизации на снижение общих энергозатрат предприятия, а также оценено снижение заболеваемости молодняка респираторными инфекциями за счет исключения сквозняков и температурных стрессов.

Ключевые слова: микроклимат, рекуперация тепла, искусственный интеллект, животноводческий комплекс, энергоэффективность, предиктивные алгоритмы, агроинженерия, автоматизация, машинное обучение

В современном интенсивном животноводстве (свиноводческие комплексы, фермы КРС закрытого типа, птицефабрики) поддержание заданных параметров микроклимата является одним из основополагающих факторов, определяющих рентабельность всего производственного цикла. От температуры, относительной влажности, скорости движения воздушных масс и концентрации вредных газов (в первую очередь аммиака NH_3 и углекислого газа CO_2) напрямую зависят конверсия корма, среднесуточные привесы, а также общий иммунный статус поголовья [1,5].

Традиционные системы вентиляции, как правило, управляются классическими релейными схемами или пропорционально-интегрально-дифференцирующими (ПИД) регуляторами. Их главный недостаток заключается в реактивном принципе работы: система начинает изменять производительность вентиляторов только после того, как датчики зафиксируют отклонение от нормы. В условиях сурового климата это приводит к эффекту «температурных качелей». При резком похолодании автоматика запаздывает, в помещение поступает избыточный объем ледяного воздуха, что провоцирует холодные сквозняки. Именно они являются главной причиной массовых вспышек бронхопневмонии у молодняка. Целью данного исследования является разработка, теоретическое обоснование и оценка эффективности применения предиктивной системы управления микроклиматом на базе нейросетевых алгоритмов и систем рекуперации [2,6].

Для решения выявленной проблематики предлагается комплексный инженерный подход, включающий модернизацию как аппаратной, так и программной базы климатических установок.

Аппаратная часть системы базируется на использовании приточно-вытяжных установок, оснащенных перекрестноточными пластинчатыми рекуператорами из коррозионностойких полимерных материалов (что критически важно в агрессивной аммиачной среде коровников и свинарников). Рекуператор обеспечивает передачу тепловой энергии от удаляемого загрязненного воздуха, нагретого животными, к холодному приточному воздуху с улицы. Эффективность возврата тепла в таких установках достигает 65–75%.

Программная архитектура строится на базе предиктивного искусственного интеллекта, использующего рекуррентные нейронные сети (в частности, архитектуру LSTM — долгая краткосрочная память), которые отлично подходят для анализа временных рядов. Нейросеть непрерывно собирает и анализирует массив данных:

1. Внутренние параметры: показания мультисенсорных узлов (температура, влажность, CO_2, NH_3);

2. Внешние факторы: интеграция с метеорологическими API для получения точного прогноза погоды на ближайшие 12–24 часа;

3. Биологические данные: тепловыделение и влаговыделение самих животных (зоотехнические нормы), которые динамически рассчитываются в зависимости от возраста, живой массы и текущего рациона группы.

Алгоритм заранее моделирует тепловой баланс помещения. Если прогнозируется резкое падение температуры наружного воздуха ночью, ИИ заблаговременно и плавно снижает воздухообмен до минимально допустимых санитарных значений, сохраняя накопленное тепло, и регулирует степень открытия байпасного клапана рекуператора во избежание его обмерзания (закупорки сот льдом при прохождении точки росы).

Математическое моделирование работы предложенной предиктивной системы показало высокую степень устойчивости температурного режима. Искусственный интеллект полностью исключает критические провалы температуры [7,9].

Для экономической оценки эффективности был произведен расчет потребления электроэнергии на дополнительный обогрев (работа тепловых пушек или электрокалориферов) типового животноводческого помещения площадью 1000 кв. м. в осенне-зимний период. Результаты сравнительного анализа представлены на рисунке 1.

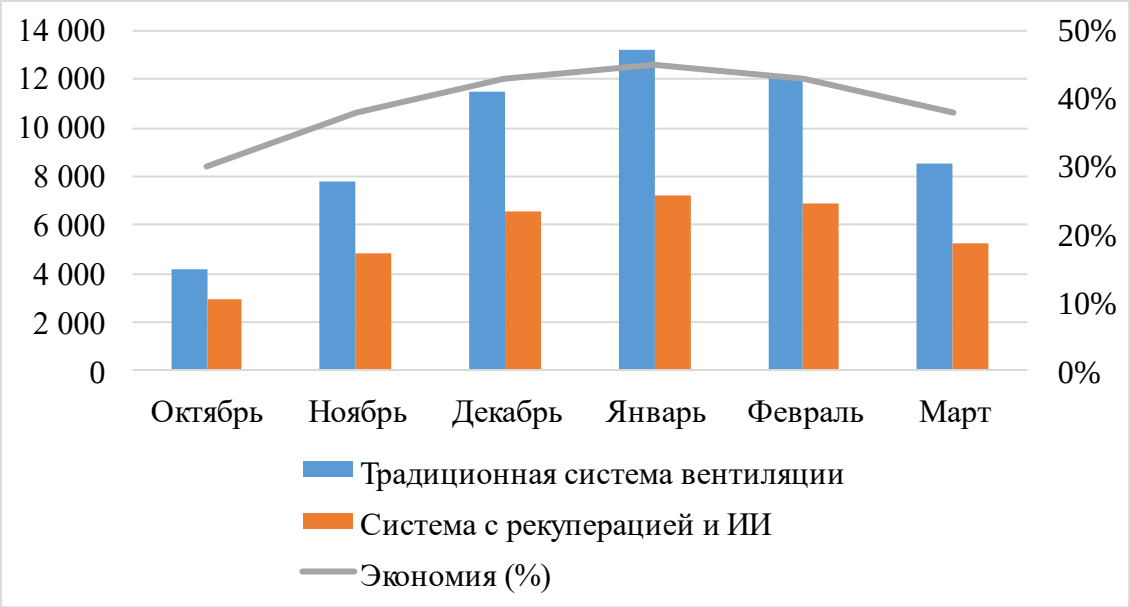


Рисунок 1 – Сравнение среднемесячного энергопотребления на отопление и вентиляцию помещения (кВт·ч)

Анализ эмпирических данных наглядно демонстрирует, что наибольшая экономическая эффективность достигается в самые холодные месяцы (декабрь, январь, февраль). Снижение энергозатрат на 43–45% обусловлено тем, что предиктивная система практически полностью исключает тактовое включение мощных электрических теплогенераторов. Максимально утилизируется скрытое биологическое тепло животных [2,3].

Помимо прямой экономической выгоды от энергосбережения, был отмечен выраженный зоотехнический эффект. Стабилизация температурно-влажностного режима (колебания температуры не превышали 1.5°С в сутки) и отсутствие холодных воздушных потоков в зоне обитания животных привели к расчетному снижению случаев возникновения респираторных заболеваний (бронхиты, пневмонии) у молодняка на 14–16% по сравнению с

контрольными показателями при традиционной вентиляции. Это снижает затраты фермы на ветеринарные препараты и уменьшает процент вынужденной выбраковки.

Внедрение автоматизированных систем вентиляции с рекуперацией тепла, управляемых предиктивными алгоритмами искусственного интеллекта, представляет собой инновационный и высокоэффективный путь модернизации современных животноводческих комплексов. Предложенная технология не только позволяет кардинально (до 45% в зимний период) снизить прямые эксплуатационные затраты на энергоносители, но и формирует оптимальную физиологическую среду обитания. Улучшение зоогигиенических условий неизбежно конвертируется в повышение общей продуктивности, сохранности поголовья и, как следствие, в рост итоговой рентабельности агропромышленного предприятия.

Литература

1. Исследование устройства измельчения сыпучих материалов скалывающего типа / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 2 (30). – С. 57-63. – EDN WAVXBH.
2. Никитин, Е. А. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 37-46.
3. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
4. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.
6. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.
7. Солонщиков, П. Н. Инженерное обеспечение процесса приготовления жидких кормовых смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию создания кафедры "Ремонт машин и технология конструкционных материалов", Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 128-131.
8. Технология получения комбикормов в хозяйствах / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. С. Ткачев [и др.] // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мичуринск, 13 февраля 2020 года. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – С. 144-149.
9. Толстоухова, И. А. Методы оценки качества дозирования при раздаче кормов мобильным кормораздатчиком / И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 222-223.

УДК 656.1:681.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ МЕЖМУНИЦИПАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ 33 ОП РЗ 33Р-017 ЮЖНЫЙ ОБХОД Г. КИРОВА

Окорочков М. А. – магистрант 2 курса института инженерии и агроиботехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Выполненный анализ городских ТП, на основе исследования основных въездных направлений, показал, что основной подвижной состав в городе, представлен ЛА. Анализ автомобилей данного типа по габаритной длине, согласно западноевропейской классификации, показывает значительное процентное распределение (более 10%) в общем ТП каждого класса ЛА, что свидетельствует о необходимости данного учета при исследовании состава ТП.

Ключевые слова: транспортный поток, легковой автомобиль, улично-дорожная сеть, организация дорожного движения, класс автомобиля

Появление на дорогах Российской Федерации значительного количества автомобилей, доля которых, согласно официальной статистике зарегистрированных легковых транспортных средств (ТС) за 2024 год 30199421 шт. (более 68% от общего числа), что не позволяет классифицировать их по рабочему объему двигателя. Кроме этого, в связи с тем, что предметом исследования является процесс движения на РП и более 80-90% движущихся ТС составляют легковые автомобили (ЛА), их учет будет являться необходимым условием при расчете необходимого режима регулирования, а их длина при потоке насыщения (ПН).

С целью выявления процентного распределения состава транспортных потоков (ТП), с использованием западноевропейской классификации ЛА, проведены исследования въездных ТП на примере г. Кирова. Рассмотрим на примере автомобильной дороги межмуниципального значения – 33 ОП РЗ 33Р-017 Южный обход г. Кирова: протяженность – 14,024 км, ширина проезжей части – 10,6 м, дорога 1Б технической категории.

В ходе исследования, выявлено, что общий транспортный поток в будние (рабочие) дни в среднем составляет 15000 авт/сут. От общего потока, въезжающего в город в утренние часы количество грузовых автомобилей не превышает 27,2%, а автобусов 1,8%, основной поток составляют легковые автомобили, среднее количество которых от общего ТП приблизительно составляет 70%.

Поток легковых автомобилей был разделен на классы согласно западно-европейской классификации [1]. Наиболее часто встречающимся автомобилем был автомобиль «класса С», для каждого въезда процентное соотношение в общем потоке легковых автомобилей колеблется в пределе от 30,4 до 42,8%. Среднее число автомобилей в сутки данного класса составило 4540 авт/сут (37,8%).

Следующим по многочисленности стали автомобили «класса А» и «класса D», их число в процентном соотношении от общего потока легковых автомобилей в среднем составило от 9,4 до 21,5% и от 5,1 до 23,2% соответственно. Числовая характеристика в сутки составила 1766 авт/ч (15,8%) для автомобилей «класса А» и 1413 авт/сут (12,6%) для «класса D».

Автомобили «класса F» так же встречаются довольно часто, наблюдения в течение суток показали что среднее количество составило 1650 авт/сут (13,3%), для всех исследуемых въездов в город процентное соотношение было от 7,1 до 21,6%. Также не малое количество составили и автомобили «класса Е», в среднем 1314 авт/сут (11,4%) распределение по всем въездным направлениям, составило от 7,1 до 17,6%. Наименее многочисленными были автомобили «классы В» их количество в течение суток составило 1010 авт/сут (9,1%).

Полученные распределения свидетельствуют о многочисленности классов легковых автомобилей, которые оказывают большое влияние на организацию движения в городе.

Стоит также учесть, что исследованию были подвергнуты лишь въездные потоки, несмотря на их многочисленность, нельзя забывать и о транспортных потоках, которые движутся в утреннее время в самом городе, т.е. те автомобили, которые не используют для въезда исследуемые пункты учета, а находятся уже в самом городе.

Проведенный анализ также показал, что автомобили других типов, например, таких, как автобусы и грузовой транспорт на исследуемом участке не столь многочисленны и в совокупности составляют 30% от общего числа транспортных средств. Тем не менее, проводя оценку качества движения, а также предлагая мероприятия по его улучшению, таких, как реорганизация и реконструкция, инженер всегда учитывает составляющие типов транспортных средств, даже если они не существенны и не многочисленны, учет всех типов обязательное условие. Учет классификации рассматриваемого типа автомобилей позволит в несколько раз улучшить движение в городе, так как основа классификации формулируется на основном показателе – габаритный параметр, а именно – габаритная длина, который оказывает влияние на пропускную способность различных участков улично-дорожной сети (УДС).

Для примера рассмотрим участок дороги протяженностью 100 м, и предположим, что при одних и тех же условиях его занимают автомобили различных классов, рассмотренных ранее. Автомобилей «класса А», будет насчитываться 28 авт/100 м., «класса В» 26 авт/100 м., «класса С» 23 авт/100 м., «класса D» 22 авт/100 м., «класса Е» 20 авт/100 м., «класса F» 18 авт/100 м. Разница между самым коротким и самым длинным автомобилем на рассматриваемом участке, в среднем составит 10 условных автомобилей, а если предположить что занимают рассматриваемую длину полосы дороги совокупность автомобилей различных классов, то данная разница может и увеличиться.

Выполненный анализ городских ТП, на основе исследования основных въездных направлений, показал, что основной подвижной состав в городе, представлен ЛА. Анализ автомобилей данного типа по габаритной длине, согласно западно-европейской классификации, показывает значительное процентное распределение (более 10%) в общем ТП каждого класса ЛА, что свидетельствует о необходимости данного учета при исследовании состава ТП.

Современная интеллектуальная систем дорожного движения – необходимость для качественной организации транспортной развязки в крупных городах. Статистически, АСУДД окупаются после установки благодаря сокращению расходов на поддержку старой инфраструктуры управления дорожным движением. Более того, повышаются показатели безопасности на дороге, увеличивается пропускная способность отдельно взятого дорожного участка и общее состояние дорожной инфраструктуры в населенном пункте [2].

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 621.436

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ НА ПРОЦЕСС ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В МОЛОТКОВЫХ ДРОБИЛКАХ

Окуловский Д. В. – бакалавр 3 курса института инженерии и агробиотехнологии.
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен комплексный анализ влияния геометрической формы молотков на кинематику и динамику процесса измельчения твердых материалов. Рассмотрены физические основы взаимодействия рабочих органов с частицами сырья, проведена классификация основных типов молотков, оценено их влияние на удельные энергозатраты, гранулометрический состав продукта и износостойкость оборудования. Особое внимание уделено аэродинамическим аспектам работы ротора и экономическим показателям эксплуатации различных конфигураций рабочих органов.

Ключевые слова: Молотковая дробилка, измельчение, молотки, гранулометрический состав, энергозатраты, оптимизация

Молотковые дробилки представляют собой один из наиболее распространенных классов машин для тонкого и среднего измельчения твердых материалов, находящий широкое применение в агропромышленном комплексе [1-4], горнодобывающей отрасли, производстве строительных материалов и переработке вторичного сырья. Фундаментальным элементом конструкции данных машин является роторный узел, оснащенный подвижными или жестко закрепленными рабочими органами — молотками [5-9]. (Рисунок 1) Несмотря на внешнюю простоту кинематической схемы, эффективность технологического процесса в значительной степени детерминирована геометрией рабочих органов, которая определяет характер передачи кинетической энергии материалу, аэродинамическое сопротивление ротора и интенсивность абразивного износа. Оптимизация формы молотков является актуальной научно-технической задачей, решение которой позволяет существенно снизить энергоемкость производства и повысить качество конечного продукта.

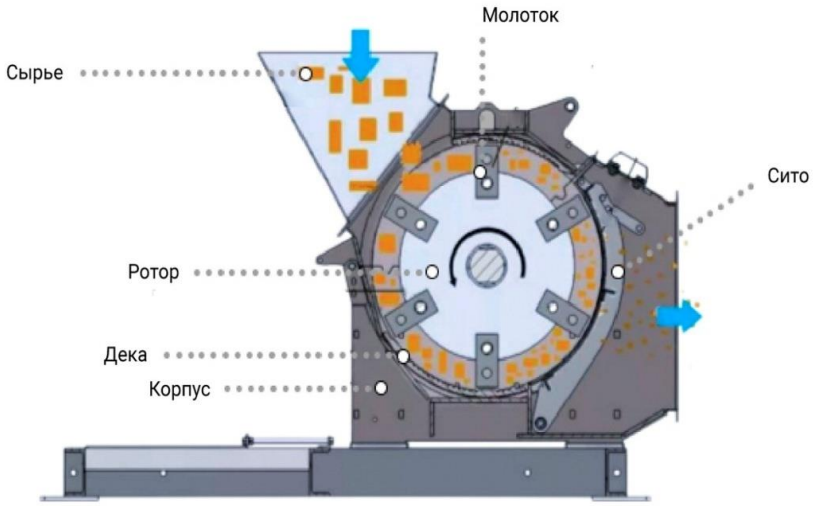


Рисунок 1 – Конструктивная схема молотковой дробилки с указанием основных узлов и направления потоков материала

Процесс дезинтеграции материала в молотковой дробилке реализуется посредством сложного сочетания механических воздействий: удара, среза, истирания и раскалывания. Характер доминирующего вида деформации напрямую зависит от профиля рабочей кромки молотка и его скорости в момент контакта с частицей. Геометрическая форма инструмента

определяет угол атаки, площадь контактного пятна и вектор приложения силы. Кроме того, при высоких окружных скоростях ротора (достигающих 60–90 м/с) форма молотков оказывает критическое влияние на аэродинамику внутри рабочей камеры, формируя воздушные потоки, которые способствуют как транспортировке измельченного продукта к разгрузочным отверстиям, так и созданию сопротивления вращению.

Взаимодействие материала с рабочими органами происходит в зоне активного дробления, где частицы многократно ударяются о молотки, контр ударные пластины и друг о друга [10]. Эффективность этого процесса лимитируется способностью молотка захватить материал и передать ему достаточную энергию для разрушения структурных связей, а также возможностью своевременного вывода готового продукта через просеивающую поверхность (сито). Неоптимальная форма молотка может приводить к образованию застойных зон, повторному переизмельчению уже кондиционной фракции и, как следствие, к росту удельных энергозатрат [11-15].

Современное машиностроение предлагает широкий спектр конфигураций молотков, каждая из которых обладает специфическими эксплуатационными характеристиками. Систематизация данных форм позволяет выделить несколько типов, различающихся по механизму воздействия на материал и областям рационального применения [16-19].

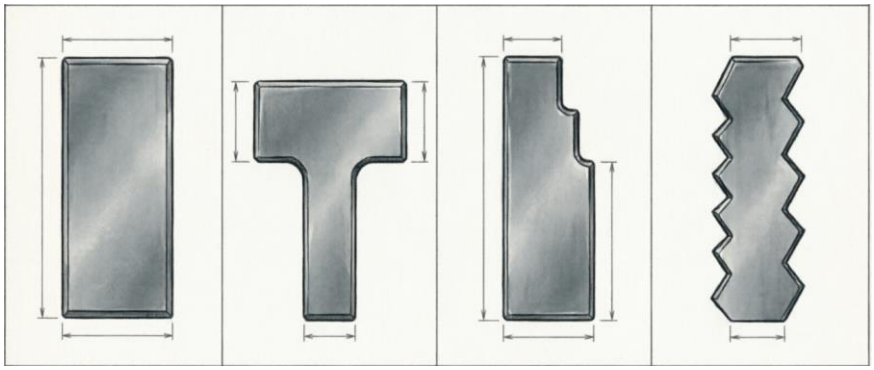


Рисунок 2 – Типы молотков(прямоугольный, т-образный, ступенчатый, зубчатый)

Наиболее массовым и универсальным типом являются прямоугольные молотки, которые могут исполняться в симметричном или асимметричном варианте.(Рисунок 2) Данная конфигурация характеризуется простотой изготовления, минимальной материалоемкостью и высокой степенью реверсивности: по мере износа рабочих кромок молоток может быть переустановлен другой гранью, что позволяет использовать до четырех рабочих поверхностей одного изделия. Прямоугольная форма обеспечивает преимущественно ударное воздействие, что делает ее оптимальной для измельчения хрупких материалов, таких как зерновые культуры и минералы средней твердости. Однако при переработке волокнистых или вязких субстанций прямые кромки могут демонстрировать недостаточную эффективность захвата, приводя к проскоку непередробленных частиц.

Т-образные молотки отличаются наличием расширенной поперечины, выполняющей функцию основной рабочей поверхности. (Рисунок 2) Такая геометрия способствует увеличению площади контактного удара и улучшению динамической балансировки ротора за счет специфического распределения массы. Т-образная конфигурация генерирует мощный воздушный поток, интенсифицирующий вывод продукта из зоны дробления, что особенно актуально при работе с материалами низкой насыпной плотности, например, древесной щепой или соломой. Вместе с тем, увеличенное аэродинамическое сопротивление данного типа молотков может требовать более мощных приводов и совершенных систем аспирации.

Для повышения эффективности переработки трудноизмельчаемых, вязких и волокнистых материалов применяются молотки сложного профиля, в частности ступенчатые и зубчатые. (Рисунок 2) Наличие выступов, насечек или пилообразных кромок добавляет к ударному воздействию выраженный режущий эффект, способствуя разрыву волокон и

предотвращению забивания просеивающей поверхности. Ступенчатая форма позволяет создавать зоны локализации напряжений в материале, облегчая его фрагментацию. Зубчатые молотки, обладающие множеством острых кромок, демонстрируют высокую производительность при измельчении древесины, полимеров и резины, однако их ресурс при работе с высокоабразивными материалами (кварц, гранит) существенно ниже из-за ускоренного износа вершин зубьев, являющихся концентраторами механических напряжений.

Помимо базовых форм, в практике встречаются специализированные решения, такие как ножевые молотки для сверхтонкого помола, молотки со скосами для оптимизации аэродинамики и усиленные конструкции для переработки техногенных отходов, содержащих металлические включения. Выбор конкретной конфигурации должен базироваться на детальном анализе физико-механических свойств исходного сырья.

Геометрия рабочих органов оказывает непосредственное воздействие на ключевые параметры эффективности дробильного процесса [6,11]. Первым из них является удельное энергопотребление. Форма молотка определяет величину аэродинамического сопротивления ротора: гладкие обтекаемые профили минимизируют потери мощности на перемешивание воздуха, тогда как сложные рельефные поверхности могут увеличивать нагрузку на электродвигатель. Однако этот негативный эффект часто компенсируется повышением вероятности контакта молотка с частицей материала и сокращением времени его пребывания в камере, что в интегральном выражении может снижать энергозатраты на единицу произведенной продукции.

Вторым важным аспектом является формирование гранулометрического состава готового продукта [12,13,15]. Острые режущие кромки зубчатых и ножевых молотков способствуют получению более однородной фракции с минимальным содержанием пылевидных частиц, что критически важно для производства комбикормов и топливных гранул. В то же время массивные тупые кромки Т-образных и прямоугольных молотков реализуют механизм ударного раскалывания, приводящий к образованию широкого спектра фракций и повышенному выходу мелочи.

Третий фактор — износостойкость и ресурс рабочих органов. Распределение абразивной нагрузки неравномерно и зависит от профиля молотка. У прямоугольных изделий износ концентрируется на углах и кромках, у ступенчатых — на вершинах выступов. Важнейшим эксплуатационным преимуществом симметричных форм является возможность их многократного переворота (реверсии), что позволяет полностью использовать запас прочности металла и значительно увеличить межремонтный интервал. Анализ изношенных образцов показывает, что неправильный выбор формы для конкретного типа сырья приводит к ускоренной деградации рабочих кромок и необходимости частой замены комплекта.

Отдельного внимания заслуживает взаимодействие молотков с просеивающей поверхностью. Ротор молотковой дробилки функционирует аналогично крыльчатке центробежного вентилятора, создавая перепад давлений у поверхности сита. При определенных условиях это приводит к образованию «воздушной подушки», препятствующей прохождению частиц через отверстия решета и снижающей производительность установки на 10–20%. Применение молотков специальной формы со скосами или перфорацией позволяет нивелировать данный эффект, оптимизируя пневмотранспорт продукта внутри камеры.

При выборе типа молотков целесообразно руководствоваться критерием совокупной стоимости владения, который учитывает не только первоначальную закупочную цену комплекта, но и эксплуатационные расходы на электроэнергию, затраты на техническое обслуживание и простои оборудования. Расчеты показывают, что более дорогие молотки сложной формы или с упрочненными элементами зачастую оказываются экономически эффективнее дешевых стандартных аналогов за счет увеличения ресурса и снижения удельного энергопотребления. Например, переход с прямоугольных молотков на

оптимизированные профильные может сократить годовые затраты на электроэнергию и замену изнашиваемых частей на 15–25%, обеспечивая быструю окупаемость первоначальных инвестиций.

Перспективным направлением развития технологии является внедрение композитных материалов и методов поверхностного упрочнения. Использование биметаллических структур, сочетающих вязкую основу и твердосплавные рабочие кромки (например, с наплавкой карбидом вольфрама), позволяет существенно повысить износостойкость молотков без усложнения их геометрии. Также развиваются системы цифрового мониторинга износа, позволяющие прогнозировать остаточный ресурс рабочих органов и планировать профилактические замены, исключая внеплановые остановки производства.

Проведенный анализ позволяет констатировать, что геометрическая форма молотков является определяющим фактором, влияющим на эффективность процесса измельчения в молотковых дробилках. Не существует универсальной конфигурации, оптимальной для всех типов сырья; выбор должен осуществляться на основе детального изучения физико-механических свойств перерабатываемого материала и требований к качеству конечного продукта. Прямоугольные молотки остаются стандартом для универсальных задач благодаря балансу стоимости и надежности, тогда как Т-образные, ступенчатые и зубчатые формы обеспечивают превосходство в специализированных применениях, таких как переработка волокнистой биомассы или вязких полимеров. Дальнейшее совершенствование конструкции рабочих органов должно идти по пути интеграции оптимальной геометрии с передовыми материалами и технологиями упрочнения, что позволит достичь новых уровней энергоэффективности и производительности дробильного оборудования.

Литература

1. Акименко, А. В. Совершенствование измельчения зерна в рабочей камере дробилки / А. В. Акименко, А. А. Сундеев, В.В. Воронин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 10. – С. 12-14.
2. Исследование рабочего процесса безрешетной молотковой дробилки фуражного зерна / В. Р. Алешкин, Р. Н. Баранов, В. С. Фуфачев, А. А. Бажин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции, "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2009. – С. 8-11.
3. Патент на полезную модель № 96343 U1 Российская Федерация, МПК B02C 13/12. молотковая дробилка : № 2009115383/22 : заявл. 22.04.2009 : опубл. 27.07.2010 / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, А. А. Зыкин ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования (ФГОУ ВПО) Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN FTODBT.
4. Баранов, Н. Ф. Исследование воздушного потока молотковой дробилки / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно–практической конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 180-184.
5. Баранов, Н. Ф. Оптимизация рабочего процесса дробилки ДКР-3 с жалюзийным сепаратором / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, А. Г. Сергеев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции, "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2009. – С. 33-38.
6. Булатов, С. Ю. Повышение эффективности рабочего процесса малогабаритного комбикормового агрегата путём совершенствования системы загрузки и очистки фуражного зерна : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Булатов Сергей Юрьевич. – Киров, 2011. – 170 с. – EDN QFEXZB.

7. Власенко, Д. А. Исследование прочностных характеристик рабочих органов роторной молотковой дробилки / Д. А. Власенко, В. П. Долгих // Сталь. – 2021. – № 10. – С. 35-39.
8. Власенко, Д. А. Оценка эффективности молотковой дробилки с комбинированными способами подвеса молотков на роторе / Д. А. Власенко // Сталь. – 2023. – № 8. – С. 41-45.
9. Козлов, А. В. Исследование влияния конструктивных параметров молотков на эффективность измельчения / А. В. Козлов, С. П. Новиков // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 3. – С. 45-52.
10. Коношин, И. В. Повышение эффективности рабочего процесса молотковых дробилок закрытого типа / И. В. Коношин, А. В. Звеков // Агротехника и энергообеспечение. – 2014. – № 1 (1). – С. 165–174.
11. Неменущая, Л. А. Перспективные направления технологического оснащения производства комбикормов // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 5 (287). – С. 25-29.
12. Одегов, В. А. Исследование влияния углов установки вальцов на основные показатели рабочего процесса двухступенчатого вальцового станка / В. А. Одегов, А. С. Комкин, В. В. Шилин // Пермский аграрный вестник. 2017. – № 4 (20). – С. 35-40.
13. Палкин, А. В. Повышение эффективности функционирования молотковой безрешетной дробилки кормов : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Палкин Алексей Валентинович. – Киров, 2000. – 160 с. – EDN QDIPZH.
14. Патент № 2477180 C2 Российская Федерация, МПК B02C 13/04. молотковая дробилка : № 2011118003/13 : заявл. 04.05.2011 : опубл. 10.03.2013 / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, Р. Н. Баранов, А. Г. Сергеев ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Вятская государственная сельскохозяйственная академия (ФГОУ ВПО ВГСХА). – EDN ZITWCK.
15. Поярков, М. С. Совершенствование рабочего процесса молотковых дробилок с жалюзийными сепараторами при одно- и двухступенчатом измельчении зерна : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Поярков Михаил Сергеевич. – Киров, 2001. – 253 с. – EDN QDJNUD.
16. Сабиров, Р. Ф. Обоснование конструк-тивно-технологических параметров устройства для обработки семян биопрепаратами / Р. Ф. Сабиров, А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т.16 – № 3 (63). – С. 84-89.
17. Сидоров, М. И. Измельчение в сельском хозяйстве: теория, техника, технология / М. И. Сидоров. – Санкт-Петербург : АгроПромИздат, 2020. – 456 с.
18. Фуфачев, В. С. Исследование воздушного режима дробилки при подключении в сеть пневмосепаратора / В. С. Фуфачев, С. Ю. Булатов, А. А. Зыкин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2009 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – Вып. 9. – С. 240. – EDN AZUPYT.
19. Обоснование направления совершенствования конструкций дробилок зерна / В. Е. Чуйков, В. В. Коновалов, М. В. Донцова, С. С. Петрова. – DOI 10.55471/19973225_2023_8_3_45 // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3. – С. 45-55. – EDN WKAMGI.

УДК 621.436

МАШИНЫ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ХВОЙНОЙ ЛАПКИ

Окуловский Д. В. – бакалавр 3 курса.
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена комплексному обзору оборудования и технологий для измельчения хвойной лапки — ценного сырья для производства витаминной муки, эфирных масел и биокомпозитов. Рассмотрены физико-химические особенности переработки смолистого материала, классификация машин (шредеры, молотковые дробилки, рубительные комплексы) и ключевые критерии выбора производительности. Приведён сравнительный анализ российских и зарубежных поставщиков.

Ключевые слова: Хвойная лапка, измельчение, переработка древесины, хвойно-витаминная мука

Переработка хвойного сырья в современной России приобретает особую актуальность в контексте развития биоэкономики и рационального использования лесных ресурсов. Хвойная лапка — ценный источник витаминов, эфирных масел и биологически активных веществ, нашедший применение в производстве кормовых добавок, эфирных масел, фитопрепаратов и органической мульчи.

Области применения измельчённой хвойной массы:

1. Производство хвойно-витаминной муки (ХВМ) для животноводства и птицеводства
2. Экстракция эфирных масел для парфюмерной и фармацевтической промышленности
3. Изготовление органической мульчи и удобрений
4. Производство биокомпозитов и топливных гранул
5. Создание подстилки для сельскохозяйственных животных

Однако эффективность переработки напрямую зависит от правильного выбора оборудования для измельчения [1-3]. Цель данной статьи — помочь предпринимателям и технологам разобраться в многообразии машин для переработки хвойной лапки, понять технологические нюансы и избежать типичных ошибок при оснащении производства.

Хвойная лапка — это верхушечные побеги хвойных деревьев (ели, сосны, пихты, кедра) длиной 30-60 см с хвоей и молодыми веточками диаметром до 10 мм. Данное сырьё заготавливается преимущественно в зимний период, когда концентрация полезных веществ максимальна [4-9]. (Таблица 1)

Таблица 1 - Физико-химические свойства

Параметр	Значение
Влажность свежего сырья	45-60%
Содержание смол	3-8%
Упругость ветвей	Высокая
Содержание хвои	40-55% от массы
Содержание древесины	45-60% от массы

Ключевые особенности, влияющие на выбор оборудования:

1. Высокая смолистость — требует специальных покрытий режущих элементов и систем очистки
2. Упругость и волокнистость — необходима достаточная мощность привода
3. Неоднородность фракции — обязательна предварительная сортировка
4. Влажность — для глубокой переработки требуется сушка до 10-12%

Типы машин для измельчения хвойной лапки

Шредеры с роторной системой измельчения (Рисунок 1) — наиболее универсальное решение для переработки хвойной лапки. Принцип работы основан на захвате сырья вращающимся ротором с ножами и его дроблении до заданной фракции [10-17].

Преимущества – эффективная работа с влажным и смолистым сырьём, возможность переработки веток диаметром до 100-160 мм, регулируемая фракция на выходе (10-50 мм), устойчивость к посторонним включениям.

Производительность: от 100 кг/ч (лабораторные модели) до 5-10 т/ч (промышленные установки)



Рисунок 1 – Промышленный двухвальный шредер для переработки древесных отходов

Молотковые дробилки обеспечивают тонкий помол сырья и применяются для производства хвойной муки и экстрактов. Рабочий орган представляет собой барабан с закреплёнными молотками, которые ударным воздействием дробят материал [1,16,17].

Особенности применения: фракция на выходе: 1-5 мм, требуют предварительной сушки сырья (влажность не более 15%), ограничения при работе с высокосмолистым сырьём — требуется частая очистка.

Производительность комплексных линий с молотковыми дробилками достигает 500-800 кг хвойной муки в час при обслуживании 3 операторами.

Дисковые измельчители (щепорезы) (рисунок 2) оптимальны для первичной переработки крупных веток диаметром до 170 мм [3-7]. Рабочий орган — стальной диск с радиально закреплёнными ножами.

Технические характеристики: производительность: 2-15 м³/ч; размер щепы: 20-40 мм; мощность привода: 7,5-35 кВт.



Рисунок 2 – Компактный дисковый измельчитель для малых производств

Барабанные рубительные машины используют вращающийся барабан с ножами, что обеспечивает более равномерное измельчение и меньшее пылеобразование [8].

Комплексные решения включают несколько стадий переработки: сепарация — отделение хвои от крупных веток, измельчение — первичное и вторичное дробление, сушка — снижение влажности до 10-12%, экстракция (опционально) — получение эфирных масел

Для переработки хвойной лапки в муку производительность установок достигает 1000 т/год и более. Современные линии оснащаются системами автоматического контроля и пневмотранспортом.

Технические характеристики и критерии выбора (таблица 2)

Таблица 2 - Ключевые параметры оборудования

Критерий	Рекомендации
Производительность	Для малых хозяйств: 100-500 кг/ч; для промышленных: 1-5 т/ч
Размер фракции	Для ХВМ: 1-3 мм; для щепы: 20-40 мм; для экстракции: 3-10 мм
Мощность привода	От 7,5 кВт (компактные) до 75 кВт (промышленные)
Материал ножей	Легированная сталь с твёрдостью HRC 58-62, износостойкие покрытия
Система защиты	Автоматическая остановка при перегрузке, обратный ход

Особенности выбора для хвойного сырья: износостойкость к смолам — ножи должны иметь специальное покрытие (карбид вольфрама, нитрид титана), система очистки — встроенные скребки или возможность быстрой разборки, вентиляция — принудительный отвод пыли и смолистых испарений, уровень шума — не более 85 дБ для помещений.

Современные линии переработки хвойной лапки интегрируются в единую автоматизированную систему управления [9-11].

Основные элементы:

1. Системы подачи сырья — конвейерные ленты с регулируемой скоростью
2. Автоматический контроль — датчики влажности, фракции, температуры
3. Пневмотранспорт — перемещение измельчённого материала без потерь
4. IoT-мониторинг — удалённый контроль производительности и диагностика

Линию производительностью 500-800 кг/ч обслуживает всего 3 человека благодаря автоматизации процессов.

Регламент технического обслуживания проводится ежесменно, еженедельно и ежемесячно. К обслуживанию относится визуальный осмотр ножей и крепёжных элементов, очистка рабочей камеры от смолистых отложений, проверка натяжения ремней, смазка подшипников, полная разборка и очистка измельчительной камеры, диагностика электродвигателей.

Средства индивидуальной защиты: очки, респиратор, защитные перчатки, наушники

Пожарная безопасность: хвойные смолы — горючий материал, обязательна установка искрогасителей и систем пожаротушения

Электробезопасность: заземление оборудования, защита от перегрузок

Утилизация отходов: фильтрация воздуха, переработка мелких фракций

Экономика переработки: затраты и окупаемость (таблица 3)

Таблица 3 – Капитальные вложения

Статья расходов	Малое производство (500 кг/ч)	Промышленное (2 т/ч)
Оборудование	500 000 - 1 500 000 руб.	3 000 000 - 8 000 000 руб.
Монтаж и пусконаладка	100 000 - 300 000 руб.	500 000 - 1 200 000 руб.
Подготовка помещения	200 000 - 500 000 руб.	1 000 000 - 2 000 000 руб.

Российские производители: «СтанкоЛес» — измельчители веток серии «Дровосек» (производительность до 5 м³/ч); «Агро-техсервис» — универсальные измельчители И-7,5у для хвойной лапки, травы, сена; ГК «Алеко» — двухроторные шредеры для древесных отходов; «Экструдеры и грануляторы» — экструдер-грануляторы ГЭТР-200/18 для переработки хвойной лапки в кормовые гранулы

Зарубежные бренды: Laski (Польша) — профессиональные измельчители диаметром до 160 мм; Vermeer (США) — промышленные шредеры с низкой скоростью вращения; Lumag (Германия) — компактные рубительные машины для хвойных пород.

Литература

1. Оптимизация эксплуатационных параметров конструктивных элементов пневмосистем с кольцевым аспирационным каналом / В. Л. Андреев, Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, В. В. Шилин // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – С. 7-12.
2. Баранов, Н. Ф. Исследование физико-механических характеристик хвойной лапки / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, Л. А. Лопатин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы X Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" – сборник научных трудов, посвященный 65-летию со дня образования инженерного факультета Вятской ГСХА, Киров, 07 февраля 2017 года.– Киров : Вятская ГСХА, 2017. – Вып. 18. – С. 78-81.
3. Баранов, Н. Ф. Влияние конструктивных технологических факторов на энергетические показатели рубительной машины / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2014 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – Вып. 15. – С. 67-72.
4. Баранов, Н. Ф. Исследование рабочего процесса измельчителя хвойной лапки / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин // Современное состояние прикладной науки в области механики и энергетики : материалы всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках мероприятий, посвященных 85-летию Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, 150-летию Русского технического общества и приуроченной к 70-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного работника высшей школы Российской Федерации Акимова Александра Петровича, Чебоксары, 09–10 сентября 2016 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 46-54. – EDN WGRPWR.
5. Баранов, Н. Ф. Обоснование параметров ножевого режущего аппарата / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение". – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – С. 87-90.
6. 6.Баранов, Н. Ф. Определение силы затягивания материала ножом рубительной машины / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 1. – С. 70-75.
7. Измельчитель универсальный И-7,5у // Агро-техсервис : сайт. – URL: https://agro-tehservis.ru/catalog/izmelchitel-universalnyy-i-7-5u/ (дата обращения: 17.02.2026).
8. Исследование рабочего процесса измельчителя хвойной лапки с комбинированным рабочим органом // CyberLeninka : сайт. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-rabochego-protsessa-izmelchitelya-hvoynoy-lapki-s-kombinirovannym-rabochim-organom (дата обращения: 17.02.2026).
9. Методические аспекты агроэкологического районирования сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 4-8. – EDN QIWIVJ.

10. Мухамадьяров, Ф. Ф. Экологические и энергетические аспекты использования пропашных тракторов / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын. – Казань : Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2004. – 128 с. – ISBN 5-7464-0558-2. – EDN WZLSVR.
11. Перспективы производства хвойной витаминной муки // SciLead, 2021. – № 17. – URL: https://scilead.ru/article/389-perspektivi-proizvodstva-khvojnoj-vitaminnoj-m (дата обращения: 17.02.2026).
12. Сабиров, Р. Ф. Определение дисперсности распыливания рабочего раствора биопрепарата / Р. Ф. Сабиров, А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 1 (65). – С. 77-82.
13. Технология получения хвойной муки из хвойной лапки // Bio174. – URL: https://bio174.ucoz.com/index/tekhnologija_khvojnoj_muki/0-17 (дата обращения: 17.02.2026).
14. Технология воспроизводства пихты для получения хвойной лапки // Лесной журнал Северного (Арктического) федерального университета, 2021. – URL: https://journals.narfu.ru/index.php/fj/article/view/777 (дата обращения: 17.02.2026).
15. Фуфачев, В. С. Исследование воздушного режима дробилки при подключении в сеть пневмосепаратора / В. С. Фуфачев, С. Ю. Булатов, А. А. Зыкин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2009 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – Вып. 9. – С. 240. – EDN AZUPYT.
16. Шилин, В. В. Исследование эксплуатационных параметров конструктивных элементов пневмосистем центробежных сепараторов / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы V Международной научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение», посвященной 60-летию инженерного факультета. – Киров : Вятская ГСХА, 2012. – Вып. 13. – С. 192-196.
17. Шредеры для древесных отходов // Корпорация «Лес Вологодчины» : сайт. – URL: https://lesvologodchiny.ru/shredery-dlya-drevesiny/ (дата обращения: 17.02.2026).

УДК 631

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ РАЗДАЧИ КОРМОВ НА ФЕРМЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Окуловский Д. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. в статье рассматривается использование корморадатчиков-смесителей разных марок для различных ферм крупного рогатого скота.
Ключевые слова: Кормление, кормораздатчик, грубые корма, мобильные раздатчики, бункер, кормосмесь

Полноценное кормление – один из основных путей повышения продуктивности животных, увеличения производства и снижения их себестоимости. По мере индустриализации животноводства возрастает требование к переработке и раздаче кормов. Это, в первую очередь, необходимость все более широкого внедрения поточных способов приготовления и раздачи корма, а так же максимального использования его питательных веществ животными.

Известно, что увеличение производства животноводческой продукции зависит от обеспечения животных достаточным количеством кормов хорошего качества и рационального их использования. Животные усваивают лишь 20…25% содержащихся в корме питательных веществ, примерно 30% расходуется на физиологические нужды, а остальная часть выделяется с отходами. Наша задача состоит в том, чтобы эти потери были минимальные, путем повышения перевариваемости и усвояемости кормов, за счет лучшего их перемешивания и подготовленности к усвоению. Поэтому на фермах необходимо оборудование, позволяющее приготавливать такие корма к скармливанию, повышая их питательную ценность и усвояемость. Выпускаемые комплекты оборудования не в полной мере соответствуют зональным технологическим и организационно-экономическим требованиям. За последние годы резко сокращены объёмы поставок машин и оборудования, что привело к замедлению темпов механизации выполнения, как отдельных процессов, так и комплексной механизации.

В животноводстве применяются преимущественно устаревшие машины и технологии кормоприготовления. Из-за не освоения производством новых средств механизации в животноводстве сохраняется высокая трудоёмкость обслуживания животных и получения продукции, которая в пять и более раз выше, чем во многих западных странах [1, 2]. Рост эффективности технологии приготовления и раздачи кормов может быть осуществлен за счет технического совершенствования, разработки и применения новых средств механизации [1]. Раздача кормов - это комплекс работ, который включает: загрузка их в транспортные средства - доставку кормов в места скармливания - перегрузка в средства раздачи - транспортирование вдоль фронта кормления - дозированную выдачу в кормушки - очищение кормушек. На животноводческих и птицеводческих фермах используют мобильные и стационарные технические средства раздачи кормов. При применении мобильных кормораздатчиков не нужно перегружать корма из транспортных средств в стационарный кормораздатчик. Таким образом технологическая схема раздачи прощается к такому виду: загрузка кормов в мобильный кормораздатчик - доставка их к местам скармливания - транспортирование вдоль фронта кормления - дозированная выдача в кормушки - очищение кормушек. Следовательно, к преимуществам мобильных кормораздатчиков относят возможность совмещения операций всего цикла (кроме очищения кормушек), упрощение технологии раздачи кормов. В связи с этим значительно уменьшается объем работ, связанных с кормлением животных. Кроме того, один мобильный кормораздатчик по смещенному графику может обслуживать ряд животноводческих помещений, а в летний период использоваться для раздачи кормов на откормочных или выгульных площадках. В данном случае сокращаются капиталовложение в средства механизации раздачи кормов.

Большинство мобильных кормораздатчиков, которые используются на животноводческих фермах - это прицепные или полуприцепные машины, которые агрегатируются с колесными тракторами, которые имеют дизельные двигатели. Такие агрегаты выделяют малотоксичные для людей и животных продукты сгорания (углекислый газ), что разрешает их кратковременную эксплуатацию непосредственно в животноводческих помещениях.

Некоторые самоходные кормораздатчики смонтированы на шасси автомобилей с бензиновыми двигателями. Работа этих кормораздатчиков в помещении запрещается, поскольку выхлопные газы таких двигателей содержат угарный газ (CO), присутствие которого в воздухе животноводческих помещений по стандартам недопустима. Такие технические средства применяют для перевозки кормов, например, комбинированных, на значительные расстояния (свыше 5…6 км).

К недостаткам мобильных кормораздатчиков относят:

– применение их в животноводческих помещениях возможно лишь при наличии соответствующей ширины кормовых проходов, что приводит к увеличению площади помещения и его стоимости;

–·загрязнение атмосферы помещений выхлопными газами требует дополнительных затрат на воздухообмен, а необходимость открывания двери при въезде-выезде мобильного средства в холодную погоду приводит к охлаждению помещения;

– мобильные тракторные агрегаты не согласовываются с вариантами автоматизации раздачи кормов.

Раздатчики кормов классифицируют по виду и консистенции, транспортируемых ими кормов, типу кормонесущего органа, роду использования и приводу.

Универсальные устройства служат для доставки корма от кормоцеха к животноводческим помещениям и раздачи животным и птице практически любых по виду (грубых, сочных, концентрированных) и консистенции (сухих, влажных, полужидких) кормовых продуктов.

Раздатчики предназначены для выдачи в кормушки только кормов определенного вида и консистенции - грубых, концентрированных и минеральных, полужидких кормовых продуктов, способных перемещаться по трубам.

Кормораздатчики разнообразны по конструктивному оформлению. По роду использования кормораздающие машины бывают мобильные, ограниченной мобильности и стационарные. К мобильным относятся устройства бункерного типа, которые можно перемещать по территории фермы с целью доставки кормов от кормоцеха к коровникам, свинарникам и выдавать корм как вне, так и внутри одного или нескольких помещений Раздатчики ограниченной мобильности - устройства (в виде бункеров, емкостей с дозирующе-выгрузными органами), перемещаемые по рельсовому или другому пути и выдающие корм животным в одном или нескольких сблокированных помещениях. Стационарные раздатчики - установки, смонтированные в одном или нескольких сблокированных помещениях и раздающие животным корм по фронту кормления с помощью платформ, ленточных, цепочно-скребковых и других конвейеров (транспортеров).

Кормораздатчики и их рабочие органы могут приводиться в движение от усилия рабочего (ручная откатка), двигателя внутреннего сгорания, электродвигателей с питанием от аккумуляторов или сети переменного тока.

На фермах крупного рогатого скота широкое распространение получили прицепные бункерные кормораздатчики с приводом от вала отбора мощности трактора. Научные исследования и передовая практика показали, что кормораздатчики могут применяться с наибольшей эффективностью при наличии на фермах кормовых площадок с твёрдым покрытием. Это обеспечили удобный подъезд трактора с кормораздатчика к местам складирования кормов, животноводческим помещениям, непосредственно их кормушкам и исключить возможность загрязнения колёсами агрегата проходов в помещениях [7].

Кормовые проходы должны иметь ширину не менее 3 м, а кормушки – высоту задней стенки не более 0,75 м. Приведём примеры некоторых кормораздатчиков нашедших применение на фермах.

Измельчитель – смеситель кормов серии КИС. Предназначен для приготовления полнорационной кормосмеси (из длинноволокнистых кормов, корнеклубнеплодов, концентрированных кормов и др.), транспортировки и раздачи ее на фермах крупного рогатого скота. Система измельчения – смешивания – вертикальный шнек. Привод рабочих органов от ВОМ трактора. Спирали шнека и стенки бункера изготавливаются из легированной марганецсодержащей стали 09Г2С, ножи – с плазменным порошковым твердосплавным напылением. Для защиты редуктора установлена предохранительная муфта.

Имеет увеличенный дорожный просвет (300 мм), ходовую часть на балансирной подвеске на четырех колесах, что повышает плавность хода, проходимость, уменьшает боковые колебания и удельное давление на опорную поверхность. Может комплектоваться системой электронного взвешивания исходных компонентов кормосмеси.

Одноосный с использованием ходовой части зарубежного производства на двух колесах. Может комплектоваться системой электронного взвешивания исходных компонентов кормосмеси.

Выпускается с выгрузным устройством в виде транспортерной ленты, выгрузного окна на правую сторону и выгрузных окон на обе стороны. Кормоприготовительные агрегаты АКМ-9. Предназначены для приготовления полнорационной кормосмеси (из длинноволокнистых кормов, корнеклубнеплодов, концентрированных кормов и др.), транспортировки и раздачи ее в кормушки или на кормовой стол на фермах крупного рогатого скота. При стационарном исполнении – выгрузка готовой кормосмеси осуществляется в мобильный кормораздатчик типа КТУ-10. Привод полуприцепных от ВОМ трактора, стационарного – от электродвигателя. Без устройства для самозагрузки. Оснащены электронной системой взвешивания. Раздатчик – измельчитель – смеситель кормов прицепной ИСРК-12. Предназначен для приема заданной дозы компонентов рациона (концентрированные корма с добавками, сено, сенаж, силос, гранулы и другие компоненты), транспортировки, измельчения, смешивания и равномерной раздачи полученной кормосмеси на фермах крупного рогатого скота при ширине кормового прохода не менее 2200 мм, высоте ворот не менее 2600 мм, высоте кормушки не более 750 мм, а также на откормочных площадках вне помещений. Состоит из кузова, нижнего шнека, двух верхних шнеков, выгрузного транспортера (с левой стороны), коробки цепных передач, колесной пары (балансира) и карданной передачи.

ИСРК-12 предназначен для эксплуатации внутри и вне помещений с температурой окружающего воздуха от -30 до +40°С. Измельчитель – смеситель – раздатчик кормов, предназначен для приготовления (доизмельчения и смешивания) компонентов (зелёная масса, силос, сенаж, рассыпанное и прессованное сено, солома, комбикорма, корнеплоды в измельчённом виде, жидкие кормовые добавки) с применением электронной системы взвешивания кормовой смеси, которая обеспечивает возможность программирования 50 рецептов из 30 компонентов. Кормораздатчик используется только внутри фермерской зоны, так как не предназначен для передвижения по дорогам общего назначения. Кормораздатчик агрегатируется с тракторами класса 1,4. Машина состоит из бункера, шнекового рабочего органа, весового механизма, механизма раздачи корма, привода рабочих органов.

Бункер в горизонтальной плоскости имеет прямоугольную форму, а в вертикальной поперечной плоскости – призматическую с расширением вверх. На передней стенке бункера закреплен масляный бак гидросистемы машины, дисплей весового механизма управления рабочими органами. Имеется также смотровая площадка и лестница для подъёма на площадку.

Сзади бункера имеется решётчатое окно для возможности загрузки различных рассыпных БВД (биовитаминные добавки) и премиксов. Технологический процесс, выполняемый ИСРК-12, осуществляется следующим образом: в первую очередь в бункер

кормораздатчика загружаются сухие гранулированные или мучнисты корма при отключённом ВОМ трактора. После переезда под загрузку других компонентов корма (сено, солома, силос) механизатор включает ВОМ трактора, корма загружаются в бункер, где при помощи шнеков происходит процесс измельчения и смешивания [3-9].

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать ввод, что механизация приготовления кормовых смесей осуществляется комплектами машин и оборудования, входящими в состав автоматизированных линий, выполняющих взаимосвязанные операции без затрат ручного труда. Для раздачи кормов на фермах промышленность поставляет как мобильные так и стационарные раздатчики.

Увеличение производства продукции невозможно без внедрения механизированных технологий. На фермах все больше и больше используют мобильные раздатчики кормов с приводом от двигателя внутреннего сгорания, так как они могут не только раздавать корм, но транспортировать его от хранилищ к животным.

Литература

1. Разработка конструкции высокоэффективных кормораздатчиков для приготовления полнорационных кормов / С. Г. Карташов, А. Г. Пономарев, Е. М. Клычев [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2019. – № 1 (34). – С. 86-92. – EDN LHSQHE.
2. Анализ роботизированных кормораздатчиков для животноводческих комплексов по содержанию крупного рогатого скота / А. С. Дорохов, В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин [и др.]. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-94-104 // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2023. – Т. 70, № 1 (50). – С. 94-104. – EDN FCJSIK.
3. Приоритетные направления роботизации процессов на молочных фермах / Л. П. Кормановский, Ю. А. Цой, В. В. Кирсанов [и др.] // Фермер. Черноземье. – 2018. – № 8 (17). – С. 36-38. – EDN YAKYNF.
4. Патент № 2228612 C2 Российская Федерация, МПК A01K 5/00. Мобильный кормораздатчик-увлажнитель : № 2002109250/12 : заявл. 09.04.2002 : опубл. 20.05.2004 / С. В. Гусев, В. В. Коновалов, С. И. Щербаков ; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN EGZPFD.
5. Патент № 2297780 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Устройство для перемешивания сухих кормов и внесения жировых добавок : № 2005123580/13 : заявл. 25.07.2005 : опубл. 27.04.2007 / И. А. Боровиков, В. В. Коновалов, С. В. Гусев ; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN ZKHRED.
6. Патент № 2422054 C1 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Устройство для перемешивания сухих кормов и внесения добавок : № 2009149281/13 : заявл. 28.12.2009 : опубл. 27.06.2011 / Л. В. Иноземцева, Н. Г. Алимова, В. В. Коновалов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова". – EDN KVMYWU.
7. Патент № 2123783 C1 Российская Федерация, МПК A01K 5/02. Кормораздатчик : № 97113591/13 : заявл. 23.07.1997 : опубл. 27.12.1998 / В. Т. Щедрин, С. М. Ведищев, В. П. Жиряков ; заявитель Тамбовский государственный технический университет. – EDN CLPRGS.
8. Патент № 2290788 C2 Российская Федерация, МПК A01K 5/00. Кормораздатчик : № 2004129542/12 : заявл. 07.10.2004 : опубл. 10.01.2007 / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тамбовский государственный технический университет. – EDN RILYDI.
9. Смесители-дозаторы сухих рассыпных кормов / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, А. В. Прохоров [и др.] // Промышленность и сельское хозяйство. – 2019. – № 12 (17). – С. 10-14. – EDN HDUFUY.

УДК 631.3

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЗОР РОБОТОВ – КОРМОРАЗДАТЧИКОВ

Окуловский Д. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен подробный технический обзор роботизированных систем кормления для молочных ферм. Рассматриваются ключевые различия между роботами–подгонщиками и полноценными раздатчиками, анализируются технологии навигации и внутреннее устройство оборудования. Особое внимание уделено практическим аспектам внедрения: приведен чек–лист для выбора модели, описаны требования к инфраструктуре коровника и вопросы сервисной поддержки. Материал также затрагивает перспективы развития отрасли, включая интеграцию с системами управления стадом и применение искусственного интеллекта.

Ключевые слова: Робот, корм, навигация, искусственный интеллект, оборудование, технологии

Роботы–подгонщики.

Их задача: сдвигать разложенный корм ближе к ограждению кормового стола. Робот не имеет бункера. Он ездит вдоль стола и вращающейся щеткой или скребком подгребает корм, который коровы отодвинули мордами (рисунок 1). Идеален для ферм, где корм раздается трактором или стационарным миксером, но нет возможности делать это часто. Плюсы: Ниже цена, проще конструкция, меньше требований к инфраструктуре. Минусы: Не дозирует корм, не смешивает рацион.



Рисунок 1 – Роботы–подгонщики

Роботы–раздатчики.

Их задача: полная раздача рациона, то есть загрузка, смешивание (опционально), взвешивание и распределение. Имеют бункер, загрузочное устройство (часто конвейер или шнек) и систему взвешивания. Применяются в хозяйствах, где желают полностью исключить тракторы из процесса кормления. Плюсы: Полная автоматизация, высокая точность дозировки. Минусы: Высокая стоимость, сложная инфраструктура загрузки, большие габариты.

В роботах–кормораздатчиках присутствует несколько типов навигации.

1. Магнитная лента или провод. В пол кормового прохода монтируется кабель или лента. Робот считывает сигнал и движется строго по линии. Высокая надежность, не зависит от освещения и пыли. Сложный монтаж, невозможность быстро изменить маршрут, риск повреждения ленты при ремонте пола.

2. Лазерная навигация (SLAM). Робот сканирует помещение лазерными дальномерами, строя карту в реальном времени. Гибкость маршрутов, не требует монтажа в

пол. Чувствительность к сильной запыленности, пару, зеркальным поверхностям и перестановке оборудования.

3. Визуальная навигация (Камеры). Новейший тип, использующий компьютерное зрение. Распознавание препятствий и животных. Высокая вычислительная нагрузка, зависимость от освещения.



Рисунок 2 – Робот–раздатчик

Большинство современных моделей работают на литий–ионных (Li–Ion) аккумуляторах. Ключевой параметр здесь – емкость батареи и скорость зарядки. Обычно робот работает 4–6 часов, затем 1–2 часа заряжается. Некоторые модели поддерживают быструю подзарядку в течение 15 минут между циклами работы.

Шасси и привод. Обычно это полно–приводная колесная база. Важный параметр – клиренс. В кормовом проходе всегда есть загрязнение (корм, навоз, вода). Если клиренс мал, робот будет буксовать. Колеса должны быть широкими и иметь специальный протектор, чтобы не скользить на бетоне. У подгонщиков рабочим органом является горизонтальная щетка диаметром 40–60 см. Важно наличие системы регулировки давления на пол, чтобы не стирать щетку слишком быстро. У раздатчиков это выгрузные конвейеры (скребковые или ленточные) и шнеки. Критически важна система взвешивания (тензодатчики), обеспечивающая точность дозировки ±1–2%.

Робот работает рядом с животными, поэтому обязательна система безопасности. Датчики столкновений (бамперы, лазерные сканеры безопасности), аварийная кнопка остановки (E–Stop), защита от защемления (например, между роботом и бортом), ПО и интерфейс. Управление должно быть интуитивным. Возможность задавать расписание, зоны работы и скорость движения через планшет или ПК. Важна функция журналирования ошибок.

На рынке роботизации кормления можно выделить несколько сегментов. Европейские лидеры. Компании вроде Lely (серия Juno), Trioliet (серия Trobot), Rovibec (серия RoboPusher). Это проверенные решения с большим количеством референсов. Их плюс – отработанные технологии, минус – высокая цена и сложности с логистикой запчастей в текущих условиях. Азиатские производители предлагают более бюджетные аналоги. В последние годы появилось несколько российских инженеров, предлагающих роботов–подгонщиков. Их главное преимущество – адаптация под местные условия (например, работа при более низких температурах в не утепленных помещениях) и доступность сервиса.

Современный робот не должен быть «островком» автоматизации. Обмен данными. Робот получает данные о группах коров из системы управления стадом. Например, если группа сухостойных коров переведена в другой сектор, робот автоматически меняет карту кормления. Продвинутые системы умеют сканировать кормовой стол после прохода и оценивать остатки. Если корма осталось много, система сигнализирует зоотехнику о возможном снижении аппетита или проблемах со здоровьем в группе. Удаленный

мониторинг. Владелец должен иметь возможность видеть статус робота («работает», «заряжается», «ошибка») в смартфоне из любой точки мира.

Преимущества и ограничения технологии

Плюсы:

1. Исключение человеческого фактора (робот не забудет подогнать корм).
2. Снижение физической нагрузки на персонал.
3. Повышение комфорта животных (корм всегда в доступе).
4. Точность данных о потреблении корма.

Минусы и ограничения:

1. Высокий порог входа (капитальные затраты).
2. Зависимость от качества пола и электричества.
3. Необходимость квалификации персонала для обслуживания электроники.
4. Ограниченная проходимость (роботы не везде проедут, где пройдет трактор).

Будущее технологий кормления

Искусственный интеллект. Алгоритмы будут не просто выполнять расписание, а адаптироваться. Например, если датчики показывают, что коровы едят активнее в прохладную погоду, робот увеличит частоту подгона автоматически.

Мультизадачность. Разработка платформ, способных менять навесное оборудование. Утром робот раздает корм, ночью – убирает навоз или чистит проходы.

Роевой интеллект (Swarm Intelligence). Вместо одного большого дорогого робота ферму будут обслуживать 3–4 маленьких автономных аппарата. Если один сломается, остальные продолжат работу. Это повысит отказоустойчивость системы.

Роботизация кормления – это серьезный технологический шаг, требующий подготовки инфраструктуры и изменения процессов управления фермой. Выбор между простым подгонщиком и сложным раздатчиком зависит от текущих задач и бюджета.

Литература

1. Исследование устройства измельчения сыпучих материалов скалывающего типа / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 2(30). – С. 57-63. – EDN WAVXBH.

2. Кощеев, А. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм : учебник для вузов / А. В. Кощеев. – Москва : КолосС, 2020. – 350 с.

3. Министерство сельского хозяйства РФ. Отчет о внедрении инновационных технологий в АПК за 2023 год. – URL: mcx.gov.ru (дата обращения: 25.03.2026).

4. Наймушин, Д. А. Мобильные кормораздатчики на фермах КРС / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 394-398.

5. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.

6. Никитин, Е. А. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 37-46.

7. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.

8. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.
10. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
11. Технология получения комбикормов в хозяйствах / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. С. Ткачев [и др.] // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мичуринск, 13 февраля 2020 года. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – С. 144-149.
12. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины : учебное пособие / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. – Москва : Академия, 2019. – Раздел «Машины для раздачи кормов».

УДК 633.15:631.8

ОБЗОР СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Оплеснина Н. И. – магистрантка 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения цифровых технологий при выполнении сельскохозяйственных операций. Представлен один из вариантов, такой как применение мониторинга машинно-тракторного агрегата при дифференцированном внесении удобрения. Рассмотрены преимущества и недостатки данной инновации, а также уже реализованные примеры ее применения. Выявлена целесообразность внедрения данной системы.

Ключевые слова: точное земледелие, цифровые технологии, технический прогресс, автоматизация

Точное земледелие – это стратегия, которая использует детальную информацию для точного управления ресурсами, вложенными в производство сельскохозяйственной продукции. Она применяется в управлении конкретным участком в растениеводстве и в целом на сельскохозяйственном предприятии. Идея базируется на получении знаний характеристик почвы и урожая, уникальных для каждой части поля и в оптимизации вложений в небольшой его участок. Философия точного земледелия заключается в том, что производственные вложения (семена, удобрения, химикаты и др.) следует применять только по мере необходимости и на заданном участке [1].

Таким образом, одним из важнейших вопросов применения технологии точного земледелия является снижение затрат на удобрения, ядохимикаты и др. Необходимо учитывать такие факторы, как затраты на покупку и ремонт техники и технологического оборудования, рациональное использование и своевременное обслуживание техники; снижение времени и трудоёмкости технологического процесса за счёт применения современных ресурсосберегающих технологий. Такие приёмы технологии точного земледелия, как параллельное вождение, картирование урожайности и т.п., позволяют уменьшить затраты с помощью использования специализированных методик внесения средств защиты растений и минеральных удобрений. Перспективным направлением является внесение удобрений дифференцированным способом, т.е. избирательно, там, где недостаточно для нормального и интенсивного роста растений. Работа по такой методике подразделяется на два основных способа: внесение в режиме on-line (режим реального времени) и внесение в режиме off-line (с предварительно подготовленной картой поля) [2].

Для комплексного изучения взаимосвязанных процессов, происходящих в природной среде, в частности на сельхозугодьях, в последние десятилетия активно используются методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Это основано на взаимодействии измерительной аппаратуры, размещённой на космических платформах с наземными комплексами приёма, обработки, хранения и распространения информации для обеспечения регулярного измерения спектрально-отражательных характеристик поверхности Земли. Такие информационно-измерительные комплексы стали эффективным инструментом сбора информации о пространственном распределении и временной динамике роста и развития растительного покрова, на основе которых ведутся и широко развиваются многочисленные проекты по исследованию процессов энерго- и массообмена в приземных слоях атмосферы и растительного покрова [3].

Технология точного земледелия обеспечивает не только практически такую же урожайность зерновых культур, что и традиционная, но и позволяет создавать более качественную структуру посевов, сократить расход семян на 10–15%, минеральных удобрений и средств химической защиты растений – на 15–20%, проводить агротехнические мероприятия в различных условиях, в том числе ночью. Подкормку целесообразно сочетать с предварительным определением плотности и густоты стеблестоя, основанным на сравнении

показателей индекса NDVI (Normalized Difference Vegetative Index – индекс вегетации биомассы).

Преимущества дифференцированного применения удобрений требуют разработки новых технологий и соответствующих технических средств на уровне новейших средств механизации, систем автоматизации и компьютеризации на основных стадиях технологического процесса применения средств химизации в сельском хозяйстве.

Рассмотрим методику дифференцированного внесения удобрений в режиме реального времени – on-line. Система дифференцированного внесения удобрений в режиме on-line предназначена для оценки состояния посевов в процессе движения агрегата по полю и определения количества азота или иного вещества, необходимого для внесения в данной точке. Использование такой системы позволяет перейти от равномерного внесения удобрений к дифференцированному внесению, в соответствии с реальной потребностью. Дифференцированное внесение удобрений помогает обеспечить большую экономию азотных удобрений и фунгицидов при сильном заражении поля, а также повысить эффективность действия внесённых веществ.Система GreenSeeker RT 200 определяет потребность азотных удобрений на данном участке поля путём измерения индекса вегетации биомассы NDVI и сравнения полученного значения индекса с заданным алгоритмом.

Работа системы GreenSeeker RT 200 базируется на активных оптических датчиках, работающих в режиме реального времени, каждый из которых имеет свой источник света и может использоваться в любое время суток. Оптический датчик излучает красные и ближние инфракрасные лучи, которые, отражаясь от растений, попадают на фотодиод, расположенный в головной части датчика. Формат данных, скорость и вторичные индексы растительности пользователь может настроить самостоятельно. Номинальная область захвата датчиков составляет от 60 см до 12–15 м. Таким образом, происходит измерение индекса вегетации биомассы NDVI, затем сравнивается полученное значение индекса с заданным алгоритмом и в режиме реального времени определяется, сколько азотных удобрений надо внести на данном участке поля.

Использование GPS-приёмника позволяет записать в память компьютера распределение индекса NDVI с привязкой к местности, а в дальнейшем составить карту распределения азотных удобрений по элементарным участкам поля.

Информация с датчиков обрабатывается в коммутационном блоке и передаётся на полевой компьютер, который формирует команды для изменения нормы внесения. К полевому компьютеру может подключаться внешний GPS-приёмник, за счёт чего обеспечивается создание карт состояния растительного покрова и карт внесения материалов.

Технологический процесс работы компонентов системы заключается в следующем. Система снабжена активным источником света, излучаемым в диапазоне 600 нм (красный) и 780 нм (близкий к инфракрасному). Часть отражённого света попадает на фотодиоды, где измеряется его количество. После вычисления на компьютере выдаётся индекс вегетации, который служит показателем плотности травостоя и его жизнеспособности. Рабочий захват системы равен 18 м через каждые 0,6 м и монтируется 30 датчиков и жиклеров. Бортовой компьютер позволяет вычислять необходимое количество удобрений и подавать их в каждый жиклер отдельно. Коммутационный блок содержит схему соединений, устанавливаемых на штанге датчиков с компьютером. Интерфейсный модуль CAN (англ. Controller Area Network – сеть контроллеров) последовательно соединён и подключён к сети, предназначен для объединения в единую сеть всех исполнительных устройств и датчиков. Контроллер представляет собой герметичный экологически безопасный блок, который устанавливается внутри или на внешней стороне кабины.

Интерфейс пользователя для системы RT200 – износоустойчивый карманный компьютер TDS Recon. Компьютер отображает и сохраняет данные с датчиков и соединяется с контроллером дозирования устройства внесения удобрений. Предварительно в компьютер загружается программа RT Commander. Для быстрой передачи данных используется запоминающее устройство, карта CompactFlash, или интерфейс подключается к ноутбуку.

Работа всей системы на примере операции опрыскивания осуществляется следующим образом. При движении опрыскивателя по полю датчики GreenSeeker, закреплённые на штангах, испускают волны двух разных длин. Это необходимо для определения цветового покрова растений. Дальше эти данные поступают в микропроцессор датчиков, обрабатываются и уже через кабели поступают на контроллер системы, расположенный в кабине. В самом контроллере происходит обработка значений, полученных от всех датчиков, и на полевой компьютер TDS Recon поступает уже готовое значение индекса вегетативности NDVI. Во время движения опрыскивателя по полю датчики GreenSeeker измеряют растительный покров, одновременно происходит формирование электронной карты индекса NDVI и карты норм внесения удобрений.

Далее программное обеспечение RT Commander, установленное на полевом компьютере TDS Recon, обрабатывает эти данные, и в соответствии с тарировочным графиком для заданной культуры выдаёт контроллеру опрыскивателя необходимое значение нормы внесения удобрений для культуры в данный момент её вегетативного роста.

Затем программа RT Commander автоматически построит график, который и послужит основой для дифференцированного внесения удобрений. Именно по нему в режиме реального времени программа RT Commander и определяет необходимую норму внесения. Во время всей работы, в дополнение к вышеизложенному, одновременно происходит формирование электронной карты индекса NDVI, а также карты норм внесения удобрений. При этом если был подсоединён навигационный приёмник, будут сохранены все координаты считывания информации. Это даёт очень широкие возможности для последующего анализа состояния растений. Кроме того, данные, полученные с помощью программы RT Commander, можно свободно экспортировать в специализированное программное обеспечение для дальнейшего анализа и обработки информации.

Внедрение в систему точного земледелия дифференцированного внесения жидких удобрений экономически целесообразно и является необходимым условием интенсификации растениеводства.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 656.027.4

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Оплеснина Н. И. – магистрантка 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В условиях сокращения списочного состава автопарка особую актуальность приобретает проблема рационального использования грузового автотранспорта на предприятиях АПК. В практике хозяйственной деятельности агропромышленных формирований встречаются примеры как рациональной, так и нерациональной организации работы автопарка. Все большую актуальность в управлении автотранспортом приобретают системы мониторинга автомобилей на базе систем глобального спутникового позиционирования. Использование этих систем позволит повысить эффективность работы автопарка, что благоприятно отразится на повышении экономических показателей деятельности сельскохозяйственного предприятия.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, грузовые перевозки, автоматизация

В современных условиях хозяйствования, чтобы удержаться на рынке, получая прибыль и оставаясь рентабельным, сельскохозяйственное предприятие должно производить конкурентоспособную продукцию. С этой целью необходимо постоянно улучшать качество продукции, снижая одновременно затраты на её производство и реализацию. Проблема же повышения эффективности сельскохозяйственного производства неразрывно связана с рациональным использованием грузового автомобильного транспорта как непосредственно внутри конкретного хозяйства, так и принадлежащего предприятиям по материально-техническому обслуживанию сельского хозяйства [1].

Подвижной состав автомобильного транспорта доставляет на предприятия товарно-материальные ценности, получаемые от поставщиков, а также активно участвует в посевной и уборочной кампаниях. Кроме этого, грузовой автотранспорт сельскохозяйственных предприятий перевозит готовую продукцию (молоко, скот, зерно, картофель, свеклу и т.п.) покупателям и может быть задействован для оказания плановых услуг населению. Транспортное обеспечение сельскохозяйственного производства представляет собой одну из важнейших задач решения проблемы продовольственной безопасности страны.

Грузовой автомобильный транспорт играет важную роль в составе материально-технической базы агропромышленного комплекса. В 2025 году доля транспортных средств в структуре основных фондов сельскохозяйственного назначения в сельскохозяйственных предприятиях Российской Федерации составила 3,1%, а в целом по агропромышленному комплексу удельный вес автотранспортных средств в структуре основных фондов достиг 15%.

Перевозки сельскохозяйственных грузов имеют ряд особенностей: сезонность в уборке урожая, приводящая к колебаниям в грузообороте и объеме перевозок; короткие сроки уборки урожая, требующие напряженной работы автомобильного транспорта; неравномерность созревания сельскохозяйственных культур в различных климатических и почвенных районах страны; колебание урожайности, имеющее место при засухе и других неблагоприятных климатических условиях; тяжелые дорожные условия работы подвижного состава, особенно в весенне-осенний период; низкий объемный вес сельскохозяйственных грузов, не дающих полностью использовать грузоподъемность подвижного состава.

Сложность организации перевозки сельскохозяйственных грузов заключается в: большой номенклатуре грузов (выше 75); изменчивости их механических свойств под воздействием влаги, давления, температуры, продолжительности хранения; склонности к слеживанию и смерзанию; многие сельскохозяйственные грузы легко повреждаются (так,

потери от повреждения клубней картофеля при погрузочно-разгрузочных работах достигают 16%).

Производительность работы грузовых автомобилей характеризуется прежде всего объёмом грузоперевозок. На современном этапе хозяйствования большинства предприятий АПК России, как свидетельствуют статистические данные, наблюдается тенденция уменьшения объема грузооборота автопарка. Одной из причин снижения производительности парка грузовых автомобилей является уменьшении списочной численности автомашин. Так, в течение 13 лет парк грузовых автомобилей сократился в физическом исчислении на 35,6 тыс.шт.

Сложности в обновлении парка грузовых автомобилей предприятий АПК во многом определяются значительным ростом цен на промышленную продукцию, опережающим темпы роста цен на сельскохозяйственною продукцию. Непреодоленный и увеличивающийся диспаритет цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию оставляет сельскохозяйственным предприятиям всё меньше возможностей приобретать за счет собственных средств необходимые для производственного процесса оборотные средства, не говоря уже об основных фондах.

В условиях сокращения списочного состава автопарка особую актуальность приобретает проблема рационального использования грузового автотранспорта на предприятиях АПК. В практике хозяйственной деятельности агропромышленных формирований встречаются примеры как рациональной, так и нерациональной организации работы автопарка [2].

Однако можно привести и немало примеров рационального использования грузового автотранспорта. Например, в период уборки весьма успешно используются такие приемы, как использование прицепов, наращивание бортов грузовых машин, организация работы тракторов при перевозках на короткие расстояния, применение бригадной формы организации труда водителей, использование системы жесткого контроля за движением зерна от комбайна на зерноток. Все это, несомненно, способствует снижению затрат на грузоперевозки и повышению эффективности работы автопарка [3].

Повышение эффективности использования грузового автомобильного транспорта предполагает наличие достоверной и качественной экономической информации, получаемой с помощью бухгалтерского учета и экономического анализа. Только хорошо налаженный бухгалтерский учет и рационально поставленный экономический анализ деятельности предприятий всех отраслей АПК способны предоставлять на выходе качественную экономическую информацию.

На современном этапе функционирования предприятий АПК бухгалтерский учет и экономический анализ использования грузового автотранспорта имеет ряд недостатков, устранение которых, несомненно, должно способствовать повышению экономической значимости учетно-аналитической работы и достоверности получаемой информации.

Методика экономического анализа использования грузового автотранспорта на предприятиях АПК включает в себя изучение основных технико-эксплуатационных показателей работы автопарка, анализ объема грузооборота и факторов, его формирующих, изучение себестоимости услуг грузовых машин, а на предприятиях системы производственно-технического обеспечения, кроме того, анализ финансовых результатов работы автохозяйства (прибыли и рентабельности). Каждый из названных участков анализа имеет свои "узкие" места.

Во-первых, это нецелесообразность расчета показателя выработки на один автомобиле-тонно-день нахождения в хозяйстве. Во-вторых, отсутствие анализа объема грузооборота и факторов, его формирующих, в разряде классификационных групп грузовых автомобилей (например, по их маркам). В-третьих, искаженность подсчета резервов увеличения объема грузооборота автопарка, поскольку все основные показатели его работы рассчитываются в целом по автохозяйству без группировки их по отдельным классификационным элементам. В-четвертых, отсутствие факторного анализа изменения

затрат по содержанию и эксплуатации грузового автотранспорта в разрезе классификационных групп автомобилей. В-пятых, неполное проведение анализа финансовых результатов от реализации услуг грузового автотранспорта. В-шестых, невозможность проведения глубокого и всестороннего маржинального анализа работы автопарка. Устранение названных недостатков анализа использования грузового автотранспорта непосредственным образом связано с ликвидацией "узких" мест бухгалтерского учета.

Благодаря решению названных проблем учет, несомненно, будет более полно выполнять возложенные на него функции одного из действенных рычагов управления производством. А это - начало пути к повышению эффективности работы грузового автотранспорта, повышению роли его в качестве одной из важнейших и активных составных частей материально-технической базы АПК.

Наряду с формированием оптимального состава и использования грузового автомобильного транспорта в сельскохозяйственных предприятиях, очень важными являются вопросы совершенствования управления работой автотранспорта с применением новейших информационных технологий.

Все большую актуальность в управлении автотранспортом приобретают системы мониторинга автомобилей на базе систем глобального спутникового позиционирования (Global Positioning System - GPS). В связи с этим предложено использование данной системы для решения следующих задач: визуального отображения местонахождения автотранспортных средств на карте в текущий момент времени; формирования плановых и фактических маршрутных графиков и технологических заданий; фиксирования фактов схода с плановых маршрутов; формирования отчетов о выполнении плановых заданий с произвольной детализацией о простое автотранспорта, о расходе горючего, о пробеге; передачи необходимых данных в автоматизированную систему по учету работы автотранспорта для дальнейшего использования; контроля графиков движения автотранспорта; повышения безопасности эксплуатации транспорта в целом.

Использование этих систем позволит повысить эффективность работы автопарка, что благоприятно отразится на повышении экономических показателей деятельности сельскохозяйственного предприятия.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 614.843

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Остапюк В. П. – студент 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены основные виды аварийно-спасательных автомобилей. Описано их основное назначение, а также их характеристика

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, аварийно-спасательные автомобили, дозиметр, концентрация

При проведении аварийно-спасательных работ, большое значение имеет используемая техника, оборудование и инструменты. Спасатели ежедневно, при каждой работе используют их.

Комплекс универсальных и многофункциональных аварийно-спасательных машин (АСМ), предназначенных для сокращения сроков прибытия спасателей в зоны чрезвычайных ситуаций, в том числе и в труднодоступные места с преодолением водных преград, обеспечения их работы различными средствами (медицинскими, противопожарными, аварийно-спасательными, средствами индивидуальной защиты и тому подобное).

К аварийно-спасательным автомобилям относятся: автомобили специальные (сухопутные и плавающие) ЗИЛ-497200, ЗИЛ 497202; ЗИЛ-4906; ЗИЛ-4961; аварийно-спасательная машина АСМ-41-02 на базе автомобиля ГАЗ-27057; разведывательно-спасательная машина РСМ-41-02 на базе автомобиля УАЗ-39621. Автомобили специальные на базе сухопутных и плавающих вездеходов, разработанные в грузовом (ЗИЛ-497202 и ЗИЛ-4906) и пассажирском (ЗИЛ-497200 и ЗИЛ-49061) вариантах и предназначенные для оперативной доставки спасателей и специального оборудования в районы ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе и в труднодоступные места, а также для обеспечения проведения аварийно-спасательных работ.

А так же пожарно-спасательные автомобили, предназначенные для оперативного тушения пожара и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Пожарный автомобиль снабжен специальным оборудованием для проведения полного комплекса аварийно-спасательных работ.

Пожарно-спасательные автомобили в зависимости от предназначения подразделяют на:

• Основные – предназначены для подачи различных огнетушащих веществ в зону горения;

• Специальные – предназначены для осуществления спецработ на месте пожара, для подъема на высоту, обеспечения связи и освещения и прочих работ;

• Вспомогательные – передвижные мастерские, автотопливозаправщики и прочая техника для проведения вспомогательных работ.

Специальные пожарные автомобили - мобильные средства пожаротушения, предназначенные для выполнения и обеспечения специальных работ на пожаре и проведения других аварийно-спасательных работ на месте чрезвычайной ситуации.

Специальные пожарные автомобили применяются для выполнения специальных работ на пожаре, таких как: спасание с высоты, освещение места пожара, вскрытие и разборка конструкций, организация связи, обеспечение работы оперативного штаба, подача огнетушащих средств, проведение технического обслуживания и ремонта техники и имущества и другие. Специальные работы выполняет личный состав специальных пожарных автомобилей [1-4].

Аварийно-спасательные машины общего назначения предназначены для оперативной доставки спасателей, специального оборудования к месту возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения выполнения аварийно-спасательных и других неотложных работ, мероприятий по поиску и оказанию медицинской помощи пострадавшим, ликвидации локальных очагов пожаров, ведения радиационной и

химической разведки, связи и оповещения в ходе ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Оперативно-штабные машины предназначены для доставки и обеспечения работы оперативных групп (4-8 человек) органов управления (административно-территориальных, МЧС России, МВД России, Минобороны России и др.) и оперативных штабов при ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий. Мобильные пункты управления и прицепы ППУ предназначены для обеспечения доставки, размещения, работы и отдыха оперативных групп управления при ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий (комиссий по чрезвычайным ситуациям и др.).

Машины специального назначения предназначены для доставки и обеспечения действий спасателей (специалистов) при проведении мониторинга объектов окружающей среды общей и специальной разведки, пиротехнических и водолазных работ, локализации и тушения пожаров, специальной связи и оповещения в МЧС России и других ведомствах. Аварийно-спасательные машины предназначены для транспортировки спецоборудования, аварийно-ремонтных бригад к месту проведения работ, обеспечения выполнения аварийно-спасательных и других неотложных работ, ликвидации локальных пожаров, ведения радиационной и химической разведки, локализации вторичных источников чрезвычайных ситуаций (очагов возгорания, течей на газо- и водопроводных сетях и др.), поиска, деблокирования и оказания первой медицинской помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуаций, их эвакуацию, частичной разборки завалов, связи и оповещения в ходе ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, катастроф и стихийных бедствий.

В современном мире в применении аварийно-спасательных машин нуждается каждое государство, так как их функции многозначны. Чем больше появляется различных технологии, тем больше возникает чрезвычайных ситуаций. И без применения аварийно-спасательных машин в нынешнее время ни одной спасательной бригаде не справиться. Поэтому, аварийно-спасательные автомобили должна развиваться и улучшаться.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года.. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

4. Солонщиков, П. Н. Защитные сооружения : учебное пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин, А. В. Якимов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – 34 с.

УДК 551-7

ПРИМЕНЕНИЕ ФОРМУЛЫ ЭЙЛЕРА–МАКЛОРЕНА ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ СУММ И ЕЕ СВЯЗЬ С ИНТЕГРИРОВАНИЕМ

Осташкина А.А. – студентка 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена формула Эйлера-Маклорена, фундаментальный результат математического анализа, устанавливающая связь между дискретным суммированием и непрерывным интегрированием.

Ключевые слова: Формула Эйлера-Маклорена, численное интегрирование, суммирование, числа Бернулли, асимптотические разложения

Задача вычисления сумм вида

$$\sum_{k=a}^{b} f(k),$$

где $f(k)$ – значение некоторой функции $f(x)$ в целых точках k и a, b – целые числа, является одной из основных в различных областях математики и её приложений. Часто прямое вычисление такой суммы становится затруднительным, особенно при больших значениях b-a. Параллельно с задачей суммирования идёт задача вычисления определённого интеграла

$$\int_{a}^{b} f(x)dx.$$

Существует связь между суммой значений функции в точках и площадью под графиком этой функции.

Формула Эйлера-Маклорена является ключевым результатом, который количественно описывает эту связь. Названная в честь выдающихся математиков XVIII века Леонарда Эйлера и Колина Маклорена, формула играет важную роль в численном анализе, теории чисел, асимптотическом анализе и других дисциплинах.

Проанализируем структуру формулы и применим её для вычисления суммы квадратов.

Формула Эйлера-Маклорена связывает сумму с интегралом

$$\int_{a}^{b} f(x)dx$$

для функции $f(x)$, обладающей достаточным числом непрерывных производных на отрезке $[a,b]$. Пусть $f(x)\in C^{2m}[a,b]$ (функция имеет 2m непрерывных производных), а a, b – целые числа. Тогда формула имеет вид:

$$\sum_{k=a}^{b} f(k)=\int_{a}^{b} f(x)dx+\frac{f(a)+f(b)}{2}+\sum_{j=1}^{m}\frac{B_{2j}}{(2j)!}\left[f^{(2j-1)}(b)-f^{(2j-1)}(a)\right]+R_m$$

где $\sum_{k=a}^{b} f(k)=f(a)+f(a+1)+\ldots+f(b)$ – искомая дискретная сумма;

$\int_{a}^{b} f(x)dx$ – определённый интеграл функции $f(x)$ на отрезке $[a,b]$;

$\frac{f(a)+f(b)}{2}$ – поправка, связанная с тем, что суммирование происходит в точках;

$\sum_{j=1}^{m} \frac{B_{2j}}{(2j)!} \left[f^{(2j-1)}(b) - f^{(2j-1)}(a) \right]$ – корректирующие члены, зависящие от чётных чисел Бернулли B_{2j} и нечётных производных функции на границах интервала;

R_m – остаточный член формулы. Его можно записать как:

$$R_m = (-1)^{m+1} \int_a^b \frac{B_{2m}(\{x\})}{(2m)!} f^{(2m)}(x) dx,$$

где $B_{2m}(\{x\})$ – периодический полином Бернулли, $\{x\}$ – дробная часть x.

Если $f^{(2m)}(x) = 0$ для некоторого m, то R_m=0, и формула становится точным равенством.

Формула Эйлера-Маклорена используется в двух основных направлениях:

- аппроксимация сумм: если точное вычисление суммы затруднительно, её можно аппроксимировать интегралом $\int_a^b f(x) dx$ и несколькими первыми корректирующими членами;

- точное вычисление сумм. Если функция $f(x)$ – полином степени N, то производные порядка выше N равны нулю. Тогда для m, такого что $2m-1 \geq N$, все производные $f^{(2j-1)}(x)$ при j>m и $f^{(2m)}(x)$ равны нулю, а R_m=0. Формула принимает вид:

$$\sum_{k=a}^{b} f(k) = \int_a^b f(x) dx + \frac{f(a) + f(b)}{2} + \sum_{j=1}^{[(N+1)/2]} \frac{B_{2j}}{(2j)!} \left[f^{(2j-1)}(b) - f^{(2j-1)}(a) \right],$$

где $[(N+1)/2]$ – целая часть $(N+1)/2$.

Пример применения формулы Эйлера-Маклорена для вычисления суммы квадратов с помощью интегралов.

Рассмотрим вычисление суммы квадратов первых 10 натуральных чисел:

$$s_{10} = \sum_{k=1}^{10} k^2.$$

Здесь $f(x) = x^2$, $a = 1, b = 10$.

Вычисление определенного интеграла:

$$\int_1^{10} x^2 dx = \left[\frac{x^3}{3} \right]_1^{10} = \frac{10^3}{3} - \frac{1^3}{3} = \frac{1000}{3} - \frac{1}{3} = \frac{999}{3} = 333.$$

Вычисление членов суммы на границах отрезка:

$$f(1) = 1^2 = 1, \quad f(10) = 10^2 = 100$$

$$\frac{f(1) + f(10)}{2} = \frac{1 + 100}{2} = 50{,}5.$$

Нахождение производных:

$$f(x) = x^2, \quad f'(x) = 2x, \quad f''(x) = 2, \quad f'''(x) = 0.$$

Поскольку $f'''(x) = 0$, в корректирующих членах остаётся только $j = 1$.

Вычисление корректирующего члена:

$$\frac{B_2}{2!}[f'(10)-f'(1)],$$

$$B_2=\frac{1}{6},\ 2!=2,$$

$$f'(10)=20,\ f'(1)=2,$$

$$\frac{1/6}{2}(20-2)=\frac{1}{12}\cdot 18=1{,}5.$$

Остаточный член R_1:

Поскольку $f'''(x)=0$, остаточный член $R_1=0$.

Суммируем все члены:

$$\sum_{k=1}^{10}k^2=333+50{,}5+1{,}5+0=385.$$

Проверим результат прямым суммированием:

$$1^2+2^2+3^2+\ldots+10^2=1+4+9+16+25+36+49+64+81+100=385.$$

Пример показывает, что формула Эйлера-Маклорена позволяет точно вычислять суммы значений полиномиальных функций в целых точках. Для полиномов формула сводится к конечному числу слагаемых и не требует оценки остаточного члена. Это свойство используется для вывода общих формул для сумм степеней вида $\sum_{k=1}^{10}k^p$.

Для функций, не являющихся полиномами, ряд корректирующих членов обычно асимптотический, но его первые члены дают хорошее приближение. Пример – формула Стирлинга для асимптотики факториала $n!$, получаемая применением формулы Эйлера-Маклорена к сумме логарифмов $\sum_{k=1}^{n}\ln k=\ln(n!)$.

Формула также расширяет правило трапеций для интегрирования, добавляя поправки, зависящие от производных функции на концах интервала.

Формула Эйлера-Маклорена – один из наиболее полезных результатов классического анализа, связывающий дискретное суммирование и непрерывное интегрирование. Она предоставляет метод для точного вычисления сумм полиномов и служит мощным инструментом для аппроксимации сумм и получения асимптотических разложений для широкого класса функций [1-9]. Формула тесно связана с числами Бернулли и полиномами, что подчёркивает единство математических структур. Её важность сохраняется и в современной математике, где она находит применение во многих областях: от теории чисел до численного анализа и статистической физики.

Литература

1. Малых, Т. В. Математические символы как элемент математической культуры студентов / Т. В. Малых // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 173-175.

2. Казакова, О. А. Из опыта работы по преподаванию математики в вузе / О. А. Казакова, Т. В. Малых, Е. В. Гукасова // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования : сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции, Киров, 22 ноября 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 504-507.

3. Малых, Т. В. Применение разных методов к решению задач как способ формирования компетенций дисциплины "Теория игр" / Т. В. Малых // Актуальные проблемы гуманитарных и экономических наук : сборник материалов XVIII Межрегиональной научно-практической конференции, Киров, 30 марта 2018 года. – Киров : Радуга-ПРЕСС, 2018. – С. 179-182.

4. Distribution of the relative frequency of immersion of pea grains in the liquid depending from the height of transportation / V. Saitov, V. Farafonov, A. Saitov, T. Malykh. – DOI 10.1088/1757-899X/918/1/012137// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Novosibirsk, 22–27 мая 2020 года. Vol. 918. – Novosibirsk, 2020. – P. 012137.

5. Experimental studies of the transport speed of immersion of pea grains in liquid / V. Saitov, V. Farafonov, A. Saitov, T. Malykh. – DOI 10.1088/1757-899X/918/1/012138 // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering, Novosibirsk, 22–27 мая 2020 года. Vol. 918. – Novosibirsk, 2020. – P. 012138.

6. Determination of the minimum drop height of the spherical grains in the solution of the treater / V. Saitov, V. Farafonov, A. Saitov, T. Malykh. – DOI 10.1051/e3sconf/202017501019 // E3S Web of Conferences : 13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020, Rostovon-Don, 26–28 февраля 2020 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 01019.

7. Гукасов, А. К. Численное решение задачи оптимального управления границей фазового перехода / А. К. Гукасов, Е. В. Гукасова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-11. – С. 2325-2329.

8. Гукасова, Е. В. Значение математических знаний и уровень владения математическим языком обучающихся 1 курса Вятского ГАТУ / Е. В. Гукасова, О. А. Казакова // Цифровая экономика и управление знаниями: проблемы и перспективы развития : сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции, Киров, 14 июня 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 102-105.

9. Здоровенко, М. Ю. О решении дифференциального уравнения / М. Ю. Здоровенко, Е. В. Гукасова // Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона. – 2000. – № 2. – С. 34-39.

УДК: 631.81

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ОПРЫСКИВАНИЯ ПОСЕВОВ

Перминова В. Д. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрены технологии и средства механизации, применяемые для опрыскивания посевов.

Ключевые слова: Опрыскивание, посевы сельскохозяйственных культур, пестициды, опрыскиватель, болезни

За последние годы в России наблюдается устойчивый рост производства зерна. Однако видовой состав сорных растений, вредных насекомых и заболеваний зерновых культур усложняется и насчитывает 35–40 опасных видов, что приводит к снижению класса зерна, его качества и показателей безопасности.

Отечественный и мировой опыт показывает, что применение техники для защиты растений обеспечивает 50-70% прироста урожая. Повышение производительности этой техники и экономия дорогостоящих препаратов при малообъемном адаптированном внесении средств защиты растений позволяют не только увеличить объем выращиваемой сельскохозяйственной продукции, но и значительно сократить затраты и загрязнение окружающей среды.

Целью опрыскивания может быть внесение средств защиты растений, удобрений и регуляторов роста растений. Для всех этих операций важен правильный выбор сроков обработки. Применение препарата в уязвимую стадию развития вредителя (личинка) - залог эффективной защитной работы. Упущение оптимальных сроков обработок может привести к развитию эпизоотии или эпифитотии [1-6].

Опрыскиватели сельскохозяйственного назначения подразделяются на навесные, прицепные и самоходные:

- Навесные - предназначены для обработки полосы угодий шириной от 12 до 18 м. Преимущества заключаются в достаточно небольшой цене, компактных габаритах и маневренности. Бак с рабочей жидкостью таких устройств может вмещать от 400 до 800 л. Основная сфера использования - обработка удобрениями и ядохимикатами поля площадью до тысячи гектаров (например, ОВС-600, OGR);
- Прицепные - самые удобные и востребованные модели, которые крепятся на трактор при помощи прицепных конструкций. Ширина полосы для обработки колеблется в диапазоне от 12 до 36 м. Емкость для жидкости имеет объем 2-4 кубометра. Такие конструкции подойдут для обработки больших сельскохозяйственных угодий (например, ОП-2500 серии «Арго», ОПГ-2000-18-05Ф, «Сальсксельмаш» - ОПШ-18-2500);
- Самоходные - автономные (без использования трактора), высокопроизводительные машины. Сфера их применения - полив и удобрение территорий площадью от тысячи гектаров (например, «БАРС» от «Казаньсельмаш», «Туман» от «ПегасАгро»);

Для работы с тракторами на крупных угодьях применяются обычно навесные опрыскиватели с большими резервуарами. Так же опрыскиватели подразделяются по типу распределительного устройства - на вентиляторные, штанговые и штангово-вентиляторные (комбинированные).

- Вентиляторный опрыскиватель — это точный инструмент, который требует тщательного внимания и настройки для поддержания его в хорошем рабочем состоянии, при этом настройка опрыскивателя должна соответствовать условиям обработки. Невыполнение надлежащих проверок опрыскивателя ставит под угрозу успех обработки. Распыление слишком большого количества рабочего раствора приведет к неприемлемому загрязнению окружающей среды и убыткам, связанным со стоимостью препарата, а занижение норм расхода приведет к плохому покрытию культуры и ее недостаточной защите. Вентиляторные опрыскиватели в основном состоят из тех же рабочих компонентов, что и стандартные пневматические штанговые опрыскиватели, но отличие данной технологии заключается в

том, что вентиляторные опрыскиватели оснащены одним или несколькими высокоскоростными, обычно осевыми вентиляторами для создания быстрого воздушного потока большого объема, который распыляет рабочий состав (например, «Пегас-Агро» Туман 1М. Объём бака: 1000. Тип агрегата: самоходный.).

- Штанговый опрыскиватель вносит жидкие удобрения и орошает пестицидами полевые культуры, в том числе возделываемые по интенсивной технологии. Опрыскиватель позволяет распылять вещества наиболее точно, равномерно и в короткие сроки. Он оснащен горизонтальной распылительной штангой, на которой установлены распылители или форсунки для распределения раствора на обрабатываемой поверхности (например, «АгроГрад». Выпускает прицепной гидрофицированный опрыскиватель ОПШ-3000 с рабочей шириной захвата 24 метра и баком 3000 л.).
- Комбинированные опрыскиватели снабжены штангово-вентиляторными устройствами. Расход жидкости (дозу внесения) регулируют изменением давления и рабочей скорости перемещения опрыскивателей, подбором необходимого количества и диаметра распылителей (например, ОПШ-2000-18/21м AR-135).

По степени дисперсности распыления и нормам внесения сельскохозяйственной химии на единицу обрабатываемой площади - на полнообъемные, малообъемные и ультрамалообъемные опрыскиватели:

- Полнообъемное опрыскивание наземными штанговыми опрыскивателями проводится при норме расхода 300-1000 л/га с коэффициентом полидисперсности капель диспергируемой рабочей жидкости 7-15.
- Малообъемное опрыскивание проводится при норме расхода до 75-300 л/га, коэффициент полидисперсности капель диспергируемой рабочей жидкости 3-7. Для опрыскивания многолетних насаждений с помощью вентиляторных опрыскивателей допустимая норма расхода рабочей жидкости 100-500 л/га.
- Ультрамалообъемное опрыскивание проводится при норме расхода рабочей жидкости 1-20 л/га, коэффициент полидисперсности капель диспергируемой рабочей жидкости 1,3-3, при опрыскивании многолетних насаждений с помощью вентиляторных штанговых опрыскивателей норма расхода рабочей жидкости 5-40 л/га.

Влияние внешних факторов на качество опрыскивания. Высота штанги опрыскивателя и ее колебания -это один из определяющих факторов качества опрыскивания, который сильно недооценивается. Кроме того, на равномерность распределения оказывает влияние снос ветром распыляемой жидкости. Очевидно, что неровности микрорельефа почвы, влияющие на положение форсунок относительно обрабатываемой поверхности, а также степень воздействия турбулентных потоков воздуха при порывах ветра на диспергируемую рабочую жидкость учесть весьма затруднительно. При изменении высоты штанги всего на 10 см -например, опрыскиватель колесом попал в яму, наехал на камень, попал в колею, либо работает фунгицидами на участке с более низким стеблестоем, чем при настройке — норма расхода в зоне перекрытия факелов распыла увеличивается на 40 %, а в остальной зоне снижается на 30 %. Данный факт приводит к снижению урожайности из-за недостаточного контроля сорняков в местах, где препарата попало меньше эффективной рабочей нормы, и возможной токсичности из-за передозировки. Особенно сильно влияние высоты штанги проявляется при работе сниженными и минимальными нормами препаратов. Кроме того, увеличение высоты штанги всего на 10 см увеличивает в 2 раза потери препарата из-за сноса, которые дополнительно увеличиваются при сильном ветре.

Влияние скорости движения на качество опрыскивания: Современные опрыскиватели теоретически позволяют работать со скоростью более 20 км/ч. Однако на практике это трудно реализуемо, так как качество опрыскивания будет весьма низким из-за ограничений, накладываемых законами физики. Поэтому официальные рекомендации производителей распылителей касательно скорости движения опрыскивающего агрегата довольно жесткие: для щелевых распылителей – до 4–5 км/ч, инжекторных – до 7–8 км/ч.

Влияние давления в системе опрыскивателя на качество распыла: изменение рабочего давления в системе опрыскивателя оказывает значительное влияние прежде всего на угол распыления жидкости. Понижение давления с 2 атм. до 1 атм., приводит к уменьшению расхода рабочей жидкости с 0,8 л/га до 0,4 л/га и значительному уменьшению (на 30-40%) площади покрытия растений химикатом. Это создает еще одну проблему, т.к. при изменении давления необходимо учитывать разницу изменения нормы расхода рабочей жидкости. Уменьшение давления, ниже рекомендованного приводит к образованию огрехов из-за уменьшения нормы расхода химии меньше рекомендованной. И, наоборот, при увеличении давления, соответственно, увеличивается зона перекрытия и нормы расхода выше рекомендованных [7-14].

Таким образом, для опрыскивания посевов используются различные технологии и средства механизации, которые обеспечивают защиту растений от вредителей, болезней и сорняков с помощью специальных химических препаратов (пестицидов). Современные подходы к обработке полей пестицидами учитывают не только эффективность, но и экологическую безопасность. Обзор технических средств для опрыскивания посевов выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [15-23].

Литература

1. Ревякин, Е. Л. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях : научный аналитический обзор / Е. Л. Ревякин, Н. Н. Краховецкий. – Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 124 с. – ISBN 978-5-7637-0784-4.
2. Механизация опрыскивания сельскохозяйственных культур / Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Иркутской области. – URL: https://old.rosselhoscenter.ru/files/users/95/ (дата обращения: 25.03.2026).
3. Руководство по использованию вентиляторных опрыскивателей. – URL: https://www.cropscience.bayer.ru/uploads/s1/attachment/604b4b14e38e7.pdf?ysclid=mm7swewwme407760446 (дата обращения: 25.03.2026).
4. Все о прицепных опрыскивателях. – URL: https://stroy-podskazka.ru/opryskivateli/pricepnye/ (дата обращения: 28.02.2026).
5. Раскатова, Т. В. Влияние скорости движения на качество опрыскивания / Т. В. Раскатова, Ю. Ю. Ротенберг, И. А. Редкозубов // Защита и карантин растений. – 2011. – С. 37-38.
6. Разработка перспективного метода опрыскивания для производства гибридных семян кукурузы / В. М. Шуганов, А. М. Лешкенов, З. Ю. Кантиев, Х. А. Шогенов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2022. – № 6. – С. 236-248.
7. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / Т. Я. Ашихмина, М. А. Зайцев, Г. Я. Кантор [и др.]. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. – ISBN: 5-85271-032-6.
8. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С.20-27.
9. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. – № 1. – С. 58 – 61.
10. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК, 2012. – № 6. – С.51-54.
11. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.

12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2 – С. 18-21.
13. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока // В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
14. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2005. – № 6. – С. 15-16.
15. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1996. – № 3. – С.34-35.
16. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ). – EDN NRYHKZ.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
18. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
19. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : Труды 2-й Международной научно-практической конференции, Москва, 03–05 октября 2000 года. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34. – EDN UMGZOH.
20. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С.4-10.
21. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7.
22. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение», посвященной 95- летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 182-188.
23. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12.

УДК 631.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКИХ КОРМОВ

Перфилов С. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается вопрос приготволения кормов на свиноводческом комплексе, с возможной модернизацией смесителя.
Ключевые слова: жидкие корма, свиньи, кормоцех, линия, корма, обработка, смешивание, измельчение, приготовление

Технологические схемы обработки, приготовления и раздачи кормов проектируют с учетом экономической эффективности, определяемой конкретными условиями хозяйства, зоотехническими требованиями к скармливанию, кормовой базой, типом кормления и составом рационов, взаимным расположением основных и вспомогательных помещений на ферме, их количеством, местом и порядком кормления животных, системой их содержания, конструкцией технологического оборудования, принятого для обработки кормов, внутренней планировкой помещений, способом подготовки кормов к скармливанию, способом транспортирования и раздачи кормов [1,2,3,4,5,6].

Для приготовления кормовых смесей на ферме необходимо иметь кормоприготовительное предприятие (кормоцех), в котором машины и оборудование объединены между собой в единые технологические линии и обеспечивают приготовление готовой кормовой смеси, сбалансированной по всем элементам питания, с наименьшими затратами материальных средств. Кормоприготовительное предприятие располагают в отдельном здании, с которым, по возможности, необходимо блокировать хранилища корнеклубнеплодов, концентрированных и других кормов.

Выбор основного оборудования для кормоцеха следует начинать с разработки технологических схем переработки всех видов кормов, входящих в рационы различных половозрастных групп животных, и определения суточной, разовой и часовой производительности отдельных линий и кормоцеха в целом.

Производственный участок приготовления кормов рекомендуется проектировать в следующей последовательности:

1. Разработать поточные технологические линии приготовления отдельных видов кормов.
2. Обосновать и разработать общую технологическую схему процесса приготовления кормов.
3. Подобрать кормоцех.
4. Рассчитать каждую технологическую линию кормоцеха.
5. Обосновать и выбрать машины и оборудование.

В зависимости от вида кормов, зоотехнических требований к скармливанию, требований технологического процесса на животноводческих фермах применяют следующие способы обработки кормов: механический, тепловой, химический, термохимический, биохимический и др. Эти способы применяют раздельно или в сочетании соответственно принятой технологии.

Анализ различных технологий обработки кормов и приготовления кормовых смесей показал, что наиболее рациональными являются следующие технологические линии обработки различных видов кормов.

Грубые (солома, грубостебельное сено):

1) измельчение - дозирование - смешивание;

2) измельчение - запаривание -дозирование - смешивание;

3) измельчение - биологическая (биохимическая или химическая обработка) - дозирование - смешивание;

4) измельчение - термохимическая обработка - дозирование - смешивание.

Приготовление корнеклубнеплодов:

1) мойка - измельчение - дозирование - смешивание;

2) мойка - запаривание (варка) - разминание - дозирование - смешивание;

3) мойка -измельчение - дозирование - дрожжевание - дозирование жидких дрожжей - смешивание.

Приготовление концентрированных кормов следует проектировать по следующим схемам:

1) очистка - измельчение - дозирование - смешивание:

2) очистка - измельчение - дозирование - дрожжевание - смешивание;

3) очистка - дозирование - смешивание;

4) очистка - измельчение - дозирование - смешивание - гранулирование.

Первую и вторую схемы рекомендуется использовать при переработке фуражного зерна в комбикорм, а четвертую - при производстве в хозяйстве гранулированных комбикормов.

Зерна бобовых (горох, соя, чечевица):

1) замачивание - дозирование - смешивание;

2) очистка - измельчение - дозирование - смешивание.

Пищевые отходы скармливают по следующей схеме: измельчение (на специальных дробилках) - отделение непищевых отходов - запаривание - охлаждение - дозирование - смешивание.

При отсутствии в хозяйстве витаминной травяной муки в кормоцехе готовят сенную муку по схеме: измельчение - дозирование - смешивание.

Силос (сенаж): измельчение - дозирование - смешивание.

Линия приготовления питательных растворов мочевины, известкового молока, рассола и т. п.: прием сухого химикалия - составление раствора - фильтрация - смешивание - дозирование - подача в смеситель -смешивание.

Линия смешивания кормов:

1) прием - транспортирование - смешивание - выдача готового продукта;

2) прием - транспортирование - смешивание с доизмельчением - выдача готового продукта.

Проектирование общей технологической схемы приготовления и раздачи кормов необходимо начинать с обоснования последовательных операций отдельных поточных линий обработки каждого вида корма. При этом необходимо учитывать условия задания на проектирование, научные рекомендации, опыт передовой практики, конкретные условия и возможности хозяйства.

Центральное место в технологии приготовления кормов на фермах и комплексах занимает кормоприготовительный цех (кормоцех). В сельскохозяйственном производстве, согласно классификации В. И. Зелинского, по свойствам приготавливаемых кормов кормоцеха делят на две группы. В первую группу входят кормозаводы, цехи, агрегаты, которые предназначены для подготовки в рассыпном, гранулированном или брикетированном виде сухих кормов, пригодных для длительного хранения (комбикормов, кормовых добавок, травяной муки, полнорационных кормосмесей). Предприятия второй группы (цехи) используют для подготовки влажной многокомпонентной кормосмеси непосредственно перед скармливанием животным.

Работа технологических линий кормоцехов первой группы не согласовывается с распорядком дня животноводческой фермы или комплекса. Кормосмеси. приготовленные в таких кормоцехах, должны включать в себя все ингредиенты, предусмотренные рационом. Отклонения от принятой технологии не допускаются.

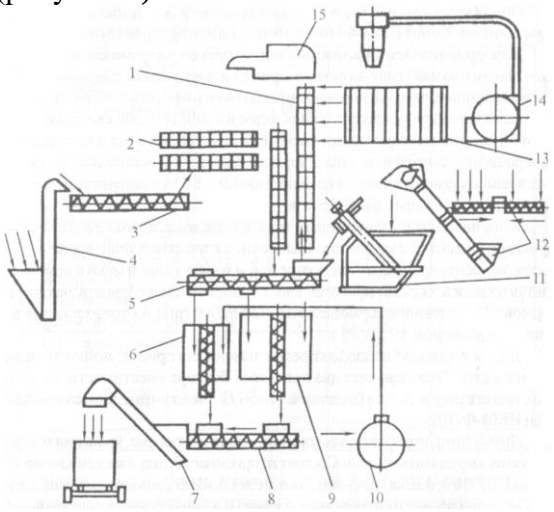
Работа технологических линий кормоцехов второй группы согласовывается с распорядком дня животноводческой фермы или комплекса. В состав кормосмесей может входить разное количество компонентов в соответствии с зоотехническими нормами

кормления животных, поэтому отказ одной из технологических линий не всегда приводит к прекращению выпуска готовой продукции.

Кормоприготовительные цехи второй группы различаются по виду обслуживаемых животных (для ферм и комплексов крупного рогатого скота, свиноводческих ферм и др.), могут быть универсальными.

Кормоцехи свиноводческих ферм и комплексов по технологическим признакам также делят на два типа: для подготовки влажных или жидких кормосмесей из кормов собственного производства и подготовки кормосмесей с использованием пищевых отходов.

В кормоцехе технологический процесс необходимо организовать в виде поточных технологических линий подготовки всех видов кормов в соответствии с технологической схемой их приготовления (рисунок 1).



1 - транспортер ТС-40С; 2,13 - питатели ПК-6,0 и ПСМ-10; 3-шнек ШЗС-40Б; 4 - нория НЦГ-10; 5 - шнек ШЗС-40; 6-варочный котел ВК-1; 7-транспортер ТС-40М; 8-шнек ШВС-40; 9-смеситель С-12; 10-бак для обрата; 11-измельчитель ИКМ-5; 12-транспортер ТК-5Б; 14-дробилка ДКМ-5; 15-измельчитель ИКВ-5А «Волгарь-5»

Рисунок 1 – Технологическая схема кормоцеха КЦС -200/2000

При выборе и проектировании кормоцеха необходимо учитывать: 1) количество животных каждого вида и перспективу его увеличения в ближайшие годы; 2) рационы животных по периодам года; 3) зоотехнические требования к подготовке кормов; 4) технологию подготовки различных кормов для животных отдельных групп; 5) кратность и продолжительность кормления животных в течение суток; 6) длительность хранения готового корма; 7) очередность раздачи кормов и их дозировку.

По способу смешивания компонентов кормоцеха бывают со смесителями периодического действия СКО-Ф-3, СКО-Ф-6. С-7, С-12. АПС-6 и др. со смесителями непрерывного действия ИСК-1. ИСК-ЗА, АПК- 10,С-30, ДИС-1, ДС-40 и др.

Первые четыре второй группы смесителей являются наиболее совершенными, обеспечивают поточность процесса, лучшее качество смешивания и более высокую производительность. По конструктивному исполнению кормоцехи с поточным способом приготовления кормосмесеи подразделяются на два типа: с одновременным доизмельчением и смешиванием компонентов в измельчителе-смесителе и со смешиванием заранее измельченных компонентов в смесителе непрерывного действия.

Кормоцехи также могут быть на базе мобильных средств без специальных смесителей, где измельченные компоненты из бункеров-дозаторов непрерывно подаются на сборный транспортер и смешиваются на линии раздачи (ИСРК-12 «Хозяин», ИСРК- 12Ф, РСП-1ОА, АРС-10, РСК-12 и др.).

Для приготовления влажных кормосмесей для свиней при концентратно-корнеплодном типе кормления применяют комплекты оборудования унифицированной серии КЦС производительностью от 2 до 6 т/ч. Эти комплекты предназначены для

репродукторных ферм на 100, 200, 300 свиноматок и откормочных комплексов мощностью 6 и 12 тыс. свиней в год с использованием в рационах свиней всех видов кормов. Комплекты используются для приготовления кормовых смесей влажностью 60... 80 % с запариванием или без запаривания отдельных компонентов.

Машины, входящие в комплект кормоцехов, выполняют самостоятельные функции, они объединены в поточные технологические линии: корнеклубнеплодов; концентрированных кормов; зеленой массы, сенной муки и комбинированного силоса; обрата; приготовления кормовых смесей; выгрузки готовых кормов. Оборудование кормоцеха КЦС-200/2000 (рисунок 1) размещается в помещении размером 19,5 х 15 м.

Линия корнеклубнеплодов предназначена для приема, мойки, измельчения и выдачи. Она включает два приемных бункера вместимостью 9 $м^3$ каждый, транспортер корнеклубнеплодов ТК-5Б и мойку-измельчитель ИКМ-5.

Линия концентрированных кормов служит для приема, хранения и дозированной их загрузки в смеситель. Состоит из приемного бункера вместимостью 15$м^3$; нории НЦГ-10, шнека ШЗС-40Б питателя ПК-6.0Б концентрированных кормов, который подает их в загрузочный шнек ШЗС-40 и далее - в смеситель С-12 или варочный котел. Концентраты дозируются питателем ПК-6,0Б с относительной погрешностью ±5 % от его номинальной производительности (6 т/ч).

Линия зеленых кормов, сенной муки и комбинированного силоса обеспечивает измельчение зеленой массы и грубых кормов, приготовление и накопление сенной муки и выдачу компонентов для дальнейшей переработки. В состав линии входят измельчитель ИКВ-5А «Волгарь-5» , дробилка ДКМ-5, питатель сенной муки ПСМ-10,0 и скребковый транспортер ТС-40С. Производительность линии при приготовлении зеленого корма 6,5, сенной муки 0,5...0,8 т/ч.

Линия обрата предназначена для приема, хранения и выдачи обрата в кормосмесь или для приготовления заменителя молока. Она состоит из резервуара В-2-ОВМ-2,5 или РМВЦ-2 для хранения молока и центробежного насоса 36МЦ-10-20, оборудованного активатором, системы трубопроводов и кранов. В кормоцехе устанавливают и агрегат АЗМ-0,8 для приготовления заменителя молока.

Линия приготовления кормовых смесей укомплектована загрузочным сборным шнеком ШЗС-40,0М 5, смесителем С-12,0-1 9 и варочным котлом ВК-1 6. Линия выгрузки готовых кормосмесей включает выгрузной шнек ШВС-40,0М. Производительность линии на выгрузке кормосмесей из смесителя С-12,0 -1.. .40 т/ч.

Технологический процесс. Свеклу; морковь, картофель самосвальным транспортом загружают в приемный бункер транспортера ТК-5Б, который подает их в измельчитель. Он предварительно отделяет камни и другие инородные тела, затем моет, измельчает и направляет массу в линию приготовления кормосмеси. Грязь и кормовые остатки из измельчителя корнеклубнеплодов после мойки кормов удаляют фекальным насосом ФГ-115/38Б.

Концкорма загружают в приемный бункер вертикальной нории, которая транспортирует их в шнековый конвейер ШЗС-40Б, подающий корма в приемный бункер питателя-дозатора ПК-6,0Б, откуда наклонным транспортером питателя они подаются в линию приготовления смеси.

Зеленую массу подвозят к кормоцеху транспортными самосвальными средствами и подают ее на питающий транспортер измельчителя, откуда она поступает на транспортер , который направляет ее в линию приготовления кормовой смеси.

Сено из бобовых трав подвозят к кормоцеху и выгружают на площадку кормодробилки, которая измельчает его в сенную муку и подает шнековым транспортером (ДКМ-5) в бункер питателя сенной муки. Из питателя транспортером мука подается в линию приготовления кормов.

Обрат подвозят к цеху и заливают в резервуар, откуда насосом подают (в соответствии с рационом) в линию приготовления кормовой смеси.

В смеситель первыми подают компоненты, подлежащие запариванию (измельченный картофель, плесневелые концкорма). После запаривания этих кормов подают остальные, в результате чего значительно снижается температура смеси. Кашу для поросят варят в котле ВК-1. Готовая кормовая смесь из смесителя выгрузным шнеком направляется в приемный лоток транспортера для загрузки ее в кормораздатчик. Управление работой всех машин кормоцеха, кроме кормодробилки, измельчителя корнеклубнеплодов и фекального насоса, осуществляется с центрального пульта.

Смеситель С-12, предназначен для приготовления запаренных и сырых кормовых смесей любой влажности на свиноводческих, птицеводческих фермах и фермах КРС. Его применяют в составе поточных технологических лилий кормоцехов и самостоятельным агрегатом.

Смеситель С-12 представляет собой корпус, внутри которого расположены два горизонтальных вала. На каждом валу по винтовой линии через 45° закреплено 8 смесительных лопастей. Мешалки вращаются навстречу друг другу, причем каждая из них перемещает корм в противоположные стороны: одна - к приводной станции, а другая - к выгрузной горловине. Выгрузка готовой смеси производится шнеком. Смеситель оборудован парораспределительным устройством для подвода пара, а также трубами с распылительными отверстиями для ввода жидких добавок: обрата, мелассы, дрожжей и др.

Недостатком данной машины является неравномерное распределение компонентов по всей массе кормосмеси, поэтому в конструкторской разработке было принято решение выполнить другое расположение мешалок и форму их лопастей.

В разработке мешалки были выполнены не параллельно друг другу, изменена форма лопастей и их длина, так же добавлены диски.

Данная конструкторская разработка позволяет улучшить производительность смесителя.

Литература

1. Результаты исследований вальцовой и дисковой плющилок зерна / П. А. Власов, В. В. Коновалов, В. П. Терюшков [и др.] // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2014. – № 4 (16). – С. 226-229. – EDN SXSNBB.
2. Влияние частоты вращения мешалки и длины ее лопаток на качество смеси / М. В. Фомина, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков, В. В. Коновалов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 63-69. – EDN YZMYXR.
3. Солонщиков, П. Н. Технологический расчёт линии для приготовления и раздачи кормов : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. А. Зыкин. – Киров : ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2024. – 57 с. – EDN LYRKGE.
4. Определение оптимальных режимов нагрева питательной среды в процессе ферментации в смесителе-ферментере кормов / П. А. Савиных, Н. В. Оболенский, С. Ю. Булатов, А. И. Свистунов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – № 3 (19). – С. 154-156. – EDN VCGSGL.
5. Применение метода цветовой сегментации в задаче определения однородности кормосмеси / Ю. А. Иванов, С. Ю. Булатов, О. А. Тареева, Г. С. Малышев. – DOI 10.22314/27132064-2024-1-54 // Техника и технологии в животноводстве. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 54-63.
6. Булатов, С. Ю. Результаты моделирования движения потока воды в трубчатом измельчителе установки для приготовления зерновой патоки / С. Ю. Булатов, С. В. Семенов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4 (52). – С. 114-121. – EDN UMFFJO.

УДК 631.35

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ

Пестова М. В. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. в статье рассмотрены технологии и средства механизации послеуборочной обработки картофеля.
Ключевые слова: картофель, послеуборочная обработка, технологии механизации, средства механизации

Клубни картофеля содержат крахмал, азотистые соединения, минеральные вещества и витамины. В основе лёжкости картофеля лежит биологическое свойство клубней находиться после уборки более или менее продолжительный период в состоянии глубокого физиологического покоя. Этого состояния зависит от сорта (от 1 до 3 месяцев) и в значительной степени определяется условиями выращивания и хранения. Выделение CO^2 клубнями в состоянии покоя при температуре около 4°С составляет 3-6 мг/кг за 1 ч в зависимости от сорта. По окончании покоя в начале прорастания клубней интенсивность дыхания возрастает в 3-5 раз и более. Это во многом связано с повышением температуры хранения. Содержание активаторов превалирует с началом роста, а содержание ингибиторов - в состоянии покоя, что связано с окислительно-восстановительными процессами в тканях. Важная биологическая особенность клубней - способность возобновлять покровную ткань в местах механических повреждений. Значение этой особенности возрастает в связи с широкой механизацией уборки и послеуборочной доработке. Лучше всего происходит рубцевание повреждений у растущих и свежеубранных клубней. Эта способность сохраняется и в первый период хранения, но с началом образования ростков теряется. Образованию суберина в зонах механических повреждений способствует хороший доступ кислорода и довольно высокая температура (10-18°С). Для формирования раневой перидермы также необходима температура воздуха не ниже 7°С и почти полное насыщение его влагой. При правильном выборе сроков уборки, поддержании в первые две недели хранения температуры 10-18°С, относительной влажности воздуха 90-95% и интенсивном вентилировании образование новой покровной ткани происходит успешно. В вызревших клубнях при нормальных условиях хранения содержится в среднем 15-18% крахмала и 0,5-1,5% сахаров. При падении температуры, особенно ниже 3°С, из-за засахаривания крахмала происходит интенсивное накопление сахаров. Небольшая часть их расходуется на дыхание. Одновременно совершается и обратное преобразование сахаров в крахмал. Однако при пониженной температуре скорость этого процесса замедляется в значительно большей степени, чем засахаривание крахмала, что является причиной накопления сахаров [1-12].

Для сохранения больших партий картофеля, в свежем виде при оптимальных условиях применяют два основных способа хранения: полевой и стационарный. При полевом хранении картофель и овощи размещают в траншеях и буртах несколькими способами: насыпью с переслойкой влажной землёй или песком; насыпью без переслойки, но с приточно-вытяжной вентиляцией; насыпью с устройством активной вентиляции; насыпью в крупногабаритных буртах с активной вентиляцией. При стационарном способе хранения плодоовощную продукцию размещают: в закромах хранилища, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией, с высотой загрузки 1,2-1,5м; насыпью в крупных закромах, оборудованных активной вентиляцией, с высотой загрузки 2,5-4 м (иногда до 5-6м); сплошной насыпью (навалом) в хранилищах, оборудованных активной вентиляцией, с высотой загрузки 2,5-5 м; в таре на поддонах с высотой 8-10 ящиков и 3-6 рядов контейнеров (хранилище оборудуют принудительной вентиляцией, высота загрузки 5-5,5м). Основные типы хранилищ следующие: с естественной вентиляцией, охлаждаемые наружным воздухом, за счет тепловой конвекции; с принудительной вентиляцией, охлаждаемые наружным воздухом, подаваемым вентиляторами, в том числе - через штабель продукции по методу

активного вентилирования; холодильники, т.е. хранилища с искусственным охлаждением; холодильники с регулируемой газовой средой. Картофель хранят в ящичных поддонах СП-5-60-2, установленных в штабеля высотой 5,22 м. Вместимость камер (т): для картофеля 424,3. Загруженный картофель в течение 15 суток проходит лечебный период при температуре 12 ± 3 °С, потом за 20...40 суток его охлаждают до температуры хранения. Качество продукции во время хранения проверяют. Сначала по окончании периода охлаждения, далее - не менее двух раз в 1 мес. В период реализации картофель электропогрузчиком ЕВ-687.45.11 доставляют из камер хранения в цех товарной обработки. Контейнероопрокидывателем КУП -1000 их поочерёдно выгружают на переборочный стол, где вручную отбирают нестандартную продукцию. Стандартную продукцию со стола укладывают в ящики N° 3-2, которые вручную формируют в пакеты на поддонах 2П04-1.ОД. Подготовленную продукцию в пакетах взвешивают на весах ПР-1Ш12М. Затем при помощи электропогрузчика её загружают в автотранспорт и отправляют на реализацию. Массовое хранение продовольственного картофеля выгоднее всего в хранилищах с активным вентилированием, загружаемых сплошным высоким слоем. Завершающий этап хранения продовольственного картофеля - товарная обработка перед реализацией.

Убранные комбайном клубни поточно поступают на сортировальные комплексы для очистки от примесей с однородным их сортированием на три фракции используют стационарный сортировальный пункт КСП-15 (КСП-25, КСП-15Б). Пункт состоит из приёмного бункера ПБ-2, картофелесортировки КСЭ-15Б и выгрузных транспортёров Производительность пункта - 15 т/ч. Его обслуживают машинист и 5…8 рабочих. Механизмы приводят в действие от двигателя ЗИД-4,5Б или электродвигателя мощностью 4 кВт. Поточную технологию без сортирования используют в хорошую погоду для уборки семенного картофеля, если примеси почвы не более 20%, количество больных клубней 3-5%.

При послеуборочной обработке чистота средней (50-80 г) и крупной (более 80 г) фракций клубней - не менее 99%, мелкой фракции (30-50 г) - не менее 97%. В отходы должны идти клубни массой менее 30 г.

В целях повышения качества урожая часто применяют поточно-прерывистую технологию уборки. Она включает временное хранение картофеля на специально оборудованных площадках перед сортированием и реализацией урожая. В этом случае сокращаются механические повреждения клубней, улучшатся их качество при закладке на хранение, снижаются отхода при хранении, но увеличиваются затраты. В сложных погодных условиях применение комбайнов и копателей становится практически невозможным из-за больших потерь урожая (свыше 30%); целесообразнее использовать специальные распашники, а подбор клубней вести вручную. Картофель лучше хранится, если клубни перед закладкой в хранилище проходит лечебный период в буртах.

Повышение качества картофеля, закладываемого на хранение - важнейший фактор, определяющий его сохранность. Для ускорения созревания картофеля и снижения количества, поражённых болезнями клубней ботву уничтожают за 8-10 дней до уборки скашиванием. Много повреждений наносится клубням во время погрузки, перевозки и разгрузки. В связи с этим необходимо тщательно проверить весь путь движения картофеля от полей до хранилища, сократив до минимума количество перевалок, снизив высоту свободного падения клубней до 30 см. Важный приём подготовки картофеля к длительному хранению - обсушивание. Оно способствует отделению земли от клубней и вследствие этого предохраняет их от поражения инфекционными заболеваниями, такими как фитофтороз, мокрая гниль и др. Выкопанный копателем картофель обычно обсушивают в борозде в течение 1-2 часов. Для семенного картофеля эффективным, хотя и трудоёмким приёмом подготовки к длительному хранению являются выдерживание клубней на рассеянном свету. Озелененные клубни более устойчивы к заболеваниям при хранении, что способствует их лучшей сохранности. Это можно объяснить тем, что в процессе озеленения картофель быстрее залечивает поранения, а в клубнях синтезируется гликоалколоид соланин, который сдерживает развитие болезней, вызываемых грибами. Хранить картофель в лечебный период

при 13ºС. Такая температура задержит развитие заболеваний, хотя и понизит скорость залечивания. Продолжительность лечебного периода до 20 суток.

Обзор технических средств для послеуборочной обработки картофеля выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [13-19].

Литература

1. Гуревич, Л. А. Тракторы и сельскохозяйственные машины / Л. А. Гуревич, В. А. Лиханов, Н. П. Сычугов. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 333 с.
2. Технология послеуборочной обработки и хранения картофеля. – URL: https://studfile.net/preview/1697146/ (дата обращения: 27.02.2026.).
3. Трисвятский, Л. А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Л. А. Трисвятский, Б. В. Лесик, В. Н. Курдина. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 355 с.
4. Гусев, С. А. Хранение картофеля / С. А. Гусев. – Москва : Московский рабочий, 1985. – 141 с.
5. Метлицкий, Л. В. Технология хранения картофеля / Л. В. Метлицкий. – Москва : Колос,1972. – 205 с.
6. Бацанова, Н. С. Картофель / Н. С. Бацанова. – Москва : Колос, 1970. – 375 с.
7. Вечер, А. С. Физиология и биохимия картофеля / А. С. Вечер, М. Н. Гончарик. – Москва : Наука и техника, 1973. – 263 с.
8. Будкевич, А. А. Состояние покоя и лёжкости. Картофель и овощи / А. А. Будкевич. – Москва : Колос, 1983. – 14 с.
9. Волкинд, И. Л. Хранение картофеля в условиях активного вентилирования / И. Л Волкинд, Л. В. Метлицкий. – Москва : Экономика, 1966. – 21 с.
10. Васютин, А. С. Картофель./ А. С Васютин. – Москва : Колос-Пресс, 2002. – 141 с.
11. Веселовский, И. А. Продолжительность периода покоя картофеля / И. А. Веселовский // Картофель и овощи. – 1959. – № 5. – С. 12-14.
12. Зейрук, В. Н. Как снизить потери картофеля при уборке и хранении / В. Н. Зейрук, К. А. Пшеченков / Картофель и овощи. – 2001. – № 4. – С. 6-9.
13. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / Т. Я. Ашихмина, М. А. Зайцев, Г. Я. Кантор [и др.]. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. – ISBN: 5-85271-032-6.
14. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
15. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58 – 61.
16. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
17. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8. – EDN RKNYUF.
18. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
19. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.

УДК 631.861

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НАВОЗА

Пестриков К. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор процесса утилизации и уборки навоза, и продолжен транспортер для уборки навоза.
Ключевые слова: навоз, проект, установка, транспортёр, утилизация, масса, система содержания

Из всех отраслей сельского хозяйства, животноводство в наибольшей степени отвечает условиям ведения его на промышленной основе, внедрения комплексной механизации.

Животноводческие фермы промышленного типа – это крупные специализированные предприятия, где равномерно на протяжении всего года, производится животноводческая продукция на базе машинной технологии, поточного выполнения производственных процессов [1,2,3,4,5,6,7].

Технической основой механизации животноводства является система машин. Ученые и специалисты научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро с учетом прогрессивных тенденций развития техники, технологии, организации производства разработали «Систему машин для животноводства».

В этой системе предусмотрены технические средства как для комплексной механизации и автоматизации процессов на крупных предприятиях, так и для механизации малых ферм. Опыт показывает, что при реконструкции требуется на 15–20% меньше капитальных вложений по сравнению с новым строительством.

Новая система машин предусматривает снижение трудоемкости работ в 1,5–1,7 раза, а эксплуатационные издержки на 45–48%.

Системой машин предусмотрены унифицированные скреперные и скребковые установки, обеспечивающие очистку от навоза продольных и поперечных каналов, новые технологии подготовки высококачественных органических удобрений, средств для погрузки, транспортировки и обеззараживания навоза.

В зависимости от физико-механических свойств навоза предусматриваются две технологические линии по подготовке его к использованию. Первая технология предусматривает обработку навоза влажностью до 75%, вторая – до 95%.

В настоящее время на животноводческих фермах и комплексах используются не отдельные машины, а, как правило, комплекты оборудования, установленные в поточные технологические линии.

Концентрация поголовья животных на фермах и животноводческих комплексах способствовала повышению уровня механизации и автоматизации производственных процессов.

Традиционные способы навозоудаления, применяемые на фермах, с содержанием от 50 до 200 голов крупного рогатого скота и от 500 до 5000 свиней: уборка навоза из помещений, погрузка в тракторные прицепы и вывоз на поля, с использованием механических средств – оказались нерентабельными в современном сельскохозяйственном производстве.

Способ удаления навоза из животноводческих помещений и конструктивные особенности технологических систем удаления, транспортировки и использования навоза устанавливают в каждом отдельном случае.

При привязке типовых проектов учитывают конкретные природно-климатические условия строительства животноводческих помещений и сооружений по переработке навоза.

В настоящее время мало внимания в хозяйствах уделяется производству компостов, тонна компоста может дать прибавку урожая в один центнер. Не использование

этого связано с тем, что мало машин, предназначенных для перемешивания компонентов компостирования. Производству компостов поворачиваться лицом заставляет жизнь, так как стоимость минеральных удобрений очень велика.

Для удаления навоза из коровника с привязным содержанием из условий высокой надежности и производительности выбираем четыре горизонтальных винтовых транспортера. Основной рабочий орган транспортера – винт. Перемещается навозная масса по транспортеру по принципу волочения под действием осевой силы винта.

В качестве собирающего транспортера и для транспортировки навозной массы в поперечном направлении предлагаем использовать тоже шнековый транспортер. Так как эти транспортеры достаточно долговечны и просты в эксплуатации и техническом обслуживании.

Для транспортирования навоза от коровника до навозохранилища выбираем установку УТН-10 с подземным навозопроводом.

Технологическая схема предложенной ПТЛ удаления навоза представлена на листе Д 4. Она соответствует выбранной нами оптимальной технологии накопления и хранения высококачественных органических удобрений.

Навозная масса транспортируется по навозопроводу в навозохранилище. На линию компостирования самосвальными транспортными средствами сгружают торф и другие компостируемые материалы. Затем производят перемешивание массы и укладывают ее в бурты, где происходит хранение и обеззараживание.

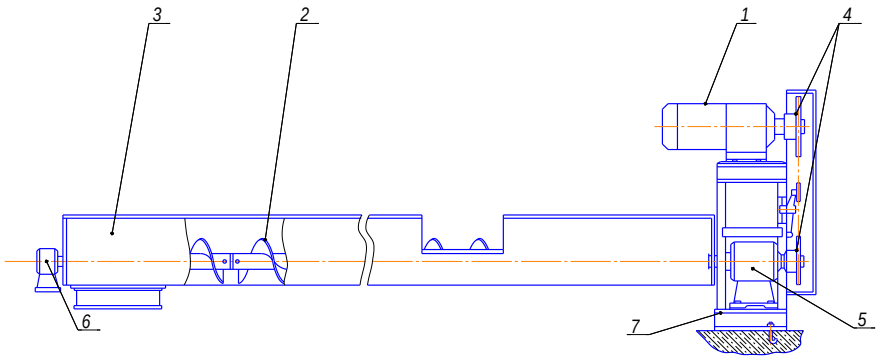
В правильно уложенном бурте происходит аэробный процесс. На третьи-четвертые сутки температура в нем поднимается до 323…343 К (50…70°С) [6]. При этом белки микроорганизмов, яйца и зародыши гельминтов в течение одного - двух месяцев теряют жизнедеятельность, а семена сорняков – всхожесть.

Обеззараженный навоз обладает хорошей сыпучестью, что обеспечивает его равномерное разбрасывание по поверхности поля и запахивание.

До настоящего времени на фермах КРС молочного направления уборка навоза из животноводческих помещений осуществляется транспортерами типа ТСН-2,0Б, ТСН-160 с последующей загрузкой его в транспортные прицепы типа 2ПТС-4М-785А, 2ПТС-4-887Б. Транспортируют прицепы к навозохранилищу тракторами типа МТЗ-80/82. При этом на ферме на 200 голов требуется не менее двух тракторных прицепов, которые в основном используются как накопительные емкости. Постоянный контакт металлических частей прицепов с агрессивной средой ведет к их интенсивному преждевременному износу. Кроме того, неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия труда механизатора при сцепе трактора с прицепом и выгрузке навоза из него. При этом возможны потери при транспортировке, тем самым наносится вред окружающей среде. Для того, чтобы избежать этих недостатков, навоз транспортируют насосными установками типа УТН-10 по навозопроводу в навозохранилища. Но при этом необходимо на каждый навозный транспортер устанавливать по насосной установке, что экономически не выгодно. По этой причине применяют собирающие транспортеры, в качестве которых предлагаем использовать шнековые транспортеры. К преимуществам шнекового транспортера относится простота устройства и несложность технического обслуживания, небольшие габаритные размеры, герметичность. Недостатком винтовых конвейеров является высокий удельный расход энергии, повышенный износ винта и желоба. В результате проведенного анализа нами найден шнековый транспортер для удаления навоза. Но недостатком данной конструкции является то, что двигатель и редуктор расположены в одной плоскости с винтом. При этом возможны загрязнения приводной станции, неудобство обслуживания.

Из всего вышесказанного следует вывод, что необходимо применение простого и надежного шнекового навозного транспортера, который позволяет убирать навоз одновременно из всего помещения и транспортировать его в навозохранилище.

Предлагаем следующую конструкцию навозного транспортера, схема которого представлена на рисунке 1.



1 – мотор-редуктор; 2 – шнек; 3 – желоб; 4 – цепная передача; 5 – передняя опора; 6 – задняя опора; 7 – рама

Рисунок 7.1 – Схема шнекового навозного транспортера

Транспортер (всего их два) принимает навоз со шнековых транспортеров (всего их четыре) и транспортирует его в загрузочную воронку насосной установки УТН-10А. Привод транспортера осуществляется мотором-редуктором посредством цепной передачи. Ведомая звездочка крепится на валу передней опоры при помощи среднего штифта, который разрушается при увеличении крутящего момента на валу шнека больше допустимого значения.

Данную конструкцию рекомендуем использовать на фермах крупного рогатого скота.

Литература

1. Solonshickov, P. N. Environmental safety approaches to solving the problem of waste disposal at livestock farms / P. N. Solonshickov, L. V. Pilip // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 032065. – DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032065. – EDN RZULEC.
2. Пилип, Л. В. Проблема запахового загрязнения атмосферного воздуха животноводческими объектами / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2023. – № 2 (18). – С. 9-15. – EDN DVFQON.
3. Патент № 2708599 C1 Российская Федерация, МПК B01D 53/34, F24F 7/00, A01K 1/00. Способ устранения запаха вентиляционных выбросов из производственных помещений для содержания свиней : № 2019106585 : заявл. 07.03.2019 : опубл. 09.12.2019 / Т. Я. Ашихмина, Н. В. Сырчина, Ю. Н. Терентьев, Л. В. Пилип ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный университет" (ВятГУ). – EDN LUMQQB.
4. Механизация и технологии в животноводстве / С. М. Ведищев, В. В. Коновалов, А. И. Завражнов [и др.]. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2023. – 365 с. – ISBN 978-5-8265-2618-7. – EDN SEWRWI.
5. Коновалов, В. В. Моделирование молочной продуктивности коров при изменении технологических процессов / В. В. Коновалов, В. П. Терюшков, С. С. Петрова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 27-34. – EDN EWXXCB.
6. Мальцев, В. А. Моделирование региональных социально-экономических систем / В. А. Мальцев, О. С. Данилова, С. Ю. Булатов. – DOI 10.34925/EIP.2021.11.136.136. // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 11 (136). – С. 680-685. – EDN WIVEIA.
7. Шевченко, А. В. Гидродинамические характеристики смесительной установки при работе в режиме насоса / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 213-219. – EDN FSBGNK.

УДК 656.1

МОНИТОРИНГ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДОВ ПОСРЕДСТВОМ СПУТНИКОВОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Пивоваров В. Р. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Одной из наиболее важных проблем в области организации дорожного движения, является перегруженность улично-дорожной сети, что негативно сказывается на экологической обстановке и экономической ситуации всей страны. Улучшение транспортной ситуации можно достичь внедрением автоматизированной системы управления дорожным движением путем применения интеллектуальной системы светофорного управления. В статье представлен обзор современных АСУДД, рассмотрены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: АСУДД, система светофорного управления, организация дорожного движения

Повышение уровня автомобилизации повышает актуальность мер, направленных на снижение последствий, вызванных большим количеством подвижного состава. Ежегодный рост объемов пассажирских и грузовых перевозок предъявляют повышенные требования к контролю качества, безопасности и своевременности перевозок. Улучшение транспортной ситуации можно достичь внедрением автоматизированной системы управления дорожным движением.

Автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД) представляют собой сочетание программно-технических средств, а также мероприятий, которые направлены на обеспечение безопасности, снижение транспортных задержек, улучшение параметров УДС, улучшение экологической обстановки [1].

К основным задачам АСУДД относятся:

- мониторинг текущих погодных условий в конкретных точках расположения и удаленно;
- контроль качества дорожного покрытия в местах установки комплекса;
- управление дополнительными инфраструктурными компонентами территории: распыление химических составов при неблагоприятных погодных условиях, включение и отключение освещения или разного рода информационных табло в вечернее время;
- постоянный обмен информации и выгрузка аналитических данных на удаленные сервера или в облако в автоматическом режиме;
- передача визуализированной информации в режиме реального времени. Используется для видеосообщения с контрольным пунктом и оператором;
- возможность прогнозирования дорожной ситуации с учетом уже полученной за определенный отрезок времени информации.

Состав системы варьируется, но к основным компонентам относят устройства для измерения метеоусловий, программное обеспечение, контролирующее работу аппаратов, непосредственные контроллеры для сбора информации на дорогах, дополнительные табло.

Ниже мы детально рассмотрим все возможные составляющие подобной системы и их возможности для оптимизации процесса управления дорожным движением в России.

Изначально основной задачей такого комплекса было просто видеонаблюдение за трафиком на местах. Данные, собранные видеокамерами, передавались операторам для последующего мануального контроля и управления. Дополнительное развитие системы позволило добавить дополнительные контроллеры, собирать четкие и более информативные данные и даже предпринимать те или иные меры непосредственно на дороге (например, для управления светофорами на базе полученной информации от системы видеонаблюдения) [2].

В чем особенности современной АСУДД системы? Она идеально адаптирована для работы в условиях активного трафика и для синхронизации всех составляющих

компонентов. Например, используемые камеры для фото и видео фиксации текущего дорожного движения подходят для работы в сложных климатических условиях и недостаточности освещения, они автоматически передают информацию и фиксируют скорость, плотность транспортного потока. Если совместно с системой видеонаблюдения в рамках АСУДД используется программно-аппаратный комплекс для автоматического управления светофорами, то их работа может измениться в зависимости от полученных от компонента видеонаблюдения данных.

Компонент метеоанализа, к примеру, может собирать данные о состояниях дорог и погодных условиях не только для адаптации работы светофоров, но и для информирования участников дорожного движения. Это легко реализуется при наличии информационного табло, являющегося системой АСУДД.

Ниже мы рассмотрим наиболее популярные и часто используемые элементы АСУДД, которые используются в Европе и некоторых городах Российской Федерации.

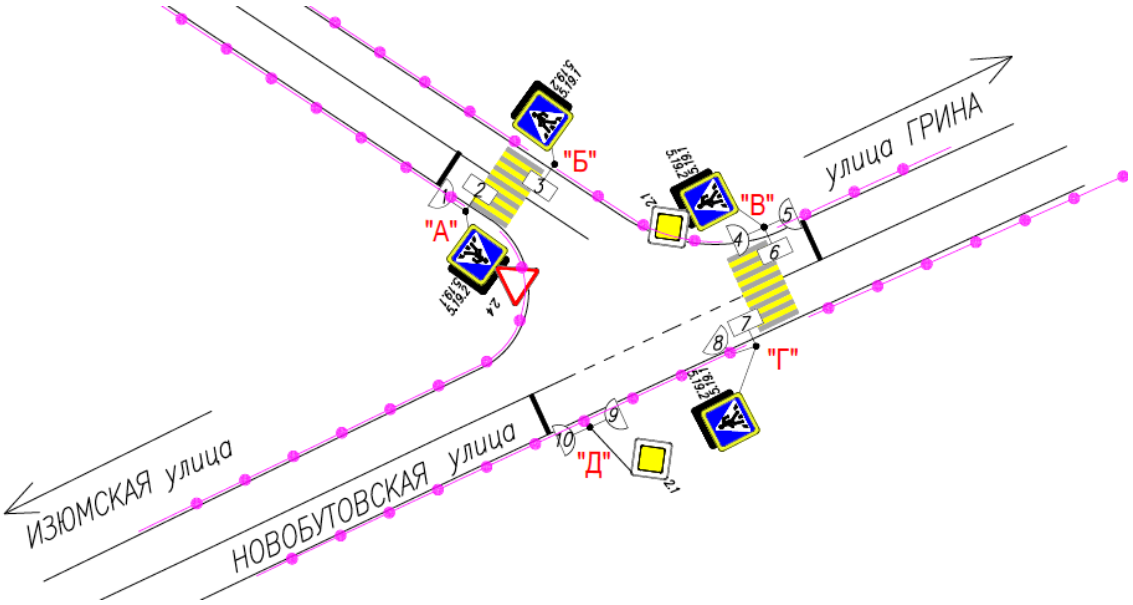


Рисунок 1 – Автоматическая система управлением работой светофорного объекта

Основная задача такого рода объекта – снижение временных потерь для участников дорожного движения и постоянная оптимизация работы светофора на базе собранных аналитических данных. Особенно важна работа такого светофора на перекрестке, где заранее практически невозможно просчитать оптимальную длительность фаз.

Какими параметрами автоматически управляет этот компонент АСУДД:

- Продолжительность одной фазы светофора;
- Длительность всего цикла (из двух или трех цветов);
- Сдвиг (максимальный размер и длительность) – актуальный параметр в случае наличия нескольких удаленных компонентов для управления светофорами для их совместной работы.

Обязательный элемент каждой АСУДД – детектор транспорта и трафика. Он в режиме реального времени передает на систему управления светофорными объектами информацию о трафике. Сама система анализирует полученные данные, и по проработанным заранее алгоритмам оптимизирует условия для работы светофора и улучшает трафик.

Основная задача компонента видеонаблюдение – это сбор и передача видеоинформации о текущем состоянии дорог. Система видеонаблюдения в составе АСУДД передает данные об интенсивности трафика, контролирует и собирает информацию о дорожно-транспортных происшествиях и максимально быстро сообщает о них ответственному оператору. Фото и видео фиксирование помогает оперативно собирать информацию о нарушениях правил дорожного движения и позволяет сотрудничать с

правоохранительными органами для взимания штрафов, поиска угнанных автомобилей. Современные системы видеонаблюдения передают информацию о скоростных нарушениях, встречном движении, парковке в запрещенном месте и о нарушении правил на железной дороге и трамвайных путях.

Этот компонент реализован в большинстве крупных городов России, однако часто он работает не в рамках целостной АСУДД, а разобщенно, что существенно снижает его возможные преимущества и коэффициент полезного действия.

Мониторинг транспортного потока (АСМПТП) необходим для сбора информации о транспортной обстановке. Данные передаются в собранном виде, массив информации дополнительно анализируется для выявления потенциально интересных для дальнейшей оптимизации потока фактов и событий.

Системы мониторинга фиксируют и обрабатывают следующие параметры транспортного потока:

- загруженность трафика. Как правило, измеряется общее количество транспортных средств за заданный период времени;

- средняя скорость проезжающих транспортных средств в разрезе временного промежутка (данные собираются регулярно, предоставляя полную картину в ночное и дневное время суток);

- показатель заполненности дорожного полотна автомобилями. Измеряется как вся дорога, так и отдельные полосы.

В зависимости от собираемых параметров, отличается и строение самих датчиков. Так, если в компоненте установлено три датчика, то он может фиксировать скорость, габариты автомобилей и общее их количество на исследуемом участке за заданный временной промежуток. В детекторах устанавливаются микроволновые, ультразвуковые и инфракрасные датчики, которые отвечают за сбор информации по одному определенному параметру. Так как детекторы устанавливаются ближе к обочине, информация чаще собирается по полосам, а затем полученные данные обрабатываются, высчитывая среднее по всему участку дороги.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК: 621.57

ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Платова А. Э. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Холодильные машины повсеместно широко используются в человеческой деятельности. Без них невозможно снабдить растущее население качественными продуктами питания, помимо этого их используют в различных других отраслях (фармацевтика, химическая промышленность). Современные холодильные машины также продолжают совершенствоваться.

Холодильной машиной называют комплект оборудования, необходимый для осуществления холодильного цикла, при котором обеспечивается непрерывный отвода теплоты от охлаждаемой среды при низкой температуре и передаче ее окружающей среде при высокой температуре [3].

Ключевые слова: холодильные машины, компрессионные холодильные машины, абсорбционные холодильные машины, эжекторные холодильные машины, термоэлектрические холодильные машины

Для того чтобы холодильная машина осуществляла искусственную передачу энергии из среды с низкой температурой в среду с высокой температурой, необходимо создать условия естественной передачи тепла в теплообменных аппаратах с помощью хладагентов. Теплообменные аппараты, в которых хладагент потребляет тепло из охлаждаемой среды, называют испарителями. В этом случае температура хладагента должна быть ниже температуры охлаждаемой среды, что создаётся понижением давления хладагента. Теплообменники, в которых хладагент отдаёт тепло в окружающую среду, называют конденсаторами (или охладителями – при отсутствии конденсации). Здесь температура хладагента должна быть выше температуры окружающей среды, что создаётся повышением давления хладагента.

Холодильные машины в зависимости от способа реализации цикла делят на компрессионные, абсорбционные, струйные и термоэлектрические [4].

Компрессионные холодильные машины.

Компрессионные холодильные машины используют для работы энергию предварительно сжатого в компрессоре газа. Они классифицируются в зависимости от вида компрессора и применяемого хладагента. Эти холодильные машины являются наиболее распространенными и универсальными [5].

Вещество (рабочее тело), циркулирующее в системе холодильной машины и участвующее в обратимом процессе, называют холодильным агентом, в качестве которого чаще всего используются хладон (фреон) и аммиак.

В компрессионных холодильниках хладагентом служит хладон-12 (R12-дифтордихлорметан) - бесцветный газ со слабым запахом четыреххлористого углерода, сжиженный под давлением. Хладон взрывобезопасен, не горюч и не ядовит.

Основу холодильной установки составляют компрессор, конденсатор, терморегулирующий вентиль и испаритель

Компрессор откачивает пары хладагента из испарителя и подает их в конденсатор при давлении, обеспечивающим условия конденсации.

Конденсатор представляет собой теплообменный аппарат, обеспечивающий превращение хладагента из парообразного состояния в жидкое за счет снижения его температуры.

Терморегулирующий вентиль обеспечивает дросселирование жидкого хладагента перед поступлением его в испаритель.

Испаритель представляет собой теплообменный аппарат, в котором осуществляется процесс кипения хладагента при низких температурах.

С целью повышения коэффициента полезного действия и эксплуатационной надежности холодильная установка дополнительно комплектуется фильтром-осушителем, теплообменником и приборами автоматического регулирования.

Принцип работы компрессорной холодильной машины основан на постоянном попеременном испарении и конденсации хладагента**.** Это позволяет эффективно отводить тепло из охлаждаемого пространства.

В испарителе хладагент поглощает тепло из охлаждаемого пространства и превращается в пар низкого давления. Испарившийся хладагент всасывается в компрессор, который повышает его давление и температуру. Газообразный хладагент под высоким давлением и с высокой температурой направляется в конденсатор, где отдаёт тепло, поглощённое на этапе испарения, и конденсируется в жидкость под высоким давлением. Жидкий хладагент под высоким давлением проходит через расширительный клапан, где его давление быстро снижается. Это приводит к расширению и частичному испарению хладагента, в результате чего образуется смесь жидкости и пара низкого давления. Смесь жидкости и пара под низким давлением поступает в испаритель, и цикл повторяется [3].

Абсорбционные холодильные машины.

Абсорбционные холодильные машины отличаются от компрессионных тем, что в них отвод теплоты от охлаждаемого объекта к окружающей среде осуществляется путем затраты внешней энергии в виде теплоты, а не работы.

В абсорбционных холодильных машинах циркулирует рабочее тело, представляющее собой бинарный раствор веществ, имеющих различные нормальные температуры кипения.

Низкокипящее вещество выполняет роль холодильного агента, а высококипящее – абсорбента (поглотителя). Бинарные растворы, используемые наиболее широко, – это аммиак – вода и вода – бромид лития. Причем аммиак в первом растворе и вода во втором являются холодильными агентами. Водоаммиачные машины используют для получения относительно низких температур (до -70 °С), а бромисто-литиевые – для более высоких. Теплоиспользующие абсорбционные холодильные машины перспективны с точки зрения экономии топливно-энергетических ресурсов, поскольку позволяют использовать вторичные ресурсы (отходящие газы, отработанный пар, горячую воду), теплоту ТЭЦ в неотопительный период. С точки зрения экологии также есть положительные моменты: эти машины позволяют избежать применения в качестве хладагентов хлорфторуглеводородов, отрицательно воздействующих на озоновый слой атмосферы, а также выбросов машинного масла в окружающую среду.

Однако абсорбционные холодильные машины работают при температуре греющего источника 70 - 180 °С (чаще 155-180 °С), поэтому диапазон температур до 70 °С не реализуется и соответственно теплота часто просто сбрасывается в атмосферу. В этом диапазоне могут работать сорбционные холодильные машины, к которым подводится теплота низкого уровня температур, а запасы тепловой энергии в указанном температурном диапазоне огромны.

Основные части абсорбционных холодильных машин: абсорбер (поглотитель), испаритель, конденсатор, десорбер. Эти компоненты участвуют в цикле охлаждения, основанном на циркуляции хладагента и абсорбента.

Недостатки: большой вес по сравнению с другими охладителями; необходимость использовать открытые охладители, что увеличивает водопотребление системы; относительно низкая энергетическая эффективность по сравнению с компрессионными системами.

Ряд преимуществ: минимальное потребление электроэнергии по сравнению с традиционными компрессионными системами. Электричество расходуется только на работу насосов и автоматики; низкий уровень шума благодаря отсутствию компрессора и движущихся частей; экологичность — использование безопасных хладагентов (например, воды); утилизация тепловой энергии от производственных процессов, дымовых газов или сбрасываемой горячей воды [2].

Пароэжекторные холодильные машины.

Так ещё называют струйные (эжекторные) холодильные машины.

Пароэжекторные холодильные машины относятся к группе теплоиспользующих. В них осуществляются одновременно два цикла: прямой (силовой), в котором теплота превращается в механическую работу, и обратный (холодильный), в котором эта механическая работа используется для получения холода. В качестве рабочих тел в пароэжекторных холодильных машинах могут быть использованы вода, аммиак и хладоны. Однако практически применяют чаще всего пароводяные эжекторные холодильные машины, в которых рабочим телом и одновременно хладоносителем служит вода. Пароводяные эжекторные холодильные машины работают при температуре кипения выше 0°С. В них охлаждают воду для установок кондиционирования воздуха и производственно-технологических нужд. Холодильный цикл протекает при давлении ниже атмосферного, температура кипения рабочей воды обычно 2-15 °С, что соответствует остаточному давлению в испарителе 700-1700 Па. Машины обычно выполняют в виде агрегатов, включающих теплообменные аппараты, эжекторы и внутри машинный трубопровод с запорной, регулирующей и защитной арматурами.

Процесс работы: пар поступает в сопло парового эжектора, где расширяется. Это создаёт пониженное давление в эжекторе и, как следствие, в испарителе. Под действием разрежения в камеру смешения эжектора подсасывается менее горячий пар из испарителя. В диффузоре эжектора скорость полученной смеси уменьшается, а давление и температура растут. Затем паровая смесь поступает в конденсатор, где превращается в жидкость. Одна часть конденсата перекачивается насосом в котельный агрегат, а другая, используемая как хладагент, проходит через регулятор потока, в результате чего её давление и температура падают. В испарителе этот пар отбирает тепло у охлаждаемых предметов, а затем вновь поступает в паровой эжектор.

Преимущества машин: экологичность (воды – как рабочее вещество); компактные размеры; простота конструкции.

Недостатки: высокие потери КПД в эжекторе – что снижает эффективность машины; сложность регулировки производительности – машина эффективна только при работе в максимальном режиме, при изменении режима производительность регулируется с трудом [2].

Термоэлектрические холодильные машины.

В термоэлектрических холодильных машинах (ТЭХМ) используется эффект Пельтье (открыт Жаном Пельтье в 1834г.): при пропускании электрического тока через цепь, состоящую из разнородных проводников, один из спаев охлаждается, а другой нагревается. Это явление получило широкое практическое применение с появлением полупроводников, у которых термо-э.д.с. во много раз больше, чем у чистых металлов. Основной частью термоэлектрического холодильника является термоэлемент 1, состоящий из последовательно соединенных полупроводников, один из которых обладает электронной проводимостью (например, теллуристый свинец PbTe), а другой имеет дырочную проводимость (например, теллуристая сурьма Sb_2Te_3) [1]. Термоэлектрические явления обусловлены наличием связи между тепловыми и электрическими процессами. Если к термопаре подвести постоянный ток, один из спаев будет нагреваться, другой охлаждаться. При перемене направления тока изменится и нагрев спаев – нагретый будет охлаждаться, а холодный нагреваться. Эффект Пельтье обусловлен особенностями прохождения потока электронов через поверхность спая разнородных металлов. Эффект термоэлектрического охлаждения долгое время не находил практического применения из-за отсутствия эффективных материалов для термоэлементов. Однако благодаря разработкам российских ученых во главе с А.Ф. Иоффе, когда стали известны свойства полупроводников, появилась возможность практического использования термоэлектрического охлаждения.

В последние годы эффект Пельтье применен в домашних электрохолодильниках и комнатных кондиционерах стермопарами из различных полупроводников.

Термобатарея, состоящая из отдельных последовательно спаянных между собой полупроводниковых термоэлементов, размещается в толщине одной из стенок холодильной камеры таким образом, чтобы холодные спаи были обращены в холодильную камеру, а горячие – в окружающую среду. К конечным элементам термобатареи подключается источник постоянного тока. При этом в зависимости от назначения холодильника в качестве источника постоянного тока может служить электрический аккумулятор (батарея) или генератор постоянного тока. В стационарных условиях эксплуатации постоянный ток питания термобатареи получается обычно с использованием выпрямителя, подключаемого к сети переменного тока [2]. К достоинствам ТЭХМ следует отнести: бесшумность работы, отсутствие движущихся частей, надежность, долговечность и возможность получения низких температур. Эти аппараты могут применяться в системах кондиционирования воздуха, где возможно использование холодного воздуха и теплой воды.

Недостаток термоэлектрических холодильников – невысокая экономичность [1].

Заключение. Обзор холодильных машин демонстрирует разнообразие технологий, каждая из которых имеет свои уникальные особенности и области применения. Каждая из этих машин имеет свои преимущества и недостатки, что позволяет выбрать оптимальное решение в зависимости от конкретных потребностей и условий эксплуатации. В условиях растущих требований к энергоэффективности и экологичности, развитие холодильных технологий остается важным направлением для будущего.

Литература

1. Колпаков, Б. А. Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха : учебное пособие / Б. А. Колпаков, А. М. Пичурин, А. С. Дмитриев. – Новосибирск : СГУВТ, 2021. – ISBN 978-5-8119-0884-4 // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/293393 (дата обращения: 24.05.2025). – Режим доступа: для авторизованных пользователей. – С. 13-14.

2. Тепло- и хладотехника : учебное пособие / С. В. Бутова, В. В. Воронцов, М. Н. Шахова [и др.]. – Воронеж : ВГАУ, 2016. – 247 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/178913 (дата обращения: 24.05.2025). – Режим доступа: для авторизованных пользователей – С. 97-125.

3. Устройство, эксплуатация и обслуживание холодильного оборудования : учебное пособие / Д. И. Грицай, И. В. Капустин, В. И. Марченко, Е. В. Кулаев. — Ставрополь : СтГАУ, 2019. – 52 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/169704 (дата обращения: 20.05.2025). – Режим доступа: для авторизованных пользователей. – С. 4-6.

4. Холодильные машины // StudFiles : официальный сайт. – URL: https://studfile.net/preview/9880832/page:10/ (дата обращения: 20.05.2025).

5. Эксплуатация оборудования животноводческих и птицеводческих предприятий : учебник для СПО / И. В. Атанов, И. В. Капустин, Д. И. Грицай [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – ISBN 978-5-507-52254-5 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/482825 (дата обращения: 22.05.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 195.

6.Likhanov, V. A. Investigation of the portion size of rapeseed oil for ethanol ignition in a diesel engine / V. A. Likhanov, A. N. Kozlov, M. I. Araslanov. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062053 // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62053. – EDN FAASYL.

УДК 517.2

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, ПОНЯТИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ПРОИЗВОДНОЙ

Платунов Д. Д. – студент 1 курса института инженерии и агробиотехнологии.
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается история возникновения производной, её понятие и применение в современном мире.

Ключевые слова: производная, функция, математика, дифференцируемость, аргумент

В современной науке и технике важную роль играют методы математического анализа, позволяющие исследовать процессы изменения различных величин. Одним из ключевых понятий данного раздела математики является производная функции, которая широко применяется в физике, механике, экономике и других областях знаний [1-5].

Актуальность данной темы обусловлена тем, что производная позволяет описывать скорость изменения величин и исследовать поведение функций, что делает её незаменимым инструментом в решении практических задач [2]. Целью данной работы является изучение понятия производной, её истории возникновения и основных областей применения.

История возникновения производной началась в XVII веке в связи с необходимостью решения задач математики, физики и механики. Впервые английский физик Исаак Ньютон решил задачу вычисления скорости прямолинейного неравномерного движения. Он называл функцию – флюентой (от латинского fluere – течь), а флюксией – производную. Так, он доказал, что путь и скорость связаны между собой формулой: $v(t) = s'(t)$. Термин «производная функции» впервые употребил русский математик Василий Иванович Висковатов.

Производной функции $y = f(x)$ в точке x называется предел отношения приращения функции к приращению аргумента, когда приращение аргумента стремится к нулю:

$$y' = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

Нахождение производной функции $y = f(x)$ называется дифференцированием этой функции.

Готфрид Вильгельм Лейбниц независимо от других ученых также открыл производную, но с другой стороны. Его интересовала геометрия. Лейбниц сформулировал метод решения задачи о нахождении углового коэффициента касательной в точке М к плоской кривой. Данный метод заключается в нахождении производной функции по независимой переменной при заданном её значении (или в заданной точке). Также он предложил удобную запись dy/dx обозначения производной.

$$y'(x_0) = k_{\text{кас}} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Геометрическая иллюстрация смысла производной представлена на рисунке 1

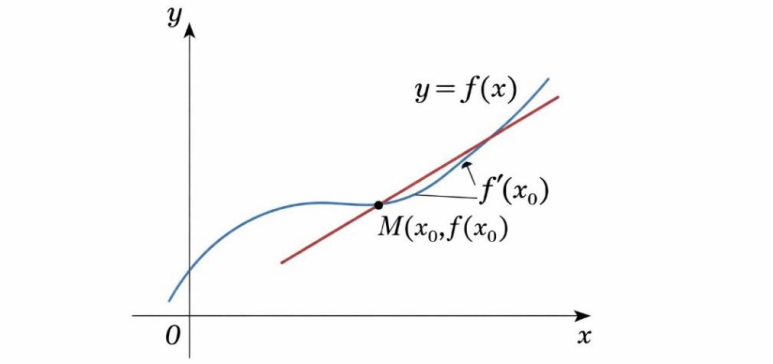


Рисунок 1 – Геометрический смысл производной

Производная функции позволяет исследовать процессы изменения величин и решать практические задачи в различных областях науки и техники.

В физике производная используется для описания движения [4, 5]. Так, производная координаты по времени определяет скорость тела (1), а производная скорости – ускорение (2). Это позволяет анализировать как равномерное, так и неравномерное движение.

$$x'(t) = v(t). \quad (1)$$

$$v'(t) = a(t). \quad (1)$$

В математике производная применяется для исследования функций: с её помощью находят точки максимума и минимума, промежутки возрастания и убывания функции, а также строят графики. Также с помощью производной можно найти уравнение касательной:

$$y = f(x_0) + f'(x_0)(x - x_0).$$

В экономике производная используется для анализа прибыли, затрат и спроса. Например, с её помощью можно определить предельную прибыль и найти оптимальные условия производства [3]. В технике производная применяется при проектировании различных систем и механизмов, а также при анализе процессов изменения параметров во времени. Таким образом, производная является универсальным инструментом, позволяющим описывать и исследовать процессы изменения в различных областях деятельности человека [1].

Литература

1. Гукасова, Е. В. Значение математических знаний и уровень владения математическим языком обучающихся 1 курса Вятского ГАТУ / Е. В. Гукасова, О. А. Казакова // Цифровая экономика и управление знаниями: проблемы и перспективы развития : сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции, Киров, 14 июня 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 102-105.

2. Здоровенко, М. Ю. О решении дифференциального уравнения / М. Ю. Здоровенко, Е. В. Гукасова // Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона. – 2000. – № 2. – С. 34-39.

3. Казакова, О. А. Из опыта работы по преподаванию математики в вузе / О. А. Казакова, Т. В. Малых, Е. В. Гукасова // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования : сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции, Киров, 22 ноября 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 504-507.

4. Разработка программы для ЭВМ по построению траектории движения частицы в ПСК / В. Е. Саитов, В. Г. Фарафонов, Е. В. Гукасова, А. В. Саитов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года.– Киров : Вятская ГАТУ, 2021. – Вып. 21. – С. 112-117.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021611265 Российская Федерация. Траектория движения частицы в ПСК : № 2021610377 : заявл. 15.01.2021 : опубл. 25.01.2021 / В. Е. Саитов, В. Г. Фарафонов, Е. В. Гукасова, А. В. Саитов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятская государственная сельскохозяйственная академия». – EDN CLFONT.

УДК 531.07

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТИ ПРОЙДЕННОГО КОРАБЛЕМ С УЧЕТОМ ПЕРЕМЕННЫХ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЮ

Платунов Д. Д. - студент 1 курса института инженерии и агробиотехнологии.
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия.

Аннотация. В статье рассмотрено определение пути пройденного кораблем с учетом переменных сил сопротивлению движению.

Ключевые слова: корабль, сила сопротивления, уравнение движения, скорость, путь, динамика, гидродинамика, интегрирование

При прямолинейном движении корабля возникает сила сопротивления, пропорциональная квадрату его скорости. Рассчитаем путь пройденный кораблем после остановки двигателей за время, в течение которого скорость корабля уменьшится в два раза.

Обозначим через m массу корабля и через v_0 его скорость в момент остановки двигателей. На корабль действуют три силы: сила тяжести, архимедова сила G и сила сопрпотивления F, причем $F = \alpha v^2$, где α – постоянный коэффициент жидкостного сопротивления. Первые две силы вертикальны, а сила сопротивления горизонтальна и направлена в сторону, противоположную скорости корабля.

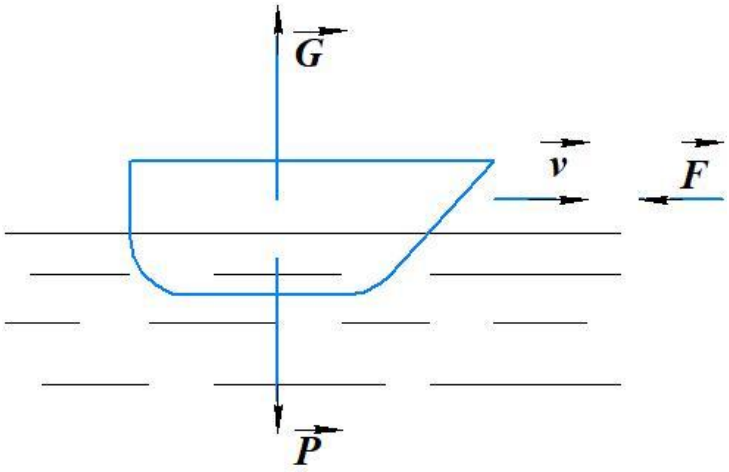


Рисунок 1 – Схема расстановочных сил, действующих на корабль

Напишем основное уравнение динамики для рассматриваемого примера (рисунок 1):

$$m\bar{a} = \bar{P} + \bar{G} + \bar{F} \quad (1)$$

В проекции на горизонтальную ось x получим:

$$m\frac{dv_x}{dt} = -\alpha v_x^2. \quad (2)$$

Перепишем это уравнение в виде:

$$m\frac{dv_x}{v_x^2} = -\alpha dt.$$

После интегрирования получим:

$$-\frac{m}{v_x} = -\alpha t + C_1. \quad (3)$$

Условимся отсчитывать время с момента остановки двигателей корабля. Тогда при $t = 0$ $v_x = v_0$ и, следовательно, $C_1 = -m/v_0$.

Выражение (3) теперь может быть записано в виде:

$$v_x = \frac{mv_0}{m+\alpha v_0 t}. \quad (4)$$

Так как $v_x = dx/dt$, то

$$\frac{dx}{dt} = \frac{mv_0}{m+\alpha v_0 t}$$

и, следовательно,

$$x = \frac{m}{\alpha}\ln(m+\alpha v_0 t) + C_2. \quad (5)$$

Постоянную C_2 найдем из условия: $x = 0$ при $t = 0$, т.е. $0 = (m/\alpha)\ln m + C_2$. Отсюда $C_2 = -(m/\alpha)\ln m$, и равенство (5) принимает вид:

$$x = \frac{m}{\alpha}\ln\frac{m+\alpha v_0 t}{m}. \quad (6)$$

Подставив сюда соотношение:

$$\frac{m+\alpha v_0 t}{m} = \frac{v_0}{v_x},$$

получаемое из формулы (4) окончательное имеем:

$$x = \frac{m}{\alpha}\ln\frac{v_0}{v_x}. \quad (7)$$

Полагая $v_x = v_0/2$, найдем путь, который пройдет корабль за время, в течение которого его скорость уменьшится двое:

$$S = \frac{m}{\alpha}\ln 2. \quad (8)$$

Литература

1. Патент на полезную модель № 20941 U1 Российская Федерация, МПК F04D 17/04. Прямоточный диаметральный вентилятор : № 2001109905/20 : заявл. 11.04.2001 : опубл. 10.12.2001 / Н. П. Сычугов, В. Е. Саитов, С. М. Куклин ; заявитель Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN PVCQQU.

2. Патент на полезную модель № 18955 U1 Российская Федерация, МПК B07B 4/02, A01F 12/44. Зерноочистительная машина : № 2001101790/20 : заявл. 23.01.2001 : опубл. 10.08.2001 / В. Е. Саитов, С. М. Куклин ; заявитель Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN TLHMIS.

3. Авторское свидетельство № 1165456 A1 СССР, МПК B02B 1/02, B07B 4/00. Замкнутая пневмосистема зерноочистительной машины : № 3452750 : заявл. 14.06.1982 : опубл. 07.07.1985 / В. Д. Олейников, Н. И. Грабельковский, А. А. Гехтман [и др.] ; заявитель Головное специализированное конструкторское бюро по комплексу машин для послеуборочной обработки зерна в хозяйствах, Кировский сельскохозяйственный институт. – EDN MCWVJW.

4. Регулирование скорости воздуха в пневмосепарирующем канале машины МПО-50 / С. М. Куклин, Н. П. Сыгугов, А. И. Бурков, Н. И. Одинцов // Методы и средства повышения эффективности процесов с.-х. машин : сборник научных трудов. – Ленинград : ЛСХИ, 1983. – С. 48-50.

5. Козлов, А. Н. Проблемы применения рапсового масла в качестве топлива для дизелей / А. Н. Козлов, Н. С. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей

внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С. 43-49. – EDN WNBNNH.
6. . Козлов, А. Н. Сажеобразование в камере сгорания дизеля / А. Н. Козлов, М. И. Арасланов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С. 175-182. – EDN WNIRTF.
7. Скрябин, М. Л. Исследование структур оксидных пленок на поршневых алюминиевых сплавах после микродугового оксидирования / М. Л. Скрябин // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2018. – № 12. – С. 572-576.
8. Скрябин, М. Л. Изменение показателей процесса сгорания и показателей сажесодержания в зависимости от изменения частоты вращения дизеля 2ч 10,5/12,0 / М. Л. Скрябин, А. С. Юрлов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2016. – № 18. – С. 292-294. – EDN WYKTLX.
9. Гребнев, А. В. Влияние применения природного газа на процесс сгорания дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха / А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин // Общество, наука, инновации (НПК - 2015) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : сборник материалов: Общеуниверситетская секция, БФ, ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ, Киров, 13–24 апреля 2015 года / Вятский государственный университет. – Киров : Вятский государственный университет, 2015. – С. 948-952. – EDN UIGXKR.
10. Гребнев, А. В. Динамическая модель горения капель дизельного топлива в цилиндре газодизеля / А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы I Всероссийской научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" и 54-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской ГСХА, посвященной 55-летию инженерного факультета, Киров, 06–07 февраля 2007 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2007. – Вып. 7. – С. 163-166. – EDN XGQLVH.
11. Фоминых, А. В. Перспективы применения биодизельного топлива / А. В. Фоминых, М. Д. Николаевский, В. Н. Копчиков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы VI Международной научно-практической конференции : сборник научных трудов, Киров, 05 февраля 2013 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2013. – Вып. 11. – С. 212-214. – EDN ZEBDPV.
12. Копчиков, В. Н. Перспективы применения рапсового масла в дизелях с двойной системой топливоподачи / В. Н. Копчиков, А. В. Фоминых // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы VI Международной научно-практической конференции : сборник научных трудов, Киров, 05 февраля 2013. – Киров : Вятская ГСХА, 2013. – Вып. 11. – С. 50-53. – EDN VRKKZV.

УДК 631.861

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА

Поглазов А. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор процесса утилизации свиного навоза, и продолжен миксер с мешалкой.

Ключевые слова: навоз, проект, установка, прессование, утилизация, масса, свинофрема, система содержания

На крупных животноводческих комплексах в сутки накапливается огромное количество навоза (100…500 т), который необходимо удалить, а затем обеспечить соответствующее его хранение, переработку и использование в качестве удобрения, выполнения требование по охране окружающей среды.

В зависимости от системы содержания животных и способа удаления навоза, последний получают густым или жидким [1,2,3,4,5,6].

Жидкий навоз представляет собой смесь твердых и жидких фракций экскрементов животных, технологической и смывной воды и отходов корма. Количество и качество жидкого навоза зависит от возраста, типа кормления, системы содержания, продуктивности животных и технологии накопления навоза.

На свиноводческих фермах и комплексах в настоящее время широкое распространение получил бесподстилочный метод содержания всех половозрастных групп свиней и только в свинарниках для содержания подсосных свиноматок с поросятами в качестве подстилки используется солома.

Технологический процесс уборки и удаления навоза на фермах состоит из следующих основных операций: уборки в стойловых помещениях, транспортирования к местам хранения или переработки, хранения и утилизации навоза.

Выбор технологии удаления и утилизации навоза зависит главным образом от системы содержания животных и физико-механических и реологических свойств навоза.

Бесподстилочное содержание животных позволяет получить естественные отходы с высокой удобрительной ценностью без применения в значительном количестве воды или подстилки.

Солому можно использовать на корм скоту или сразу вносить в почву без дополнительных транспортировок. В тоже время в бесподстилочном навозе всхожесть семян сорных растений сохраняется дольше, сроки жизнедеятельности личинок и яиц больше.

На современных свиноводческих фермах животных, как правило, содержат без подстилки на решетчатых полах. Навоз из помещений убирают гидравлическим способом. Использование механических средств для уборки и транспортировки навоза при большом количестве свинарников значительно усложняется.

При содержании животных на глубокой подстилке помещения очищаются с помощью трактора с бульдозерной лопаткой 1…2 раза в год с одновременной погрузкой навоза в транспортные средства и доставкой его в навозохранилище или на поле. Кроме того, в сочетании со щелевыми полами используются канатно-скреперные транспортеры ТС-1 для транспортирования навоза, как внутри помещений, так и до навозохранилищ. Иногда для удаления навоза внутри помещений применяют скребковые транспортеры кругового движения или штанговые и далее за пределы фермы – скреперные и пневматические установки циклического действия для удаления навоза по трубам.

На крупных животноводческих комплексах при содержании животных на решетчатых полах создаются наиболее благоприятные условия для высокоэффективного и экономичного использования средств и способов гидромеханизации удаления бесподстилочного навоза, представляющих собой самотечные системы периодического и непрерывного действия.

Применение таких систем позволяет сократить затраты труда и средств на удаление навоза из животноводческих помещений.

В настоящее время существует несколько схем удаления и хранения навоза. Их можно классифицировать по конструкции на следующие типы:

– наземные и подвесные рельсовые вагонетки и безрельсовые ручные тележки;

– скребковые транспортеры кругового и возвратно-поступательного действия;

– канатные скреперы;

– устройства, навешиваемые на тракторы и самоходные машины;

– устройства для гидравлического удаления навоза.

Важным элементом в системах гидравлического удаления навоза являются щелевые полы. Щелевые полы почти полностью исключают такие работы как сгребание навоза из стойл или станков. Щелевые полы выполняют из металлических или железобетонных решеток. Они занимают всю площадь помещения или част его. На щелевых полах животные могут свободно стоять, ходить или лежать.

Решетчатые полы широко применяются в свинарниках-откормочниках; в кормонавозном проходе такие полы позволяют создать лучшие условия для работы обслуживающего персонала, сокращают затраты труда на уборку навоза.

На решетчатых полах отпадает необходимость в подстилке (это экономит денежные средства и рабочую силу), животные на таких полах содержаться чистыми и сухими.

Для свиней можно оборудовать решетчатые полы, имеющие щели 20…30 мм и планки 75…100 мм.

При строго горизонтальном расположении решеток жидкие экскременты почти полностью стекают, а приставший к решетке кал (влажность 76…79%) протолкается животными при попадании на него последующих выделений.

Устанавливая решетки, необходимо оставлять перед кормушкой сплошную полосу шириной 300…400 мм. Это предотвращает потери кормов и создает твердую опору для передних конечностей свиней.

Решетчатый пол можно оборудовать на всей площади станка или только у кормушки, оставив на месте логова обычный сплошной пол. В этом случае на каждое животное приходится 0,35 $м^2$ сплошного пола в логове и 0,45 $м^2$ решетчатого пола у кормушки.

Для удаления навоза из-под щелевых полов существует несколько гидравлических систем удаления. Основными из них являются самотечная система периодического действия (шиберная), рециркуляционная, рециркуляционно-лотковая, лотково-смывная и самотечная система непрерывного действия (сплавная). Все они основаны на применении заглубленных каналов, закрытых сверху решетчатым полом.

Самотечная система периодического действия и смывные системы навозоудаления требуют добавления воды, что значительно увеличивает и без того большой выход стоков на крупных свиноводческих комплексах.

Рециркуляционная система удаления навоза применяется на крупных фермах. Смыв навоза в лотках производится осветленной жижей. Для этого на ферме сооружается центральная насосная станция с навозосборником.

Внутри помещений лотки изготавливаются такими же, как и при лотково-отстойной системе, а сверху закрывается решетками или же в помещении устраиваются самотечные навозопроводы (диаметр 300 мм), в которые навоз сталкивается через колодцы.

От насосной станции ко всем продольным лоткам прокладывается напорный трубопровод из асбецементых или чугунных труб диаметром 250…300 мм. При запуске системы в навозосборник заливают 10…12 $м^3$ воды. Насос забирает воду из навозосборника и подает ее по направлению к напорному трубопроводу в продольные лотки, лоток захватывает навоз и транспортирует его по трубопроводу в навозосборник. После запуска из навозосборника забирается жижа и цикл повторяется.

Для удаления жидкого навоза из помещений принимаем рециркуляционную систему. Заглубленные каналы сверху перекрываются щелевым полом из решеток.

Решетки должны обеспечивать надежную опору для ног животного, ширина щели 20…30 мм и планки 75…100 мм. Каналы имеют трапециидальную форму с овальным дном.

Уклон дна канала 0,001…0,1 м. в качестве поперечного канала будем использовать асбестоцементные трубы диаметром 500…600 мм. От насосной станции по всем продольным лоткам прокладывается напорный трубопровод из асбестоцементных труб диаметром 250…300 мм.

Миксер для жидкого навоза предназначен для перемешивания навозной массы в навозосборниках и каналах гидравлических систем навозоудаления помещений животноводческих ферм и комплексов.

Миксеры применяются для перемешивания навоза в приемном резервуаре для достижения однородной консистенции перед подачей на сепаратор. Это позволяет перекачивать навоз без разрыва потока. Без перемешивания твердая фракция навоза оседала бы на дне приемного резервуара, таким образом, насос качал либо жидкую фракцию, либо твердую, а не однородную консистенцию.

Агрегат состоит из следующих основных частей: мешалки, привода и кронштейна.

Целью разработки данного является модернизация мешалки миксера. Модернизация состоит в замене базовой мешалки на мешалку пропеллерного типа с тремя широкими лопастями. Данная мешалка сконструирована таким образом, чтобы производить активное перемешивание и измельчение твердой фракции навоза. Эффективна для гомогенизации жидкого и полужидкого навоза.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Определение годового выхода навоза при проектировании свиноводческих ферм и комплексов / П. Н. Солонщиков, Л. В. Пилип // Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы : коллективная монография. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – Ч. 1. – С. 386-397. – EDN QDOKQG.

2. Solonshickov, P. N. Environmental safety approaches to solving the problem of waste disposal at livestock farms / P. N. Solonshickov, L. V. Pilip. – DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032065 // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk : IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 032065. – EDN RZULEC.

3. Пилип, Л. В. Проблема запахового загрязнения атмосферного воздуха животноводческими объектами / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2023. – № 2 (18). – С. 9-15. – EDN DVFQON.

4. Механизация и технологии в животноводстве / С. М. Ведищев, В. В. Коновалов, А. И. Завражнов [и др.]. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2023. – 365 с. – ISBN 978-5-8265-2618-7. – EDN SEWRWI.

5. Коновалов, В. В. Моделирование молочной продуктивности коров при изменении технологических процессов / В. В. Коновалов, В. П. Терюшков, С. С. Петрова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 27-34. – EDN EWXXCB.

6. Мальцев, В. А. Моделирование региональных социально-экономических систем / В. А. Мальцев, О. С. Данилова, С. Ю. Булатов . – DOI 10.34925/EIP.2021.11.136.136 // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 11 (136). – С. 680-685. – EDN WIVEIA.

7. Шевченко, А. В. Гидродинамические характеристики смесительной установки при работе в режиме насоса / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 213-219. – EDN FSBGNK.

УДК 631.331.

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Подковырина Т. В. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В России лен остается одной из важнейших технических культур, интерес к которой растет как у крупных агрохолдингов, так и у фермерских хозяйств. При грамотной организации производства эта культура стабильно приносит прибыль. Однако успешное выращивание льна требует четкого соблюдения технологии и, главное, своевременного проведения всех полевых работ. На каждом этапе, от предпосевной подготовки до уборки урожая, необходима специализированная техника.

Ключевые слова: лен-долгунец, технология возделывая, сельскохозяйственные машины, способы уборки

Лен-долгунец – важная в промышленном отношении культура. В стеблях растений от 20 до 28% льняного волокна, а в семенах содержится до 37% масла. Из волокон стеблей изготовляют пряжу, которая идет на производство тканей, полотна и др. Соломка содержит 10–15% волокна, пригодного для выработки мешковины, брезента и шпагата [1-6].

Россия занимает второе место в мире по производству льна-долгунца после Франции (которая производит примерно 300–350 тыс. тонн в год). По данным Росстата и ФГБУ «Россельхозцентр», динамика посевных площадей льна-долгунца была следующей:

- 2021 год: посевные площади составили около 39,7 тыс. га;
- 2022 год: произошло снижение на 11,2% до 35,3 тыс. га;
- 2023 год: практически без изменений – 35,2 тыс. га;
- 2024 год: рост на 12% – до 40 тыс. га.

Лен-долгунец – требовательная культура, успешное возделывание которой зависит от комплекса факторов и своевременности выполнения всех технологических операций.

Место в севообороте. Лучшие предшественники для льна в севообороте – озимые и яровые зерновые культуры. Не допускается размещать посевы льна-долгунца после культур, под которые вносились органические удобрения: картофеля, кукурузы, корнеплодов, а также рапса, клевера и по пласту многолетних трав. Возвращать лен на прежнее поле следует через 6-7 лет для исключения льноутомления почвы.

Обработка почвы. После уборки зернового предшественника не позднее семи дней проводят лущение стерни на глубину 5-7 см. Используют:

- дисковые лущильники типа АПД-4, АПД-6, АПД-7,5 и другие;
- чизельно-дисковые культиваторы и агрегаты типа КЧД-6, АКМ-4, АБТ-4, АКМ6, АПМ-6 и другие.

Для зяблевой вспашки используют:

- оборотные плуги для гладкой пахоты – ППО(4+1)-40КЗ, ППО-5-40, ППО-7-40, ППО8-40, ПО-(6+4)-40/45, ПО-(8+4)-40 и другие;
- плуги общего назначения – ПКМ-5-40Р, ПКМ-6-40Р, ППН-8-30/50 и др.

Глубина вспашки – 20-22 см.

Весеннюю культивацию необходимо начинать при наступлении физической спелости почвы. Для проведения весенней культивации используют культиваторы типа КПС-6, КПМ-8, КП-9. Глубина весенней культивации 8-10 см. Для предпосевной обработки почвы используют агрегаты:

- на лёгких супесчаных и легкосуглинистых почвах – типа АКШ-6-02, АКШ-7,2, АКШ-9;
- на легко- и среднесуглинистых – типа АКП-4, АКП-6 с активными рабочими органами.

Удобрения. Дозы внесения минеральных удобрений рассчитывают в зависимости от содержания фосфора и калия в почве, планируемой урожайности, предшественника. Для внесения в почву применяют стандартные и комплексные формы удобрений.

Посев. Перед посевом семена подвергают воздушно-тепловому обогреву. Очищенные и отсортированные семена льна заблаговременно протравливают. Лучшие сроки посева льна – ранние (первая декада мая), но в спелую почву, когда верхний слой ее прогревается до 6-8°С. Для равномерного распределения семян применяют только узкорядный способ посева с междурядьями 7,5 см сеялками СЗЛ-3,6А и СЛН-48А. Кроме семян, эти сеялки могут вносить в рядки гранулированные удобрения. Лен при прорастании выносит семядоли на поверхность почвы и поэтому не переносит глубокой заделки. Обычная для него глубина посева 1,5-2 см, на легких почвах – до 3 см.

Уход за посевами. Боронование при необходимости проводят на среднесуглинистых почвах в случае образования плотной почвенной корки в период прорастания семян. Боронуют в один след перпендикулярно направлению рядков. Используют бороны типа АБ-6, АБ-9 и другие. Внекорневые подкормки льна проводят: первую - в фазы всходы – начало «елочка», но не позднее образования 5-6 листочков; вторую – через 7-10 дней после первой. Для защиты растений от вредителей и болезней предназначены опыливатель ОШУ-50А и опрыскиватели.

Уборка, обмолот и обработка льна имеют несколько различных технологий.

1. Применяется так называемый сноповой способ уборки льна-долгунца, в основе которого лежит полевая сушка снопов льна. Лен теребят, связывают в снопы. После полевой сушки их обмолачивают и получают семена, которые затем очищают до посевных кондиций. Обмолоченные снопы (льносолому) хозяйства либо сдают на государственные льнозаводы для переработки на волокно, либо из льносоломы приготовляют тресту, расстилая ее на лугах. Тресту сдают на льнозаводы для переработки на волокно либо перерабатывают ее на волокно у себя в хозяйстве.

Механизированное теребление льна осуществляется в основном в расстил с последующей ручной вязкой снопов. Для механизации теребления применяют льнотеребилки ТЛН-1,5, ЛТ-4 и частично льнотеребилки ЛТВ-4 с вязальным аппаратом.

Для механизации обмолота сухих снопов применяют льномолотилки простые МЛП-3,5, а также сложные – МЛС-2,5, МЛ-2,8 и МЛ-2.8П. Наиболее распространен очес снопов, особенно во влажную погоду, на простых льномолотилках с последующей переработкой вороха на зерновых комбайнах.

2. Применяется комбайновая уборка льна. Льнокомбайн одновременно теребит лен, очесывает семенные коробочки, собирает ворох и расстилает очесанную солому на льнище для вылежки (получение тресты) или связывает ее в снопы. Для механизации этих процессов применяют льноуборочный комбайн ЛК-4М (для работы с расстилом льносоломы в ленту на поле). Для уборки льна как в расстил, так и с вязкой в снопы очесанной льносоломы рекомендован льнокомбайн ЛКВ-4Т.

3. В районах с невысоким увлажнением применяется раздельная уборка, в основе которой лежит полевая сушка ленты вытребленного и неочесанного льна. При раздельной уборке теребление льна проводится льнотеребилкой навесной ТЛН-1,5 в расстил. Разостланную в поле ленту льна после ее сушки подбирает и одновременно обмолачивает и связывает в снопы солому льноподборщик- молотилка ЛМН-1. Полученный перетертый ворох отвеивается на веялке для получения семян. Льноподборщик- молотилку можно также использовать для расстила соломы одновременно с подбором и обмолотом [8-15].

Семена льна очищаются на зерноочистительной машине ОС-4,5А, оборудованной льняным триером и соответствующим набором решет, а также на импортной (ГДР) машине «Петкус-супер» К-212. На льносемстанциях работают семеочистительные агрегаты ЛОС-0,8. Для дополнительной очистки семян можно использовать семяочистительную горку ОСГ-0,2.

Таким образом, применяемые технологии возделывания, уборки и обработки льна-долгунца позволяют поставлять промышленности волокнистую продукцию соломкой,

трестой и волокном. Обзор технических средств для возделывания и уборки льна-долгунца выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [16-25].

Литература

1. Гуревич, Л. А. Тракторы и сельскохозяйственные машины / Л. А. Гуревич, В. А. Лиханов, Н. П. Сычугов. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 336 с. – (Учебники и учебные пособия для подготовки сельскохозяйственных кадров массовых профессий).
2. Механизация льноводства. Система машин для комплексной механизации возделывания, уборки и обработки льна-долгунца. – URL: https://www.booksite.ru/fulltext/flax/lno/vod/stv/o2/46.htm (дата обращения 01.03.2026).
3. Основные отличительные особенности льна-долгунца от льна масличного. – URL: https://apkrb.info/press-service/news-districts/osnovnye-otlichitelnye-osobennosti-lna-dolgunca-ot-lna-maslichnogo (дата обращения 01.03.2026).
4. Отраслевой регламент. Возделывание и уборка льна-долгунца. – URL: https://mshp.gov.by/uploads/Files/arekomendacii/land-reclamation/len_dl2018.pdf (дата обращения 01.03.2026).
5. Русский лен: тренды, лидеры и региональная динамика 2021-2025. – URL: https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/russkij-len-trendy-lidery-i-regional-naja-dinamika-2021-2025 (дата обращения 01.03.2026).
6. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / Т. Я. Ашихмина, М. А. Зайцев, Г. Я. Кантор [и др.]. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. – ISBN: 5-85271-032-6.
7. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
8. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.
9. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмина // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
10. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8. – EDN RKNYUF.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
12. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.]. // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
13. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2005. – № 6. – С. 15-16.
14. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин / Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1996. – № 3. – С. 34-35.
15. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев,

Ф. Ф. Яруллин, А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ). – EDN NRYHKZ.
16. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1Х Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
18. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : Труды 2-й Международной научно-практической конференции, Москва, 03–05 октября 2000 года. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34. – EDN UMGZOH.
19. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10. – EDN RBDUBH.
20. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.]. – DOI 10.30766/2072-9081.2013.33.2.04-07 // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7. – EDN PWLAUL.
21. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
22. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
23. Наймушин, Д. А. Актуальные направления развития агропромышленного комплекса и использование индукционных нагревателей в скотоводстве / Д. А. Наймушин // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 62-66.
24. Наймушин, Д. А. Конструкция перспективных типов подшипников / Д. А. Наймушин, Р. А. Лебедев // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 148-149.
25. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ. – 2023. – С. 476-479.

УДК 628.8

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Поздеев Н. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается вопрос создания микроклимата в животноводческих помещениях, а именно обзор систем вентиляции.
Ключевые слова: микроклимат, вентиляция, система, продуктивность, животные, схема, направление, температура, влажность

Продуктивность сельскохозяйственных животных во многом зависит от микроклимата помещений, где они содержатся.

Микроклимат животноводческих помещений – это совокупность физических и химических параметров воздушной среды, сформировавшаяся в них. Важнейшие параметры микроклимата – температура и относительная влажность воздуха, скорость его движения, химический состав, наличие взвешенных пылевых частиц и микроорганизмов. При оценке химического состава определяют содержание вредных газов: углекислого газа, аммиака, сероводорода. На формирование микроклимата влияют освещенность, ионизация воздуха, уровень шума, температура внутренних поверхностей, ограждающих конструкции и др.

Все параметры микроклимата в животноводческие и птицеводческие помещения должны строго поддерживаться в пределах норм, установленных зоотехническими и санитарно-гигиеническими требованиями [1,2,3,4,5,6].

При неудовлетворительном микроклимате снижается экономическая эффективность ведения отрасли: уменьшаются молочная продуктивность коров на 10…15%, прирост поросят на 20…30%, яйценоскость кур на 30…35%; увеличиваются отход молодняка на 5…40%, яловость коров, расход кормов, быстро развиваются болезнетворные микробы и распространяется инфекция; сокращается срок службы оборудования, машин, производственных помещений и зданий.

Вентиляция животноводческих помещений с подогревом воздуха должна обеспечивать следующие параметры среды в них (табл.1).

Таблица 1 – Параметры среды в животноводческих и птицеводческих помещениях

Параметры среды	Допустимые значения для:				
	коров	телят	свиней	овец	птицы
Температура воздуха, ^{0}C	8…10	10…12	16…20	3…5	16…18
Скорость движения воздуха, м/с	0,5	0,3…0,5	0,2…0,6	0,5	0,3
Относительная влажность, %	75…85	75	75	75	60…70
Освещённость, лк	75/30	100/50	50/20	30	75/30
Содержание: CO_2, %	0,25	0,15	0,2	-	0,25
NH_3, мг/л	0,020	0,010	0,020	-	0,010
H_2S, мг/л	0,010	0,005	0,010	-	0,005

Эти параметры воздушной среды должны быть обеспечены в зоне размещения животных: в коровниках на высоте до 1,5 м от уровня пола, в свинарниках до 1 м, в птичниках при напольном содержании до 0,8 м, при клеточном содержании на полную высоту клеточных батарей.

Избыточное содержание токсичных газов оказывает отрицательное влияние на состояние животных. Так, наличие 1,2928 г/м^3 углекислого газа вызывает угнетенное состояние, потерю аппетита. При больших концентрациях - отравление. Концентрируется углекислый газ вблизи пола, в конденсате выше - на стенах и потолке.

При концентрации аммиака 0,7714 г/м^3 он становится гигроскопичен, скапливается в зоне дыхания животных и вызывает ожог слизистых оболочек.

При наличии сероводорода в концентрации 1,5372 г/м^3 он становится опасен для кровеносной и нервной системы, вызывает паралич дыхательных путей. Скапливается в нижней зоне.

Особые требования предъявляются к микроклимату свинарников-маточников, где необходим локальный микроклимат для поросят. В первые два дня жизни температура 32^{0}С, затем 30 ^{0}С, далее - 28 ^{0}С. Для этой цели используются обогреватели ИКУФ - 2М, резиновые коврики, обогреваемые полы.

Отклонение параметров микроклимата от установленных пределов приводит к снижению удоев на 10...20 %, уменьшению прироста живой массы на 20...30 %, увеличению падежа молодняка на 5...40 %, снижению яйценоскости кур на 30...35 %, к перерасходу кормов, снижению устойчивости животных к различным заболеваниям, сокращению срока службы зданий и оборудования.

Как низкие, так и высокие температуры в помещении вызывают перерасход кормов, так как при низких температурах их энергия расходуется на обогрев животного, а при высоких они не усваиваются.

Повышенная скорость движения воздуха может вызвать простудные заболевания даже при высоких температурах.

Повышенная влажность воздуха, особенно в сочетании с низкой температурой, ведет к переохлаждению животных, понижает термосопротивление ограждающих конструкций, вызывает коррозию технологического оборудования, ухудшает самочувствие людей и животных.

Нормативные параметры поддерживаются путем применения систем вентиляции, отопления, освещения и ионизации воздуха.

Системы вентиляции поддерживают относительную влажность воздуха, его газовый состав и температуру. Их применяют при температуре наружного воздуха от минус 15 ^{0}С и ниже.

Общие требования к системам вентиляции сводятся к следующему: воздух должен удаляться из зон наибольшего его загрязнения; система вентиляции должна обеспечивать в помещениях однородность температурно-влажностных и газовых полей за счет равномерного смешивания приточного и внутреннего воздуха; система вентиляции должна обеспечить равенство объемов удаления воздуха из всех зон помещения, независимо от места их расположения, то есть не допускать образования «застойных» зон.

По конструкции и принципу действия системы вентиляции подразделяют на естественную, принудительную и смешанную.

При естественной вентиляции воздухообмен происходит вследствие разности плотностей наружного (холодного) и внутреннего (теплого) воздуха, а также под влиянием ветра. При этом холодный воздух поступает через фрамуги, форточки, щели как в верхней части стен, так и через неплотности в нижней зоне, а удаляется - через специальные утепленные шахты с регулируемым сечением, установленные в потолочных перекрытиях.

Вытяжные шахты в потолке не обеспечивают эффективного отвода загрязненного воздуха из зоны жизнедеятельности животных. В связи с этим нижнюю часть воздухозаборных шахт рекомендуется опускать (особенно для телятников) на высоту 0,2...0,3 м от уровня пола.

Система не эффективна в переходные периоды года, при перепадах температур внутри и вне помещения менее 5...10 ^{0}С, так как даже при больших перепадах температур она может обеспечить не более, чем трехкратный воздухообмен.

В таких системах поток воздуха направлен, как правило, снизу вверх. Применяются такие системы в коровниках на 100...200 голов.

В целом они не отвечают основным требованиям к системе вентиляции потому, что систему вентиляции необходимо строить с учетом характера естественных параметров

воздушной среды помещения. Температура воздуха в помещении нарастает с увеличением высоты. Максимальное влагосодержание и минимальная температура воздуха наблюдаются в нижней зоне. В гигиеническом отношении наиболее чистой и теплой зоной является верхняя, откуда удаляется воздух, нижняя зона вентилируется слабо [1,2,3,4,5,6]..

Системы вентиляции принудительного типа функционируют устойчиво, независимо от внешних условий. Они распространены в свиноводстве и птицеводстве, но находят применение и на фермах крупного рогатого скота при большой концентрации животных на ограниченных площадях (например, крупные молочные и откормочные комплексы).

Конструктивно такие системы включают приточную линию для подачи в помещение свежего воздуха и вытяжную для его удаления.

Приточная линия включает центробежный вентилятор, устройства для регулирования его подачи (жалюзи, заслонки), устройства для подогрева холодного воздуха, трубопроводы с распределительными окнами. Возможны и системы с рассредоточенным вводом свежего воздуха, но применяются они редко из-за усложнения системы подогрева воздуха.

Вытяжная линия в принудительных системах вентиляции состоит из осевых вентиляторов, обеспечивающих рассредоточенный выброс загрязненного воздуха. При применении таких систем вентилятор и калорифер приточной линии располагают в вентиляционных камерах в торцевых частях помещения, распределительный трубопровод подвешивают вдоль помещения - в одну или несколько линий, а вытяжные вентиляторы монтируют в оконных проемах, фрамугах или проемах крыши.

Приточные каналы (шахты) располагают в верхней или средней части помещения. Каналы оборудуют дефлекторами или насадками, отклоняющими потоки наружного воздуха от животных.

Вытяжные каналы располагают в нижней части помещения, в зоне расположения животных. Воздухозаборные тумбы вытяжных каналов или отверстия в стенах нельзя располагать против приточных каналов. Расстояние между ними должно быть не менее 2,5 м.

Для подогрева свежего воздуха приточные линии систем вентиляции должны содержать средства обогрева - калориферы, теплогенераторы.

Система вентиляции должна содержать устройства для регулирования подачи и изменения режима работы применительно к различным условиям.

Принудительные системы вентиляции являются наиболее совершенными с точки зрения стабильного поддержания заданных параметров микроклимата. Независимо от внешних условий допускают возможность автоматизации работы как приточной, так и вытяжной линии.

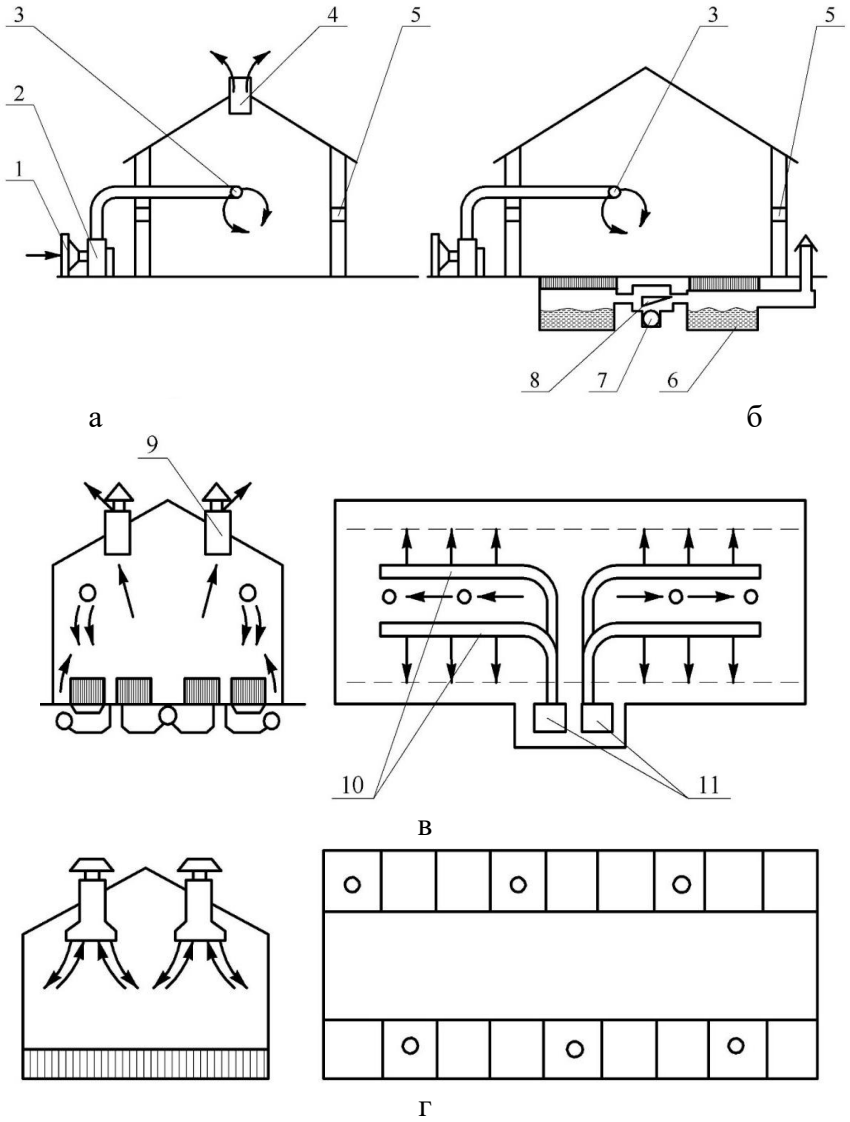
Смешанные системы вентиляции чаще применяют в типовых коровниках, где приток воздуха принудительный (с подогревом при температуре ниже минус 15 ^{0}C), а удаление загрязненного воздуха обеспечивается через шахты в потолочных перекрытиях за счет вытеснения его потоком свежего воздуха. При этом в свинарниках и коровниках с гидравлическим удалением навоза вытяжные шахты располагают над навозными каналами.

В зависимости от направления подачи потока воздуха в помещениях различают четыре основные схемы воздухообмена: «сверху вниз», «сверху вверх», «снизу вверх», «снизу вниз». Более рациональной принято считать подачу воздуха сверху вниз.

Для телятников свежий воздух рекомендуется подавать сверху, а удалять загрязненный воздух из нижней зоны либо через окна в продольных стенах, либо через деревянные шахты с забором воздуха на высоте 0,2...0,6 м от пола. При повышении содержания вредных газов и в теплое время воздух должен отсасываться через дополнительные окна в стенках шахты на высоте 0,6...0,8 м от пола, шахты целесообразно снабжать осевыми вентиляторами.

В зависимости от конструктивного исполнения системы вентиляции могут работать как с избыточным давлением внутри помещения (подача превышает отсос), так и с разряжением в нем (отсос превышает приток).

Наиболее часто встречающиеся схемы вентиляции помещений представлены на рисунке 1.



а – коровники привязного и беспривязного содержания животных; б – помещение с хранением навоза под щелевым полом; в – комплексы для откорма 24 тыс. свиней в год; г – комплексы для откорма 108 тыс. свиней в год; 1 – калорифер; 2 – нагнетающий вентилятор; 3 – воздухопровод; 4 – вытяжная шахта; 5 – окно; 6 – навозный канал; 7 – вытяжной вентилятор; 8 – воздухопровод системы вытяжки; 9 – вытяжная шахта с вентилятором; 10 – вытяжные каналы; 11 – вентиляционно-отопительная установка

Рисунок 1 – Схемы системы обеспечения заданного микроклимата в животноводческих помещениях

Система с избыточным давлением, когда подача превышает отсос в 1,15...1,2 раза, препятствует проникновению в помещение наружного воздуха через неплотности, защищает животных от сквозняков.

При этом в помещении конденсируется влага, снижающая термосопротивление ограждающих конструкций, ухудшаются условия труда и содержания животных, а также и эксплуатации оборудования.

Эту схему целесообразно применять в помещениях, где используются мобильные кормораздатчики, и в зданиях, где много щелей и неплотностей в зоне расположения животных.

Система вакуумного типа рекомендуется для зданий с круглогодовым безвыгульным содержанием животных и птицы со стационарной системой кормораздачи, при отсутствии щелей и неплотностей в нижней зоне помещения и редким открыванием ворот (свинарники, птичники). Такая система позволяет избежать повышенной влажности воздуха в помещении, препятствует проникновению влаги в поры ограждающих конструкций, что увеличивает их термосопротивление, а также позволяет частично утилизировать теплоту при проникновении наружного воздуха в помещение через поры ограждений. При такой системе вентиляции в помещениях тепло и сухо, что увеличивает срок службы зданий и оборудования.

Схемы с крышными вентиляторами малоэффективны по следующим причинам. В системах с избыточным давлением в нижней зоне помещения скорость воздуха мала (0,05 м/с), а повышение давления воздуха в них бесполезно, так как около 80 % притока воздуха отражается от нижележащих слоев, уходит вверх и выбрасывается наружу. Установка вентиляторов на большой высоте повышает трудоемкость и стоимость их обслуживания.

При настенной установке вентиляторов упрощается их обслуживание. Возможно реверсирование вентиляторов для охлаждения помещений летом.

Если приточные фрамуги в системах вакуумного типа с крышными вентиляторами расположены низко – животным холодно, возможны простудные заболевания, велики теплопотери из верхней зоны. Если фрамуги расположены высоко, система неэффективна, так как поток чистого воздуха проходит выше зоны расположения животных. В системах с настенными вентиляторами подача воздуха «сверху вниз» позволяет хорошо перемешивать свежий воздух с воздухом помещения, подогревая его. В нижней зоне он насыщается влагой, примесями и выводится наружу. Для вакуумных систем наиболее предпочтительной является схема, где вентиляторы установлены в окнах или фрамугах боковых стен и снабжены заборными трубопроводами, позволяющими отсасывать загрязненный воздух из нижней зоны.

Для поддержания научно обоснованных параметров микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях используют механические системы вентиляции, совмещенные с воздушным обогревом. При этом приточный воздух отчищают от пыли, обезвреживают (дезинфицируют), нагревают или охлаждают, увлажняют или осушивают, а так же уничтожают запахи (дезодорируют).

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Разработка системы подачи сырья в сушильный барабан на примере производства пеллет / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова, А. В. Шевченко // Вестник Вятского ГАТУ. – 2025. – № 3 (25). – С. 160-164. – EDN YDIFRU.

2. Солонщиков, П. Н. Разработка установки для приготовления жидких кормовых смесей в вертикальном исполнении / П. Н. Солонщиков // Вестник Вятского ГАТУ. – 2025. – № 3 (25). – С. 156. – EDN PBPTAR.

3. Производство зерновой патоки / А. П. Мансуров, С. Ю. Булатов, Ю. В. Сизова, В. Н. Нечаев // Кормопроизводство. – 2020. – № 6. – С. 43-48. – EDN CPHUTP.

4. Структурно-логическая схема функционирования дробилки зерна с увеличенной сепарирующей поверхностью / С. Ю. Булатов, К. Е. Миронов, В. Н. Рукавишникова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 47-56. – EDN WIGNDU.

5. Патент № 2655760 C2 Российская Федерация, МПК A23N 17/00. Экструдер для приготовления кормовой массы из соломы : № 2016145558 : заявл. 21.11.2016 : опубл. 29.05.2018 / Д. Н. Игошин, В. В. Косолапов, П. А. Савиных [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ). – EDN SILJPF.

УДК 656.1:681.5

МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Пономарев И. Н. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье анализируются технические средства, применяемые для мониторинга автомобильных дорог и транспортных сооружений. Приведены основные результаты исследования возможностей средств технической диагностики объектов транспортной инфраструктуры для создания многофункциональной передвижной дорожной лаборатории. Предлагается вариант исполнения многофункциональной передвижной дорожной лаборатории для работы в диапазоне условий, включающих последствия природных аномалий и крупных техногенных катастроф.

Ключевые слова: мониторинг автомобильных дорог, транспортные сооружения, дорожная лаборатория, беспилотный летательный аппарат

Существующие в настоящее время технические средства мониторинга автомобильных дорог и транспортных сооружений позволяют выполнять различные задачи по определению характеристик автомобильных дорог и транспортных сооружений [1].

Проведенный анализ средств технической диагностики автомобильных дорог показал, что для измерения продольной ровности наиболее целесообразно, с точки зрения снижения влияния погодных и дорожных условий, применять систему, реализованную на основе измерений амплитуды колебаний подвески транспортного средства, и использовании двух акселерометрических датчиков. Один из этих датчиков должен быть закреплен к элементам кузова (подрессоренной части), а другой к подвеске (неподрессоренной части) транспортного средства [2].

Для измерения поперечной ровности покрытий, целесообразно применять систему, основанную на применении ультразвуковых датчиков, так как она наименее подвержена влиянию негативных факторов окружающей среды. Такие системы обладают меньшей точностью по сравнению с лазерными, однако параметры их точности находятся в допустимых пределах и позволяют проводить измерения согласно действующим стандартам. В настоящее время в передвижных дорожных лабораториях преобладают лазерные приборы, однако применяется и ультразвуковая рейка, закрепленная на бампере транспортного средства, рабочий диапазон применяемых в ней ультразвуковых датчиков, позволяет устанавливать ее на расстоянии 25-30 см от дорожного покрытия, что существенно снижает характеристики проходимости транспортного средства. Поэтому необходимо предусмотреть установку датчиков с большим рабочим диапазоном. Проведенные исследования в этом направлении показали, что оптимально применять ультразвуковые датчики с рабочим диапазоном до 1,3 м, и слепой зоной до 0,2 м. Это обусловлено тем, что высота установки переднего бампера большинства серийных автомобилей находится в пределах от 0,15 м (легковые автомобили) до 1 м (грузовые автомобили высокой проходимости). Применение предлагаемых ультразвуковых датчиков позволит устанавливать данное устройство на различные типы транспортных средств, в том числе на грузовые автомобили повышенной и высокой проходимости.

В целях снижения влияния неблагоприятных внешних факторов и повышения точности измерений целесообразно применение ультразвуковых датчиков с высоким классом защиты, изготавливаемых в специальных пылевлагозащищенных корпусах и возможностью температурной компенсации сигнала, что позволяет проводить измерения в широком диапазоне температур от +30 до -50°С.

Помимо этого целесообразно использование ультразвуковых датчиков с регулированием звуковых лучей, что дает возможность настройки порога срабатывания и

позволяет подавить паразитные сигналы и отражения от ложных объектов в диапазоне работы.

Для обследования водных преград необходимо комплектовать дорожную лабораторию складной резиновой лодкой с мотором. В качестве прибора для обследования дна возможно использование георадаров. Например, разработанный компанией «Логис-Геотех» комплект «ОКО-3», с антенным блоком «АБДЛ-Тритон», который имеет складное и герметичное исполнение, может работать под водой и на пересеченной местности.

В целях расширения функциональных возможностей лаборатории необходимо предусмотреть размещение в ней приборов и технических устройств, необходимых для проведения изысканий автомобильных дорог (например, пенетрометр, измеритель модуля упругости грунтов, полевая компактная лаборатория анализа грунтов и др.).

Отдельного рассмотрения требует такое направление развития средств обследования автомобильных дорог как применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [10]. БПЛА в последнее время находят все более широкое применение для различных целей не только в военной, но и во многих сферах экономической, и, в особенности, транспортной деятельности. Существуют и образцы БПЛА, предназначенные для применения в дорожной отрасли. Так, например, компания «Геоскан» предлагает различные модификации БПЛА, оснащенные специальным оборудованием, предназначенными для инженерных изысканий, контроля выполнения дорожных работ и мониторинга дорожного покрытия [11].

Технические возможности БПЛА дают им ряд преимуществ перед традиционными передвижными лабораториями:

- съемка труднодоступных территорий, отсутствие необходимости преодоления водных и других препятствий;
- применение при возникновении аварий, стихийных бедствий для оценки уровня разрушений и повреждений и т.п.;
- получение за короткое время достаточно полной, достоверной и объективной информации за счет применения современного оборудования и специального программного обеспечения.

На основе вышеизложенного, предлагается вариант исполнения многофункциональной передвижной дорожной лаборатории, оборудованной на шасси грузового автомобиля повышенной проходимости. Общий вид лаборатории показан на рисунке 1 и 2, где изображено: 1 – антенный блок георадара, предназначенный для исследования конструкции дорожной одежды и характеристик ее слоев непосредственно в движении; 2 – люк ниши для размещения складной резиновой лодки с мотором; 3 – видеокамеры системы определения линейных размеров объектов по видеоизображению; 4 – рейка с ультразвуковыми датчиками увеличенного рабочего диапазона для определения поперечной ровности (колейности) дорожного покрытия; 5 – люк ниши для размещения БПЛА коптерного типа; 6 – люк ниши для размещения БПЛА самолетного типа.

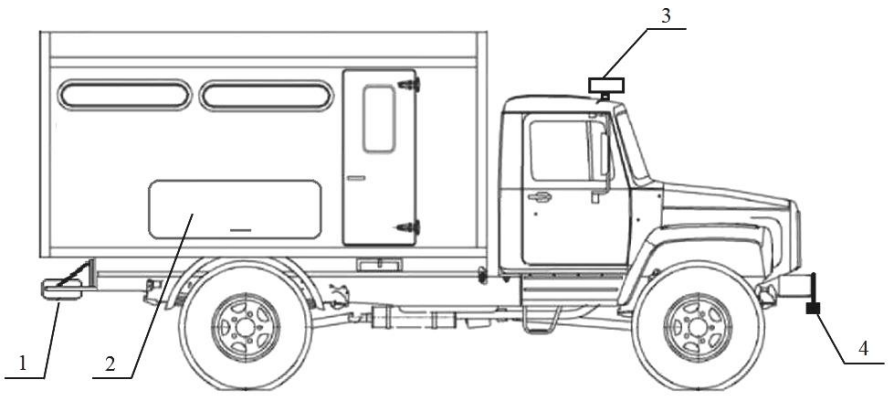


Рисунок 1 – Внешний вид многофункциональной дорожной лаборатории справа

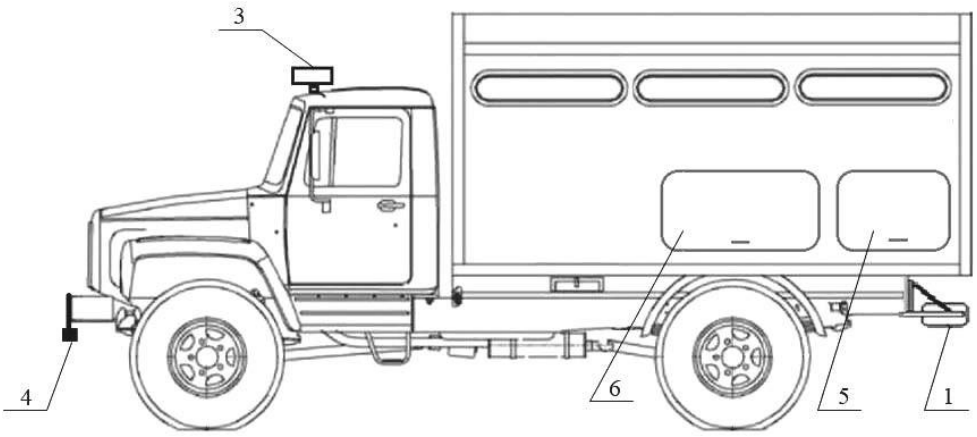


Рисунок 2 – Внешний вид многофункциональной дорожной лаборатории слева

При этом, применение БПЛА коптерного типа предполагается для обследования пролетов мостов и других сооружений, оценки их состояния и характера возможных разрушений. Применение БПЛА самолетного типа целесообразно для мониторинга участков автомобильной дороги (линейно протяженных объектов), определения степени их загруженности, выявления состояния на снегозанесённых и затопленных участках местности, а также в районах лесных пожаров, химического загрязнения и радиоактивного заражения.

Таким образом, представленная многофункциональная передвижная дорожная лаборатория, в отличие от существующих, позволяет выполнять задачи технической диагностики автомобильных дорог и сооружений на них в более широком диапазоне условий, включающих последствия природных аномалий и крупных техногенных катастроф. Включенные в ее состав технические устройства менее подвержены влиянию негативных факторов окружающей среды и позволяют выполнять более широкий спектр функциональных задач технической диагностики с одновременным повышением оперативности и достоверности результатов обследования. Применение универсальной многофункциональной лаборатории позволит выполнять обследование автомобильных дорог низших технических категорий, водных преград, исследовать характеристики ледовых переправ и автозимников, проводить изыскания автомобильных дорог в труднодоступной местности, а также определять характер и объем разрушений при возникновении стихийных бедствий, аварий и катастроф.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 339.18

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКЕ

Попов С. А. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены понятие складской логистики и RFID-технологии, а также особенности применения RFID-технологий в складской логистике. В работе отмечается, что использование RFID-технологий позволяет перейти к автоматизации складских процессов, что позволяет оптимизировать все складские операции и осуществлять более легкий контроль движения продукции на складе.

Ключевые слова: RFID-технология, логистика, склад, автоматизация, радиочастотный сигнал

Одним из ключевых элементов, относящихся к управлению предприятием, выступает складская логистика. Это элемент полной системы логистики, которые отвечает за вопросы приемки товара, его дальнейшей сортировки, размещения, хранения, приготовления к отгрузке и отправление. В настоящее время достаточно сложно представить себе работу любого складского помещения без таких данных [1].

Абсолютно все производители продукции в определенный момент времени сталкиваются с проблемой того, что объемы выпускаемого ими товара становится невозможно расположить внутри их помещения. Для решения данного вопроса ему требуется найти ответы на определенный круг вопросов и выбрать наиболее эффективное решение. Одним из таких вопросов является контроль и учет передвижения готовой продукции.

Поскольку в современном мире наблюдается существенное развитие процессов и технологий автоматизации, применяемых повсеместно, то, конкретно для сферы логистики, достаточно большой интерес представляет создание автоматизированных систем, которые основываются на применении RFID-технологий. Конечно, данные технологии, в своем начале, были достаточно дорогими, поэтому не каждая компания могла позволить себе их использование. Однако сейчас данные системы существенно подешевели, в связи с чем во всем мире наблюдается существенный скачок в их использовании [2].

В связи с вышесказанным можно с уверенностью сказать, что изучение вопросов, которые касаются автоматизации научных исследований, является весьма актуальным в настоящее время.

RFID-технологии (Radio Frequency Identification) - это один из методов осуществления автоматического определения предметов с использованием приемника радиочастотного сигнала и передатчика. По другому их принято называть считывателем и меткой. Информация, которая подлежит определению, находится во внутренней памяти метки и отправляется на считыватель. Практически все считыватели меток являются не автономными, поэтому они осуществляют передачу данных, полученных с метки, на электронно-вычислительную машину, где проводятся дальнейшие манипуляции.

Как уже отмечалось выше, для того, чтобы отслеживать текущее положение предмета, на нем должна быть установлена метка, которая обладает уникальными данными, с помощью которых данный предмет может быть безошибочно определен. Используя радиочастотные сигналы, метка осуществляет трансляцию информации о предмете на считыватель, который перенаправляет данные на ЭВМ, где в режиме текущего времени можно определить состояние предмета. Единственным ограничением для использования RFID-технологии выступают упаковки из металла или жидкие предметы, с которых не всегда можно считать необходимую информацию корректно.

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что в состав RFID-системы включаются следующие основные элементы:

- метка;
- считыватель;

- сервисное и программное оборудование [3].

На рисунке 1 показан пример возможного процесса взаимодействия метки со считывателем и сервисным оборудованием на примере обеспечения контроля доступа внутри определенной фирмы.

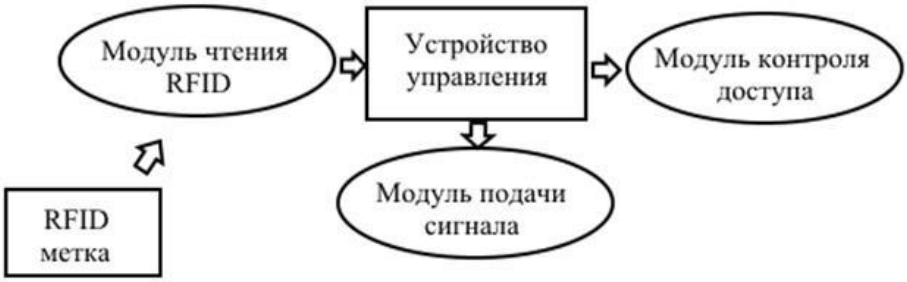


Рисунок 1 – Концепция взаимодействия метки с системой

Применение RFID-технологий в складской логистике может привести к повышению эффективности работы в трех основных направлениях:

- осуществление процесса маркировки продукции, находящейся на хранении;
- проведение маркировки оборотной тары, паллето-мест и ячеек, предназначенных для хранения;
- осуществление маркировки транспорта, работающего на складе [4].

В рамках первого из направлений стоит выделить использование достаточно дешевых меток на дорогостоящей продукции. Основным преимуществом является наличие возможности параллельного считывания достаточно большого числа меток в процессе осуществления технических или логистических действий. Данные действия можно проводить абсолютно на каждом промежуточном этапе в цепочке «разработка и создание продукта – продажа продукта». Если на каждом промежуточном звене данной цепочки будут применяться современные RFID-технологии, то тогда это приведет к существенному снижению общей цены каждой метки. В таком случае она становится намного эффективнее, чем обычный штрих-код. В таком случае, затраты на ручной труд, заключающийся в наклеивании штрих-кода на каждую продукцию, будут существенно выше. Данный положительный эффект давно был замечен многими лидерами по производству и торговле различными аксессуарами, спортивными принадлежностями и одеждой (примером являются такие распространенные фирмы, как Adidas, Uniqlo, Zaza). Использование ими в процессе своей деятельности современной RFID-технологии показало свою высокую эффективность.

Второе направление использования RFID-технологий связано с применением корпусированных меток. К примеру, после того, как на тару была установлена метка, она может быть отслежена на каждой технической операции. Это позволяет выявить определенного рода застои в передвижении тары. Таким образом, использование RFID-технологий в данном направлении позволяет построить эффективный процесс управления тарой. Ни одна из существующих в настоящее время технологий не дает подобных возможностей и практически полное владение информацией о таре на любом технологическом этапе. Аналогично, использование RFID-технологии позволяет достичь высокой эффективности в управлении транспортом, применяемым на складе. С помощью данных технологий можно с легкостью определять нахождение транспорта и те действия, которые он выполняет. Для процедуры мониторинга транспорта было создано определенное программное обеспечение, которое получило название «Система управления двором» (YMS), благодаря которому можно с легкостью определить у какой стойки находилась техника и сколько времени она там провела. Все это позволяет с легкостью определить степень загруженности транспорта, применяемого на складе, а также обслуживающего персонала, осуществить эффективный регулировочный процесс очереди у определенных пандусов и т.п.

Также RFID-технология на складе сокращает длительность всех процессов, что позволяет увеличить производительность и тем самым увеличить чистую прибыль в логистике. На сегодняшний день не существует другой технологии, которая бы также эффективно оптимизировала складские процессы.

К сожалению наши отечественные предприятия достаточно слабо развиты в вопросах совместной логистики. Одни производят товар, вторые отвечают за дистрибьютерские услуги, последние занимаются его розничным сбытом. И никто не может договориться о том, кто будет отвечать за маркировку продукции. В настоящее время только достаточно крупные игроки на рынке могут устанавливать свои условия по маркировке. Однако прогресс не может быть не замечен и в ближайшее время все отечественные производители осуществят переход к современным RFID-технологиям.

Таким образом, в ходе выполнения данной работы были рассмотрены вопросы, которые касаются понятия и характерных черт RFID-технологии, а также особенностей ее применения в складской логистике и дальнейших перспектив. Применение RFID-технологий позволяет перейти к автоматизации складских процессов, что позволяет оптимизировать все складские операции и осуществлять более легкий контроль движения продукции на складе, что приведет к существенному снижению уровня издержек. В заключение работы хотелось бы отметить, что, несмотря на достаточно широкое распространение данной технологии в современном мире, она до сих пор находится в стадии модернизации и своего постепенного развития.

Таким образом, RFID-технология отвечает за создание будущего высокоэффективного сектора современного рынка информационных систем.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Фуфачев, В. С. Расчет оптимального состава численности рабочих инженерно-технической службы по эксплуатации машин в АПК / В. С. Фуфачев, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 231-235.

4. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК: 631.81

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ АЭРОЗОЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Потапова О. А. – обучающаяся 2 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрены технологии и средства механизации, применяемые для аэрозольной обработки сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: Аэрозоль, пестициды, химическая защита, дисперсность, АГ-УД-2

Аэрозольная обработка сельскохозяйственных растений — это технология распыления жидких или твёрдых веществ в виде мелкодисперсных частиц (аэрозолей) для защиты растений, дезинфекции помещений, внесения удобрений и других задач. В сельском хозяйстве аэрозольная обработка применяется для обработки растений пестицидами, фунгицидами, регуляторами роста [1-5].

Аэрозоль — дисперсная система, состоящая из мелких (твёрдых или жидких) частиц, взвешенных в газовой среде (дисперсионной среде), обычно в воздухе. Аэрозоли, дисперсная фаза которых состоит из капелек жидкости, называются туманами, а в случае твёрдых частиц, если они не выпадают в осадок, говорят о дымах (свободнодисперсных аэрозолях) либо о пыли (грубодисперсном аэрозоле). Размеры частиц в аэрозолях изменяются от нескольких микрометров до 1−6 мм.

Аэрозоли получают тремя способами: механическим (дисперсионным), термическим и термомеханическим.

Механический (дисперсионный) способ. Рабочий раствор пестицида дробится механическим путем до размера аэрозольных частиц. Иногда частицы пестицида высокой дисперсности получают путем его растворения в легколетучих жидкостях и последующего распыления опрыскивателем. Носитель быстро испаряется, а мелкодисперсные частицы пестицида остаются в воздухе. Данный принцип используется в генераторах холодного тумана.

Термомеханический или дисперсионно-конденсационный способ. Рабочий раствор дробят в генераторах горячего тумана. Принцип способа основан на испарении рабочего раствора под влиянием кинетической энергии сжигаемого топлива. В данном случае используют носитель или растворитель, которым может служить веретенное масло или дизельное топливо. Преимущество способа – в отсутствии разложения пестицида, поскольку контакт жидкости с горячими газами кратковременен. Используется в генераторах горячего тумана.

Термический или конденсационный способ. Пестициды вводят в дымовые составы путем сжигания (дымовые шашки), подогревают до испарения в котлах и камерах испарения.

Ядовитые дымы используют для аэрозольной обработки помещений. На открытой местности их применение ограничивается борьбой с летающими насекомыми-кровососами (комарами, мухами, москитами).

Пестицидные туманы применяют в зависимости от их дисперстности. Высокодисперсные и средней дисперсности (размер капель – 0,5–10 и 10–30 мкм) используют для обработки закрытых помещений (теплиц, оранжерей, складов, птицеводческих и животноводческих ферм). При этом обеспечивается кратковременный контакт с вредителями. В данном случае важен не только размер частиц, но и их количество, что и повышает вероятность контакта с вредными насекомыми и возбудителями болезней.

Туманы низкой дисперсности (размер капель – 30–50 мкм) обеспечивают длительное воздействие аэрозолей на поверхность растений. Этот способ близок к опрыскиванию. Туманы низкой дисперсности применяют в лесном и садово-парковом хозяйствах для борьбы с целым рядом вредителей: листогрызущими вредителями молодняков хвойных пород, реже – в условиях растениеводства.

Преимущества аэрозольной обработки:

- Улучшается равномерность нанесения препарата;
- Аэрозоли хорошо проникают в кроны деревьев, кустарников, щели строений;
- Увеличивается производительность труда и повышается качество работ.

Недостатки аэрозольной обработки:

- Слабое проникновение в пористые материалы;
- Снос туманов ветром и восходящими потоками воздуха;
- Плохое оседание мельчайших аэрозольных частиц.

Машины и механизмы, применяемые для аэрозольной обработки сельскохозяйственных культур, бывают следующих типов: а) генераторы горячего тумана. Ассортимент таких генераторов широк – от компактного Igeba TF34 с максимальным расходом рабочего раствора до 25 литров в час до Swinfog SN101 с максимальной производительностью до 128 литров в час; б) Генераторы холодного тумана. Они могут быть как мобильными (размещаются на спине оператора как ранцевые опрыскиватели), например, Fontan PORTASTAR S, так и высокопроизводительными, например, Fontan TWINSTAR, оснащенный колесами для транспортировки; в) Генераторы, способные производить как холодный, так и горячий туман. Примером может служить аэрозольный генератор АГ-УД-2 (сегодня выпускается более современная версия ГА-4), при помощи которого получают аэрозольные смеси в виде горячего и холодного тумана.

Рассмотрим подробнее аэрозольный генератор АГ-УД-2 (рисунок). Он предназначен для борьбы с вредными растениями и клещами в садах, лесах, для обработки полевых культур, теплиц, животноводческих и производственных помещений. Он устанавливается на тракторный прицеп или в кузов автомобиля и образует пестицидный аэрозоль термохимическим и механическим способами. Ширина полосы аэрозольного тумана может достигать 50…100 м.

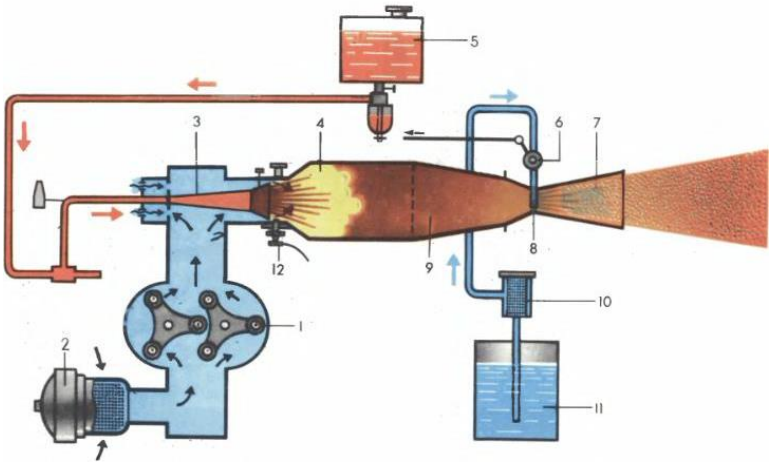


Рисунок – Технологическая схема АГ-УД-2

Рабочий процесс генератора при образовании аэрозоля термохимическим способом протекает следующим образом. Воздухонагнетатель, приводимый в работу двигателем, засасывает через фильтр атмосферный воздух и под давлением подаёт его к бензиновой горелке. Часть воздуха проходит камеру сгорания, а другая часть поступает в конус горелки и распыливает поступающий из бака бензин. Распыленный бензин воспламеняется от искры, образуемой электродами запальной свечи, и сгорает в камере сгорания. Температура сгорания смеси достигает до 1000°С. Далее продукты сгорания переходят в жаровую трубу, где их температура снижается до 380…580°С, и, проходя с большой скоростью сквозь горловину сопла, засасывает рабочую жидкость. В распылителе жидкий пестицид распыляется и его частицы под действием высокой температуры внутри сопла испаряется. При выходе из сопла парогазовая смесь смешивается с наружным воздухом, быстро охлаждается и превращается в туман (аэрозоль).

При механическом способе получения аэрозолей к камере сгорания, вместо жаровой трубы с рабочим соплом, присоединяют угловой насадок с дозирующим краном. В этом случае рабочая жидкость распыливается сжатым воздухом, подаваемым нагнетателем при выключенной горелке. Сопло углового насадка поворачивается во фланце и его можно располагать под любым углом к горизонту.

Повышение урожайности является одной из основных задач сельского хозяйства. Обработка растений различными препаратами, защищающими от вредителей, болезней и стимулирующими рост, является основой повышения урожайности. Аэрозольная обработка предполагает применение туманообразной формы пестицида для обработки среды обитания растений. Сорбция аэрозоля на растениях зависит от свойств поверхности растений и разницы температур тумана и растения. Технология аэрозольной обработки позволяет повысить эффективность данной технологической операции за счёт увеличения равномерности покрытия обрабатываемых растений защитно-стимулирующими препаратами до 96-99% благодаря использованию аэрозоля с дисперсностью частиц не более 50 мкм. Ещё одним несомненным преимуществом данной технологии является возможность совмещения операций обработки растений защитно-стимулирующими препаратами с обработкой междурядий для уничтожения сорняков.

Обзор технических средств для опрыскивания посевов выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [6-21].

Литература

1. Ревякин, Е. Л. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях : научный аналитический обзор / Е. Л. Ревякин, Н. Н. Краховецкий. – Москва : Росинформагротех, 2010. – 124 с. – ISBN 978-5-7637-0784-4.

2. Ликучев, А. И. Анализ современных технологических средств для обработки сельскохозяйственных культур / А. И. Ликучев, М. Ю. Костенко // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я. В., 2020 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 259-265.

3. Рогозин, М. Ю. Экологические последствия применения пестицидов в сельском хозяйстве / М. Ю. Рогозин, Е. А. Бекетова // Молодой учёный. – 2018. – № 25. – С. 39-43.

4. Горячкина, И. Н. Лабораторные исследования дисперсности аэрозоля для механизированной обработки растений / И. Н. Горячкина, А. И. Ликучев, Д. М. Юмаев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2022. – № 3. – С. 85-93.

5. Зинченко, В. А. Химическая защита растений: средства, технологии и экологическая безопасность / В. А. Зинченко. – Москва : Колосс, 2012. – 127 с. – ISBN 978-5-9532-0816-1.

6. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография /Т. Я. Ашихмина, М. А. Зайцев, Г. Я. Кантор [и др.]. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. – ISBN: 5-85271-032-6.

7. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова / Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.

8. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58 – 61.

9. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.

10. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8. – EDN RKNYUF.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
12. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
13. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2005. – № 6. – С. 15-16.
14. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока Европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1996. – № 3. – С. 34-35.
15. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ). – EDN NRYHKZ.
16. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипаунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
18. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : Труды 2-й Международной научно-практической конференции, Москва, 03–05 октября 2000 года. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34. – EDN UMGZOH.
19. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.]. – DOI 10.30766/2072-9081.2013.33.2.04-07 // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10.
20. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2(33). – С. 4-7.. – EDN PWLAUL.
21. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.

УДК 656.086

РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ВОЗНИКНОВЕНИИ АВАРИЙ: ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Протасов Д. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье исследуется влияние человеческого фактора на возникновение аварий и катастроф в различных сферах деятельности. Анализируются психологические механизмы, приводящие к ошибкам операторов, нарушениям правил безопасности и принятию неверных решений в критических ситуациях. Рассматриваются когнитивные, эмоциональные и организационные аспекты проблемы, а также современные методы минимизации человеческого фактора через обучение, технические системы и корпоративную культуру безопасности. Приводятся статистические данные и кейсы реальных аварий, связанных с человеческими ошибками.

Ключевые слова: психология безопасности, человеческий фактор, аварии, ошибки оператора, когнитивные искажения, культура безопасности, предотвращение аварий

Несмотря на стремительное развитие технологий и систем автоматизации, человеческий фактор остается одной из основных причин аварий и катастроф в промышленности, транспорте, энергетике и других сферах. По данным Международной ассоциации по предотвращению промышленных аварий, от 60% до 90% инцидентов связаны с ошибками персонала, нарушениями регламентов или неадекватным управлением рисками. Психология безопасности как междисциплинарная область изучает, почему люди совершают опасные действия и как можно снизить их вероятность через понимание когнитивных процессов, эмоциональных реакций и социальных динамик в организациях [1,5,6].

Человеческое восприятие и мышление подвержены систематическим ошибкам, которые в критических ситуациях могут привести к катастрофическим последствиям. Эффект избыточной уверенности заставляет операторов недооценивать риски, как это произошло перед аварией на Чернобыльской АЭС, когда персонал игнорировал признаки нестабильности реактора. Селективное внимание приводит к тому, что люди пропускают важные сигналы, сосредотачиваясь на привычных или эмоционально значимых данных [2,3]. В авиации это проявляется в "зацикливании" пилотов на одной неисправности, что стало причиной ряда катастроф, включая случай с рейсом 301 Birgenair.

Распределение причин аварий по типам человеческих ошибок приведены на рисунке 1.

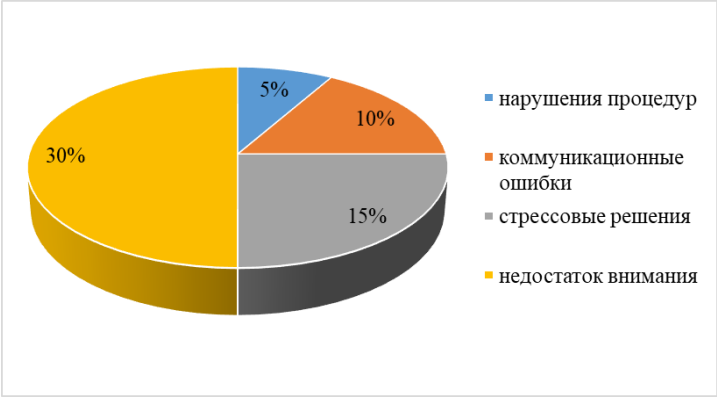


Рисунок 1 – Распределение причин аварий по типам человеческих ошибок

Организационные факторы и культура безопасности. Психологический климат в организации напрямую влияет на частоту инцидентов. В компаниях с авторитарным стилем управления сотрудники часто скрывают ошибки из-за страха наказания, что препятствует их своевременному исправлению. Ярким примером является катастрофа шаттла "Колумбия",

где инженеры NASA не решились настойчиво заявить о проблеме с теплоизоляцией. Напротив, "высокая культура безопасности", как в авиакомпании Delta, предполагает открытое обсуждение ошибок и систему поощрений за их выявление.

Таблица 1 – Сравнение уровня аварийности в организациях с разной культурой безопасности

Тип культуры	Количество инцидентов на 1000 работников	Готовность сообщать об ошибках
Карательная	4.7	12%
Безвиновая	1.2	85%
Проактивная	0.8	92%

Некоторые современные подходы к психологии безопасности:

— целостный анализ социокультурной ситуации. Этот подход предполагает акцентирование внимания на психологическом анализе среды, в которой осуществляется развитие и функционирование человека, с одновременным учётом психологического ресурса личности;

— системный подход. Он позволяет анализировать конкретные ситуации, позиции и цели в комплексе всех психологических, социально-экономических и экологических факторов. Деятельность личности, группы, организации, социума рассматривается как открытая динамическая система [7];

— субъектно-бытийный подход. Он предполагает изучение рисков и опасностей, исходящих из актуального расклада действительности, а также выяснение вопроса, к каким именно влияниям в плане утраты безопасности наиболее восприимчивы различные слои населения;

— понятие информационно-психологической безопасности. Под ним подразумевается свойство системы (личности) сохранять целостность и удерживать главный вектор своего развития в условиях противостояния деструктивным информационным воздействиям;

— рассмотрение психологической безопасности в двух аспектах. Это психологическая безопасность среды и психологическая безопасность личности;

— изучение человеческого фактора. Подразумевает детальный анализ действий людей, занятых на объектах высокого риска.

Современные подходы включают тренажеры виртуальной реальности для отработки действий в аварийных ситуациях, как это делается на атомных станциях Франции. Системы "умных" подсказок в реальном времени, например, в кабинах пилотов Boeing, корректируют решения операторов. Психологическое тестирование помогает выявлять сотрудников, склонных к риску, а регулярные аудиты микроклимата в коллективах предотвращают накопление стресса. Важнейшую роль играет пересмотр регламентов с учетом "человекоориентированного дизайна" – например, упрощение инструкций для нефтяных платформ после анализа ошибок, приведших к взрыву на Deepwater Horizon.

Человеческий фактор невозможно устранить полностью, но его негативное воздействие можно минимизировать через комплекс мер: от технологий, компенсирующих когнитивные ограничения, до формирования организационной культуры, превращающей безопасность в общую ценность. Дальнейшие исследования должны фокусироваться на адаптации методов искусственного интеллекта для прогнозирования "критических состояний" операторов и разработке кросс-культурных стандартов обучения [8].

Литература

1. Компьютерное моделирование определения реакций опор гибких барьеров / В. В. Коновалов, Д. А. Тарасов, В. Ю. Зайцев, Н. В. Байкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 72-79.

2. Коновалов, В. В. Моделирование состояния экологической системы / В. В. Коновалов, О. А. Логвина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 159-162.
3. Моделирование безопасности и рисков на газопроводах / Ю. О. Логвин, К. Р. Таранцева, О. А. Логвина, В. В. Коновалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 125-132.
4. Никитин, Е. А. Разработка роботизированного устройства по оптимизации процесса кормления крупного рогатого скота на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Молодой ученый. – 2020. – № 43 (333). – С. 2-5.
5. Никитин, Е. А. Система роботизированного обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 26-30.
6. Современная наука: теория, методология, практика : материалы IV Всероссийской национальной научно-практической конференции, Тамбов, 20–21 апреля 2022 года. – Тамбов : Издательство ИП Чеснокова А.В., 2022. – 336 с. – ISBN 978-5-6046669-9-9. – EDN KKLGNW.
7. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
8. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709.
9. Толстоухова, И. А. Обзор модуля пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 155-158.

УДК 636.085

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИГОТОВЛЕНИИ КОРМОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Протасов Д. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается сравнительный обзор технологии гранулирования и экструзии кормового сырья с точки зрения их влияния на продуктивность животноводства и птицеводства. Анализируются ключевые технологические параметры, экономическая целесообразность и перспективы применения данных методов.

Ключевые слова: современные технологии, кормопроизводство, автоматизация, биотехнологии, экструзия, гранулирование, кормовые добавки, энергоэффективность, сельское хозяйство

Современные технологии в приготовлении кормов играют ключевую роль в развитии сельского хозяйства и повышении эффективности животноводства. На долю кормопроизводства приходится большая часть всех затрат в структуре себестоимости животноводческой продукции, поэтому совершенствование методов приготовления кормов – стратегически важное направление для снижения издержек и роста рентабельности отрасли. Традиционные способы обработки кормового сырья не всегда обеспечивают необходимую питательную ценность, усвояемость и безопасность кормов, что приводит к перерасходу кормов на единицу продукции, снижению продуктивности животных из-за несбалансированности рационов, потерям питательных веществ при заготовке и хранении, а также к повышению себестоимости конечной продукции. Необходимо внедрять инновационных решений, позволяющих повысить питательную ценность и усвояемость кормов, минимизировать потери питательных веществ на всех этапах производства, оптимизировать затраты труда и энергии, обеспечить биологическую безопасность и стабильность качества кормов, а также снизить экологическую нагрузку за счёт переработки вторичных ресурсов [1-3].

В практике кормопроизводства широко применяются два основных метода предварительной обработки сырья перед кормлением – гранулирование и экструзия.

Гранулирование – это процесс прессования мучнистой кормовой смеси в плотные однородные гранулы (пеллеты) под высоким давлением и воздействием умеренного тепла (часто с предварительным кондиционированием паром).

Особенности технологии включают частичную желатинизацию крахмала, термическую обработку, уничтожающую часть патогенов, формирование гранул заданного размера и плотности (обычно 2–8 мм), а также возможность добавления связующих веществ для улучшения прочности пеллет.

Гранулирование обладает рядом существенных преимуществ: оно снижает пылеобразование и механические потери корма, делает его более транспортабельным и удобным для механизированной раздачи. Кроме того, гранулированный корм лучше сохраняется – он устойчив к воздействию влаги и перепадам температур. Благодаря форме подачи животные потребляют корм сбалансированно, не выбирая отдельные компоненты, а умеренная термическая обработка способствует частичной инактивации некоторых антипитательных факторов и патогенов. Также в результате структурных изменений повышается усвояемость крахмала.

Вместе с тем у технологии есть и определённые ограничения. По степени модификации питательных веществ она уступает более интенсивным методам обработки, таким как экструзия. При гранулировании существует риск деградации термочувствительных компонентов – в частности, витаминов группы В и витамина А. Процесс требует предварительного тонкого измельчения сырья, а также сопряжён с повышенными энергозатратами на работу гранулятора и системы кондиционирования.

Помимо этого, внедрение технологии предполагает значительные капитальные вложения в оборудование.

При некорректном подборе параметров обработки – таких как температура, влажность и время воздействия – возможно снижение общей питательной ценности конечного продукта [4-6].

Экструзия – это технология комплексной термомеханической обработки кормового сырья в экструдере, при которой материал в течение короткого времени (10–30 секунд) подвергается воздействию высокой температуры (120–160 °C), давления (30–70 бар) и влаги.

В ходе процесса происходят существенные биохимические изменения: желатинизация крахмала, денатурация белков и разрушение антипитательных факторов, таких как ингибиторы протеаз и уреаза; одновременно достигается стерилизация сырья за счёт уничтожения патогенных микроорганизмов и грибных спор. В результате формируется пористая структура корма, что обеспечивает резкое повышение усвояемости питательных веществ – до 95 % по сравнению с 40 % у необработанного зерна, улучшает вкусовые качества и поедаемость, а также увеличивает срок хранения из-за снижения влажности конечного продукта.

Экструзия позволяет эффективно перерабатывать сырьё, содержащее антипитательные компоненты – например, сою или рапс, – преобразуя его в более усвояемую форму за счёт комплексной термомеханической обработки. В результате такой обработки повышается общая питательная ценность корма и его переваримость, а технологический процесс при этом остаётся компактным и непрерывным: все этапы выполняются в рамках одного оборудования, что упрощает производственную цепочку [7-10].

Вместе с тем технология сопряжена с существенными энергозатратами – для достижения необходимых температуры и давления требуется значительный расход энергии. Оборудование для экструзии, особенно двухшнековые экструдеры, отличается высокой стоимостью, что влечёт крупные капитальные вложения на этапе внедрения. Кроме того, под воздействием экстремальных параметров процесса могут разрушаться термочувствительные вещества: в частности, витамины A, D и группы B, а также отдельные аминокислоты [12-14].

Ключевое значение имеет точный контроль параметров обработки: малейшие отклонения от оптимальных режимов способны привести либо к перегреву и пережиганию сырья, либо к его недостаточной обработке. В обоих случаях страдает качество конечного продукта, а себестоимость производства оказывается выше по сравнению с традиционными методами подготовки кормов [3,4].

Выбор между гранулированием и экструзией зависит от конкретных задач производства, типа животных, состава сырья и экономических условий.

Гранулирование рациональнее использовать для крупных и средних животноводческих хозяйств с устоявшимися рационами, где не требуется глубокая модификация питательных свойств корма: технология позволяет оптимизировать логистику и хранение без существенных капитальных вложений. Оно хорошо подходит для кормления крупного рогатого скота, поскольку плотные гранулы соответствуют особенностям рубцового пищеварения, обеспечивают длительное насыщение и не провоцируют нарушения микрофлоры. В птицеводстве (для взрослой птицы) гранулирование ценно тем, что снижает потери корма из-за пылеобразования и облегчает механизированную раздачу [15,16]. Метод эффективен при использовании разнородного сырья, включая грубые корма (солома, травяная мука, опилки) и отходы переработки (жмыхи, отруби), – он позволяет утилизировать эти компоненты без потери питательной ценности [11, 12, 13]. Для хозяйств с ограниченными финансовыми ресурсами гранулирование предпочтительно: соответствующее оборудование дешевле экструдеров, проще в обслуживании и потребляет меньше энергии. Кроме того, гранулирование выбирают, когда критично сохранить термочувствительные компоненты (витамины, ферменты, премиксы), – умеренное тепловое воздействие снижает их деградацию. Плотные гранулы также устойчивы к влаге,

механическим повреждениям и слёживанию, что делает метод оптимальным для длительного хранения и транспортировки на дальние расстояния.

Таблица 1 – Сравнение гранулирования и экструзии кормового сырья

Критерий	Гранулирование	Экструзия
Усвояемость корма	Умеренно повышается за счёт структурных изменений (в т.ч. частичной желатинизации крахмала)	Значительно повышается (до 95 %) благодаря глубокой модификации структуры (желатинизация крахмала, денатурация белков)
Сохранение термочувствительных веществ	Лучше сохраняется витаминный состав (в т.ч. витамины группы В, витамин А)	Риск деградации термочувствительных компонентов (витамины А, D, группы В, отдельные аминокислоты)
Обработка антипитательных факторов	Частичная инактивация	Эффективное разрушение (ингибиторы трипсина, глюкозинолаты, танины и др.)
Стерилизация сырья	Частичная, зависит от параметров обработки	Полная или почти полная гибель патогенов и плесени
Требования к подготовке сырья	Необходимо предварительное тонкое измельчение и увлажнение	Требуется тщательная подготовка (сушка, измельчение до мелкой фракции)
Энергозатраты	Относительно низкие	Высокие (необходимо поддерживать температуру 120–160 °С и давление 30–70 бар)
Капитальные вложения	Значительные, но ниже, чем для экструдеров	Высокие, особенно для двухшнековых экструдеров
Структура продукта	Плотные гранулы (2–8 мм), устойчивые к влаге и механическим повреждениям	Пористый, менее плотный экструдат; возможна плавучесть (актуально для аквакультуры)
Оптимальная сфера применения	КРС, взрослая птица, хозяйства с ограниченными ресурсами; использование разнородного сырья (солома, жмыхи, отруби)	Молодняк животных, высокоинтенсивное животноводство и птицеводство, сырьё с антипитательными компонентами, аквакультура
Себестоимость производства	Ниже	Выше из-за энергозатрат и стоимости оборудования
Контроль параметров процесса	Менее критичен	Строгий контроль температуры, влажности, времени обработки обязателен (риск пережигания/недостаточной обработки)

Экструзию целесообразно применять для молодняка всех видов животных (поросята-сосуны, телята, цыплята-бройлеры), у которых пищеварительная система ещё не

сформирована: пористая структура экструдата и высокая усвояемость (до 95 %) облегчают переваривание. Метод незаменим при использовании сырья с антипитательными веществами (соя с ингибиторами трипсина, рапс с глюкозинолатами, горох с танинами), поскольку разрушает эти соединения и делает корм безопасным. В высокоинтенсивном животноводстве и птицеводстве экструзия востребована из-за максимальной конверсии корма: рост усвояемости напрямую влияет на прирост массы и продуктивность. Её используют для производства специализированных кормов с повышенной энергетической плотностью (например, для спортивных лошадей или племенных животных), а также при работе с заражённым сырьём – высокая температура и давление стерилизуют корм, уничтожая патогены и плесень. В аквакультуре экструзия особенно актуальна: плавучесть экструдированных гранул позволяет контролировать потребление и снижает загрязнение водоёмов. На крупных промышленных предприятиях высокие капитальные затраты на оборудование окупаются за счёт роста продуктивности и снижения расхода корма на единицу продукции. Кроме того, экструзию применяют при создании функциональных кормов с добавками пробиотиков или ферментов: кратковременное тепловое воздействие может активировать отдельные компоненты без их полной деградации [5].

Литература

1. Богданов, Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных / Г. А. Богданов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1990. – 607 с.
2. Буряков, Н. П. Кормление сельскохозяйственных животных: учебник для вузов / Н. П. Буряков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Проспект, 2020. – 496 с.
3. Исследование устройства измельчения сыпучих материалов скалывающего типа / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 2 (30). – С. 57-63.
4. Косолапов, В. М. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании: теория и практика / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова. – Москва : ООО «Угрешская типография», 2015. – 132 с.
5. Повышение эффективности процесса производства экструдированных кормовых продуктов за счёт изменения конструктивных параметров шнека пресс-экструдера : монография / Д. В. Мартынова, В. П. Попов, В. П. Ханин [и др.]. – Оренбург : ОГУ, 2018. – 205 с.
6. Наймушин, Д. А. Мобильные кормораздатчики на фермах КРС / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ 2024. – С. 394-398.
7. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.
8. Никитин, Е. А. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 37-46.
9. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
10. Технологии и оборудование для экструдирования растительного сырья : учебное пособие / В. И. Пахомов, Д. В. Рудой, Т. И. Тупольских [и др.]. – Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2018. – 108 с. – ISBN 978-5-7890-1480-6.

11. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.]. // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.
13. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 187-191.
14. Фисинин, В. И. Кормление сельскохозяйственной птицы / В. И. Фисинин, И. А. Егоров, И. Ф. Драганов. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 352 с.
15. Шевцов, А. А. Экструзия и гранулирование в технологии кормов / А. А. Шевцов, А. В. Дранников, Е. П. Кошевой. – Воронеж : ВГУИТ, 2017. – 184 с.
16. Инновационные технологии биологически ценных комбикормов / Е. С. Шенцова, А. А. Шевцов, Л. И. Лыткина, А. В. Дранников. – Воронеж : ФГБОУ ВПО «ВГУИТ», 2014. – 249 с. – ISBN 978-5-00032-033-4.

УДК 349.2

СПОСОБЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ДО 1000 В

Протасов Д. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются способы заземления нейтрали
Ключевые слова: охрана труда, заземление, безопасность, электричество

В электрических сетях напряжением до 1000 В применяются три основные системы заземления нейтрали: TN, TT и IT. Каждая из них имеет свои особенности, преимущества и области применения.

1. Система TN

Глухозаземлённая нейтраль: нейтраль источника питания (трансформатора) соединена с заземляющим устройством.

Открытые проводящие части (ОПЧ) заземляются через эту нейтраль.

Подразделяется на:

TN-C: совмещённый нулевой рабочий и защитный проводник (PEN) на всём протяжении от источника до потребителя. Используется в старых сетях и промышленности, но не рекомендуется для жилых зданий из-за опасности появления потенциала на корпусах приборов.

TN-S: нулевой рабочий (N) и защитный (PE) проводники разделены по всей сети. Наиболее безопасна и предпочтительна для новых объектов.

TN-C-S: совмещённый PEN-проводник разделяется на N и PE в определённой точке (обычно на вводе в здание). Наиболее распространена в современных жилых и общественных зданиях.

2. Система TT

Нейтраль источника глухозаземлена, а ОПЧ заземляются через независимое заземляющее устройство, не связанное с нейтралью источника.

Применяется в случаях, когда состояние сетей не позволяет обеспечить надёжное заземление через нейтраль, а также для индивидуальных домов и объектов с повышенными требованиями к электробезопасности.

3. Система IT

Нейтраль источника изолирована от земли или заземлена через большое сопротивление.

ОПЧ заземляются независимо.

Используется для объектов с высокими требованиями к бесперебойности питания (больницы, опасные производства, шахты), где первое замыкание на землю не должно приводить к отключению.

Технические требования

Заземление нейтрали трансформатора осуществляется присоединением к заземлителю (искусственному или естественному), как правило, вблизи трансформатора. Для внутрицеховых подстанций допускается использование фундамента здания в качестве заземлителя.

В системе TN-C-S и TN-S обязательно наличие отдельного защитного проводника (PE) для каждой установки.

В системе TT и IT требуется устройство местного заземляющего контура у потребителя.Постоянное увеличение количества и мощности энергопотребителей предъявляет ряд требований, касающихся технической политики, экономики, и экологии в сфере энергетики. В частности, как следствие увеличения энергопотребителей, приобретают высокую актуальность такие вопросы, как повышение надежности электроснабжения и энергоресурсосбережение.

Одним из немаловажных факторов, влияющих на решение этих вопросов, является оптимизация режима заземления нейтрали сети.

1. Общие положения. Имеющаяся на данный момент статистика свидетельствует о том, что замыкания на землю составляют около 80% всех нарушений в сетях 6-10 кВ. Замыкание на землю токоведущих частей электрических установок является преобладающим видом повреждения в сетях всех напряжений. В распределительных сетях 6-35 кВ эти повреждения составляют не менее 75% от общего числа повреждений.

Сети 6-35кВ, основную массу которых составляют распределительные сети и сеги собственных нужд, имеют ряд особенностей:

• для оборудования и сооружения распределительных сетей и сетей СН характерны меньшие междуэлектродные расстояния (кабели, КРУ и реакторы).

• воздействие на них токов КЗ и мощных электрических дуг особенно опасно;

• грозозащита этих сетей менее надежна;

• внутренние перенапряжения более вероятны и разнообразны;

• распределительные сети в большей степени подвержены механическим повреждениям;

• уровень эксплуатации их значительно ниже.

Поэтому замыкания на землю более часты. Открытые дуги могул растягиваться на значительные расстояния, быстро ионизируя вокруг себя значительный объем воздуха. Это создает благоприятные условия для возникновения междуфазных КЗ на ЛЭП и в РУ.

Погасание дуги наступает тем позднее, чем больше ток дуги. Цель всех режимов нейтрали - подавление дуговых процессов в сети и борьба с дуговыми перенапряжениями. Режим заземления нейтрали определяет:

• ток в месте повреждения и перенапряжения на неповрежденных фазах при однофазном замыкании;

• схему построения релейной защиты от замыканий на землю;

• уровень изоляции электрооборудования;

• выбор аппаратов для защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений (ограничителей перенапряжений);

• бесперебойность электроснабжения;

• допустимое сопротивление контура заземления подстанции;

• безопасность персонала и электрооборудования при однофазных замыканиях.

• На данный момент, в зависимости от класса напряжения сети и величины ее емкостного тока, насчитывается три способа заземления нейтрали: • изолированная (нефиксированная, незаземленная);

• глухозаземленная (непосредственно присоединенная к заземляющему контуру);

• эффективно заземленная (через дугогасящий реактор, резистор или их сочетание - комбинированная).

2. История развития вопроса. В течение длительного времени развитие крупных электрических систем в Америке и в Европе во многих отношениях шло параллельными путями, так как в основе этого развития лежали присущие самим системам внутренние закономерности. Однако, одна из частых проблем - проблема защиты электрической системы от перекрытий изоляции - решалась по-разному. Хотя эта проблема также определяется внутренними свойствами электрических систем, ее решение в значительной степени зависело от индивидуальных взглядов людей, ответственных за их решение.

Так, в США было отдано предпочтение глухому заземлению нейтрали электрических систем, в связи с чем получили развитие различные способы отключения поврежденного участка. В Европе, напротив, использовалось резонансное заземление нейтрали с помощью дугогасящих реакторов, которые обеспечивали компенсацию тока замыкания на землю и необходимую защиту электрических сетей без отключения поврежденного участка с помощью выключателя.

3. Ситуация в мировой энергетике на данный момент. На протяжении последних 10-15 лет, как в России, так и за рубежом не утихает дискуссия о том, какой способ заземления нейтрали является оптимальным для сетей 6-35 кВ. Этот факт говорит о том, что однозначного решения данного вопроса не существует, так как к данной задаче необходим комплексный подход, т.е. все преимущества и недостатки различных способов заземления нейтрали логично рассматривать в комплексе со спецификой объекта - типами, характеристиками оборудования и изоляции сети, их состоянием, планами по реконструкции объекта и т.д.

Литература

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693390 Российская Федерация. Программа с алгоритмом прогнозирования электрической нагрузки жилых домов по данным месячного электропотребления : заявл. 14.10.2025 : опубл. 27.11.2025 / С. Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А. И. Сидоров [и др.] ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет ». – EDN WXDKHC.
2. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
3. Кокорина, П. П. Социально-экологические аспекты влияния автотракторных двигателей на окружающую среду / П. П. Кокорина, А. В. Шевченко // Тепловые двигатели, автомобили и тракторы : материалы Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2021 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – С. 247-253.
4. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке : заявл. 26.05.2025 : опубл. 24.11.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, В. Е. Саитов, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
5. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
6. Солонщиков, П. Н. Состояние вопроса о создании комфортных условий труда в процессе транспортировки персонала оперативно-выездных бригад / П. Н. Солонщиков, А. В. Владимиров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 184-186. – EDN RVDNWC.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693390 Российская Федерация. Программа с алгоритмом прогнозирования электрической нагрузки жилых домов по данным месячного электропотребления : заявл. 14.10.2025 : опубл. 27.11.2025 / С. Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А. И. Сидоров [и др.] ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет ». – EDN WXDKHC.
8. Шевченко, А. В. Методика исследования гидравлических характеристик смесительной установки в режиме насоса / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 220-224.

УДК 636.4:628.9

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР ОСВЕЩЕНИЯ СВИНАРНИКА ЛАМПАМИ НАКАЛИВАНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМИ ЛАМПАМИ

Протасов Д. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье проводится сравнительный анализ систем освещения (лампы накаливания, люминесцентные) в животноводческих помещениях для разведения свиней. Оценивается их влияние на продуктивность животных, физиологическое состояние и экономические показатели хозяйств. Представлены рекомендации по выбору оптимальных решений для разных видов животных и типов ферм.

Ключевые слова: освещение в животноводстве, продуктивность животных, энергоэффективность, лампы накаливания, люминесцентное освещение, световой режим, свиноводство

Освещение – один из ключевых факторов микроклимата в животноводческих помещениях, влияющий на здоровье, поведение и продуктивность животных.

Оно влияет на биологические ритмы животных: продолжительность светового дня определяет активность, периоды отдыха и кормления. Стабильность делает поведение животных более спокойным, что особенно важно при групповом содержании. Нарушение светового режима, напротив, может вызывать беспокойство и агрессию.

При недостатке света животные хуже ориентируются в пространстве. Чрезмерная яркость вызывает напряжение и тревожность. Оптимальное освещение обеспечивает достаточную видимость без ослепляющего эффекта.

Интенсивность и равномерность света напрямую влияют на набор массы. При недостаточном освещении животные становятся менее подвижными, реже подходят к корму. Слишком яркий или резкий свет провоцирует беспокойство, из-за чего снижается потребление корма. Грамотно организованное освещение поддерживает баланс между активностью и отдыхом — это способствует равномерному росту и стабильному потреблению корма.

Все помещения, предназначенные для содержания животных, должны быть обеспечены естественным и искусственным освещением в соответствии с принятыми нормами. Для достижения максимального биологического эффекта от действия света, а также экономии электроэнергии необходимо шире и рациональнее использовать естественный свет. Искусственное электрическое освещение следует применять для восполнения недостатка естественного освещения, продления светового дня зимой и в переходные периоды года.

В помещениях животноводческих ферм и комплексов нужно поддерживать не только нормативный уровень освещенности, но и определенную продолжительность освещения с учетом возраста, вида, производственного назначения (откорм, ремонт) животных, а также для обеспечения рабочего процесса. При проведении работ на ферме необходимо применять рабочее освещение, а в ночные часы - дежурное, интенсивностью не более 1…2 лк.

В свинарниках для содержания хряков-производителей, свиноматок, поросят-сосунов, отъемышей и ремонтного молодняка длительность светового дня целесообразна в пределах 14…18 часов. При беконном откорме свиней рекомендуется продолжительность освещения 8…12 часов, при сальном 5…6 часов в сутки [1,6].

Согласно нормативным требованиям, коэффициент естественного освещения должен быть 0,35%. Допускаются помещения без естественного освещения. Норма искусственного освещения при применении газоразрядных ламп - не менее 50 лк, ламп накаливания или светодиодных ламп - не менее 20 лк [2,7].

В животноводческих комплексах важно учитывать, какими лампами создаётся искусственное освещение. У каждого вида есть свои преимущества и недостатки, которые значительно влияют на животных.

Лампы накаливания оказывают комплексное влияние на свиней, причём эффект зависит от возраста животных, интенсивности и способа применения освещения.

В первую очередь лампы накаливания служат источником не столько света, сколько тепла — это делает их особенно ценными для обогрева поросят в подсосный период. Исследования, проведённые на свиноводческом комплексе СПК «Овсянка», показали: комбинированное использование брудеров (например, конусоцилиндрических БКЦ) с лампами накаливания мощностью 100 Вт положительно влияет на температурный режим в зоне отдыха поросят. Так, обогрев лампами накаливания совместно с аккумуляцией тепла через брудеры позволяет поддерживать температуру на уровне 26,5–26,7 °С, а при нахождении поросят внутри брудера температура возрастает до 31,2 °С. Это способствует росту и сохранности молодняка — в сравнении с применением только инфракрасных ламп или иных способов обогрева.

Что касается светового воздействия, лампы накаливания создают спектр с преобладанием тёплых тонов и значительной долей инфракрасного излучения. Для поросят это комфортно: мягкий, нерезкий свет снижает стресс в ранний период жизни. Оптимальная интенсивность освещения лампами накаливания для молодняка составляет 40–60 люкс. При таком уровне животные демонстрируют хорошую ориентацию в пространстве без признаков беспокойства.

Для взрослых свиней и свиноматок влияние ламп накаливания проявляется иначе. Световая интенсивность 40–60 лк считается достаточной для выполнения основных зоогигиенических норм. При таком освещении: поддерживается нормальный суточный ритм активности — периоды кормления, отдыха и социальной активности распределяются равномерно; снижается уровень стресса, особенно в условиях группового содержания; у свиноматок стабилизируются репродуктивные процессы — хотя эффект менее выражен, чем при использовании люминесцентных ламп, но всё же заметен.

Однако есть и минусы. Значительная часть энергии ламп накаливания преобразуется в тепло, а не в свет. Это может приводить к локальному перегреву, особенно в закрытых брудерах или в тёплое время года. Если лампы подвешены слишком низко или их мощность избыточна, температура в зоне обогрева поднимается выше комфортных 30–32 °С — это вызывает дискомфорт у поросят, заставляет их чаще менять положение, может снижать потребление корма. Кроме того, неравномерное распределение тепла и света создаёт зоны перегрева рядом с лампой и прохладные участки на периферии.

С экономической точки зрения лампы накаливания менее выгодны, чем современные источники света. У них: низкая световая отдача (10–15 лм/Вт); короткий срок службы (около 1 000 часов); высокое энергопотребление при той же освещённости, что у люминесцентных или светодиодных ламп.

По данным исследований, затраты на электроэнергию при использовании ламп накаливания оказываются выше на 15–17 % по сравнению с люминесцентными аналогами при сопоставимой продуктивности. Ещё один аспект — влияние на поведение. При слишком ярком освещении (свыше 60 лк) или при резком включении/выключении ламп свиньи могут проявлять признаки беспокойства: повышается двигательная активность, учащаются случаи агрессии и драк. Поэтому рекомендуется использовать плавное регулирование яркости либо дополнительные рассеиватели, чтобы смягчить световой поток [3,8,9].

Люминесцентные лампы оказывают комплексное положительное влияние на свиней, затрагивая физиологию, поведение и продуктивность животных.

Исследования Новгородского государственного университета на предприятии «Новгородский бекон» показали выраженный эффект дополнительного освещения люминесцентными лампами на репродуктивную функцию свиноматок. При интенсивности 150 лк и 16-часовом световом дне удалось добиться следующих результатов: время между

отъёмом поросят и наступлением половой охоты сократилось с 28 до 23 дней, процент оплодотворяемости вырос с 51,85 % до 74,19 %, потенциальное количество опоросов на свиноматку в год увеличилось с 2 до 2,4, а количество отнятых поросят достигло 23,5 на свиноматку. Предполагается, что 16-часовой световой день имитирует летний период, активируя естественные инстинкты и гормональную активность за счёт подавления выработки мелатонина, который в темноте тормозит репродуктивные процессы [4,10,12].

Оптимальные параметры освещения для люминесцентных ламп (в т.ч. ДРЛ-250) составляют: интенсивность 60–70 лк (для сравнения, для ламп накаливания — 40–60 лк), продолжительность светового дня 12–16 часов, равномерное распределение света без резких теней и зон затемнения. При таких условиях снижается уровень стресса у животных за счёт стабильного светового режима, нормализуются циркадные ритмы, что улучшает сон и периоды активности. Равномерное освещение по всей площади помещения уменьшает агрессию и драки среди свиней, способствует более регулярному потреблению корма благодаря хорошей видимости кормушек.

Люминесцентные лампы положительно влияют и на микроклимат в свинарнике. В отличие от ламп накаливания они выделяют значительно меньше тепла, что позволяет лучше контролировать температуру в помещении и не создавать локальных перегревов, опасных для молодняка. Также они не влияют на испарение влаги и поддерживают стабильную влажность воздуха.

С экономической точки зрения применение люминесцентных ламп даёт заметный эффект: энергопотребление снижается на 17,3 % по сравнению с лампами накаливания при той же освещённости, сокращаются затраты на корм за счёт улучшения конверсии, увеличивается прибыль благодаря дополнительному выходу мяса и повышению репродуктивных показателей. К тому же долгий срок службы люминесцентных ламп снижает частоту замен и затраты на обслуживание.

Технические преимущества люминесцентных ламп для условий свинарника включают устойчивость к высокой влажности, стойкость к аммиачным испарениям, способность работать при перепадах температуры, широкий выбор мощностей и типов для разных зон свинарника.

Таблица 1 – Показатели ламп накаливания и люминесцентных ламп

Показатели	Лампы накаливания	Люминесцентные лампы (в т.ч. ДРЛ-250)
Основное назначение	Локальный обогрев поросят-сосунов (особенно в комбинации с брудерами)	Основное освещение помещений, стимуляция репродуктивных функций
Оптимальная интенсивность освещения	40–60 лк	60–70 лк
Продолжительность светового дня	12–16 часов	12–16 часов
Тепловыделение	Высокое (до 95 % энергии преобразуется в тепло)	Низкое (основная энергия идёт на освещение)
Влияние на микроклимат	Может вызывать локальные перегревы, особенно в тёплое время года; влияет на влажность	Стабильная температура и влажность, отсутствие локальных перегревов
Энергоэффективность	Низкая световая отдача (10–15 лм/Вт), высокое энергопотребление	Высокая световая отдача, экономия электроэнергии на 17,3 % по сравнению с лампами накаливания при той же освещённости

Срок службы	Короткий (~1000 часов)	Длительный (в 3–5 раз дольше, чем у ламп накаливания)
Стоимость	Низкая стоимость ламп, но высокие эксплуатационные затраты из-за энергопотребления и частой замены	Более высокая начальная стоимость, но меньшие эксплуатационные затраты в долгосрочной перспективе

Итоговые выводы: лампы накаливания эффективны для локального обогрева поросят-сосунов в первые 2–3 недели жизни, особенно в комбинации с брудерами; оптимальная интенсивность освещения для поросят — 40–60 лк, для свиноматок и откормочных групп — не выше 60 лк; важно контролировать температуру в зоне обогрева и высоту подвеса ламп (рекомендуемая начальная высота — около 800 мм над полом, с корректировкой по мере роста поросят);для экономии энергии и продления срока службы ламп целесообразно отключать их после достижения поросятами трёхнедельного возраста, когда потребность в дополнительном обогреве снижается; в целом лампы накаливания подходят для небольших ферм и подсобных помещений, но на крупных комплексах их целесообразно заменять на более энергоэффективные источники света с возможностью регулировки спектра и интенсивности.

Люминесцентные лампы: повышают репродуктивную функцию свиноматок за счёт оптимизации светового режима, улучшают рост и развитие молодняка, стабилизируют поведение животных, снижая стресс и агрессию, экономически выгодны благодаря низкому энергопотреблению и долгому сроку службы, лучше подходят для свинарников с точки зрения микроклимата (меньше тепла, равномерное освещение) [5].

Таким образом, лампы накаливания целесообразно использовать ограниченно — главным образом для локального обогрева поросят в ранний период жизни. Для основного освещения свинарников экономически и технологически оправдано применение люминесцентных ламп: они обеспечивают лучшие показатели продуктивности, улучшают физиологическое состояние животных и снижают эксплуатационные затраты. Переход на люминесцентное освещение повышает рентабельность свиноводческого предприятия за счёт комплексного воздействия на продуктивность и энергоэффективность.

Литература

1. Мохнаткин В.Г., Солонщиков П.Н. Расчет оптимальных условий для содержания животных и птиц в помещениях : учебное пособие / В. Г. Мохнаткин, П. Н. Солонщиков. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 64 с.
2. ГОСТ 28839–2017. Животные сельскохозяйственные. Свиньи. Зоотехнические требования к содержанию на откорме. : введён в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 июля 2017 г. № 712-ст. : дата введения: 01.07.2018. – Москва : Стандартинформ, 2017. — 16 с.
3. Соляник, А. В. Результаты моделирования температуры в логове поросят / А. В. Соляник, Т. В. Соляник, В. А. Соляник // КиберЛенинка. – 2024. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-modelirovaniya-temperatury-v-logove-porosyat/viewer (дата обращения: 26.03.2026).
4. Мельникова, Н. Л. Влияние режима освещения на репродуктивные показатели свиноматок / Н. Л. Мельникова, О. С. Яковлева // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Великий Новгород, 2025. – С. 123-130.
5. Саморукова, Т. А. Продуктивность и убойные качества свиней в период выращивания и откорма в зависимости от уровней и источников освещения : специальность 06.02.04 "Ветеринарная хирургия" : диссертация на соискание ученой степени кандидата

сельскохозяйственных наук / Саморукова Татьяна Альферитовна, 2007. – 114 с. – EDN TCXRTG.
6. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.
8. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
9. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.
10. Солонщиков, П. Н. Инженерное обеспечение процесса приготовления жидких кормовых смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию создания кафедры "Ремонт машин и технология конструкционных материалов", Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 128-131.
11. Технология получения комбикормов в хозяйствах / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. С. Ткачев [и др.] // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мичуринск, 13 февраля 2020 года. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – С. 144-149.
12. Толстоухова, И. А. Методы оценки качества дозирования при раздаче кормов мобильным кормораздатчиком / И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 222-223.

УДК 331.45

КОМПЛЕКС МЕР ПОДДЕРЖКИ РАБОТНИКОВ ЗАНЯТЫХ В ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА.

Пувкоев Т. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается вопросы обеспечения компенсаций и гарантий работникам при вредных и опасных условиях труда.
Ключевые слова: компенсации, вредные условия труда, тяжелые работы, опасные условия труда, рабочее время, отпуск, оплата труда, безопасность труда

В современных условиях, когда производственная деятельность становится все более сложной и технологичной, важнейшее значение приобретают вопросы безопасности и здоровья работников на производстве. К сожалению, даже в самых современных предприятиях существует риск для здоровья и жизни работников, связанный с вредными и опасными условиями труда. В этом контексте компенсации и гарантии, которые предоставляются работникам при таких условиях труда, становятся все более актуальными. В данной статье мы рассмотрим, какие нормативно правовые акты регулируют данную сферу, какие меры принимаются для обеспечения безопасности и здоровья работников на производстве, как компенсации и гарантии помогают защитить права работников, а также какие проблемы возникают при их реализации.

Какие нормативно правовые акты регулируют отношения между работодателем и работником при опасных и вредных условиях труда? Основными НПА [2], регулирующими компенсации и гарантии работникам при вредных и опасных условиях труда, являются:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации (статьи 212, 213), который определяет порядок установления дополнительных гарантий и компенсаций работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда. [3]
2. Закон РФ "О государственном надзоре и контроле за осуществлением предпринимательской деятельности" (статьи 17, 18), который устанавливает обязанности работодателей по обеспечению безопасных условий труда для своих работников и налагает ответственность за нарушение требований закона.
3. Постановление Правительства РФ от 30.12.2002 N 922 "Об утверждении перечня вредных и (или) опасных производственных факторов" и Перечень вредных производственных факторов и видов работ, на которых они возникают, утвержденный приказом Минтруда России от 25.12.2003 N 70, который определяет категории работников, имеющих право на дополнительные гарантии и компенсации при работе с вредными и (или) опасными условиями труда.
4. Федеральные законы "О труде в Российской Федерации" и "О защите прав потребителей", которые устанавливают требования к условиям труда, а также права и обязанности работников и работодателей.
5. Нормативные акты Министерства труда и социальной защиты РФ, в которых уточняются требования к условиям труда и права работников на дополнительные гарантии и компенсации при работе с вредными и (или) опасными условиями труда.

Какие меры принимаются для обеспечения безопасности и здоровья работников на производстве? Для обеспечения безопасности и здоровья работников на производстве принимаются следующие меры:

1. Оценка рисков и разработка плана безопасности на рабочем месте. Это включает определение потенциальных опасностей, анализ рисков и разработку мероприятий для их предотвращения или уменьшения
2. Обучение и тренировка работников. Работники должны получить необходимую информацию о безопасности и здоровье на рабочем месте, а также о том, как обеспечить их.

3. Безопасное оборудование. Опасные машины и оборудование должны быть оборудованы системами, которые предотвращают возможные опасности, а также должны регулярно проходить проверку и обслуживание.

4. Использование правильной одежды и защитных средств. Работники должны использовать правильную одежду и защитные средства, такие как очки, маски, перчатки и другие, которые могут защитить их от возможных опасных ситуаций.

5. Программа контроля за состоянием здоровья работников. Работники должны регулярно проверяться на наличие проблем со здоровьем, таких как наличие кожных болезней, аллергий, болезней дыхательных путей и другие.

6. Определение процедуры поступления в случае чрезвычайных ситуаций и несчастных случаев на рабочем месте. Работники должны знать, что делать в случае несчастного случая или чрезвычайной ситуации на рабочем месте, и иметь доступ к необходимым инструментам и оборудованию для обеспечения их безопасности и здоровья.

Эти меры помогают предотвратить возможные опасности на производстве и защитить здоровье и безопасность работников. Как компенсации и гарантии помогают защитить права работников? Компенсации и гарантии для сотрудников, которые работают в опасных и вредных условиях, помогают защитить их права и обеспечить их безопасность на рабочем месте. Эти компенсации и гарантии могут включать следующее:

1. Дополнительную оплату за работу в опасных и вредных условиях труда [3].

2. Обеспечение специальной одежды, средств защиты и оборудования для защиты от возможных пониженных условий труда. [1].

3. Гарантии социального обеспечения при травмах, заболеваниях и других последствиях, связанных с работой в опасных и вредных условиях труда [4].

4. Возможность проходить регулярные медицинские осмотры для мониторинга своего здоровья на работе.

5. Программы обучения и тренинга по безопасности, чтобы работники знали, как обезопасить свою работу и справляться с возможными рисками в своей профессии [5].

Такие компенсации и гарантии помогают защитить работников и обеспечивают им право на безопасную и здоровую работу. Они также помогают работодателям строго следить за соблюдением правил безопасности и защитой трудящихся от возможных рисков на рабочем месте.

Какие проблемы возникают при реализации компенсаций и гарантий работникам с вредными и опасными условиями труда?

При реализации компенсаций и гарантий работникам в условиях опасных и вредных трудовых условиях могут возникнуть следующие проблемы:

1. Недостаточное финансирование: компенсации и гарантии могут быть очень дорогостоящими, и не все компании могут себе позволить оплатить их.

2. Сложность определения уровня ущерба здоровью: иногда бывает сложно определить точный уровень ущерба здоровью, который причиняется работнику при выполнении опасных и вредных работ. Это может привести к тому, что работники не получат полной компенсации за свои потери.

3. Проблема создания правильных условий труда: не всегда компании могут обеспечить идеальные условия труда, чтобы снизить опасности и вред, связанные с работой в опасных и вредных условиях.

4. Проблема недостаточной мотивации: компенсации и гарантии могут не всегда быть достаточно мотивирующими, чтобы снизить риск травм и других опасностей на рабочем месте. Работники могут продолжать работать некорректно, несмотря на наличие компенсаций и гарантий.

5. Несправедливое распределение компенсаций: некоторые работники могут считать, что получают меньше компенсаций и гарантий, чем другие, что может привести к конфликтам среди работников и неудовлетворенности среди слабо оплачиваемых слоев населения. Итак, изучив различные аспекты компенсаций и гарантий для работников

вредных и опасных условий труда, можно сделать вывод, что такие меры являются необходимыми для защиты здоровья и безопасности работников, их мотивации и повышения качества производства. Однако, для полного соблюдения прав работников и повышения эффективности мер безопасности важно разработать адекватные и эффективные политики и методы компенсации, которые учитывали бы все аспекты этой проблемы и не приводили бы к несправедливостям и недоверию работников к своим работодателям. Только в таком случае работники могут чувствовать себя защищенными и уверенными в своем труде, что будет полезным как для них самих, так и для их работодателей и общества в целом.

Литература

1. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85. – EDN ZVZKDO.
2. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
3. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85. – EDN ZVZKDO.
4. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.
5. Шевченко, А. В. Обзор насосного оборудования для обеспечения водоснабжения ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 171-174.
6. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov. – DOI 10.1051/e3sconf/202447103005 // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005. – EDN BVTAWW.
7. Солонщиков, П. Н. Состояние вопроса о создании комфортных условий труда в процессе транспортировки персонала оперативно-выездных бригад / П. Н. Солонщиков, А. В. Владимиров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 184-186. – EDN RVDNWC.

УДК 628.1

НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ФЕРМ

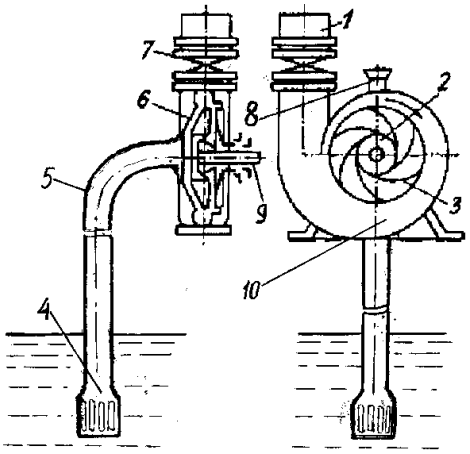
Решетников Н. М. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор насосного оборудования, которое используется на фермах и комплексах.
Ключевые слова: водоснабжение, установка, вода, насос, подача, напор, принцип работы, устройство, системы

Насосное оборудование. Из водоприемных сооружений воду подают потребителю с помощью насосов и водоподъемников. Из большого спектра насосов, выпускаемых нашей промышленностью, в практике сельскохозяйственного водоснабжения больше всех востребованны центробежные и вихревые насосы. Объясняется это их достоинствами: простотой в обслуживании, надежностью в эксплуатации и долговечностью.

Центробежные насосы консольного типа предназначены для всасывания и нагнетания воды из поверхностных водоисточников [1-6].

Устройство консольного центробежного насоса (рисунок 1): в корпусе 6, выполненного в виде спирали Архимеда, находится рабочее колесо 2. Оно жестко закреплено на валу 9 и представляет собой два диска, между которыми находятся профилированные лопасти 3. Рабочее колесо приводится во вращение от электродвигателя. Благодаря специальной геометрии лопастей при вращении рабочего колеса возникают центробежные силы.



1– нагнетательный трубопровод; 2 – рабочее колесо; 3 – лопасть; 4 – приемный клапан с фильтром; 5 – всасывающая труба; 6 – корпус; 7 – задвижка; 8 – пробка; 9 – вал; 10 – спиральный отвод

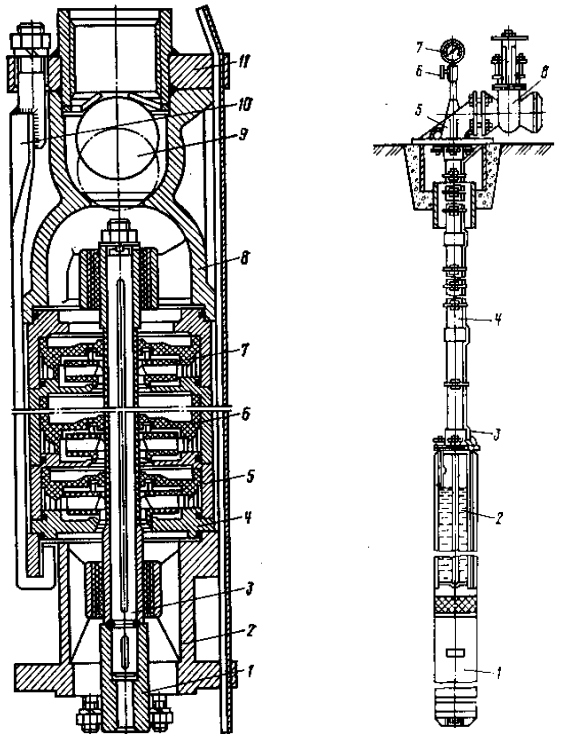
Рисунок 1 – Технологическая схема центробежного насоса

У корпуса имеются два патрубка: всасывающий 8 и напорный 7. К всасывающему патрубку подводится всасывающая труба 5, на конце которой закреплен обратный клапан с сеткой 1, а к напорному – нагнетательный трубопровод, по которому вода транспортируется потребителю.

Принцип работы: перед пуском корпус насоса и всасывающую трубу полностью заполняют водой. Для этого в самой верхней точке корпуса предусмотрено отверстие, закрываемое пробкой 8. После этого включают электродвигатель, который приводит во вращение вал и рабочее колесо. Вода, находящаяся в каналах между лопастями рабочего колеса, под действием центробежных сил отбрасывается от центра колеса к его периферии. В результате этого в центральной части рабочего колеса создается разрежение, а на периферии

давление, намного превышающее атмосферное. Под действием этого давления вода вытесняется по спиральному отводу 10 в нагнетательный трубопровод 1, присоединенный к напорному патрубку. Одновременно за счет разрежения в центре рабочего колеса вода из водоисточника поступает по всасывающей трубе в корпус насоса. Таким образом, создается беспрерывный поток воды в водоносной установке, в которую включен центробежный насос.

Погружной центробежный насос предназначен для подъема подземных вод из трубчатых колодцев. Они многоступенчатые, вертикального исполнения. Агрегат (рисунок 2, а) состоит из насоса 2, электродвигателя 1, водоподъемной трубы 4, станции управления (на рисунке не показана) и кабеля для питания 3 электродвигателя 1. Электродвигатель имеет специальную конструкцию, соединен с валом насоса и работает в воде, то есть непосредственно в межпластовом водоносном слое.



а б

а – схема установки погружного насоса: 1 – электродвигатель; 2 – насос; 3 – кабель; 4 - водоподъемные трубы; 5 – опорное колено; 6 – кран; 7 – манометр; б – разрез погружного насоса 1 – соединительная муфта; 2 – ступица основания; 3 – вал; 4 – диск; 5 – обойма; 6 – направляющий аппарат; 7 – рабочее колесо; 8 – ступица верхнего подшипника; 9 – клапан; 10 – стяжка; 11 – головка

Рисунок 2 – Погружной центробежный насос

Насос (рисунок 2, б) состоит из нескольких ступеней рабочих колес 7, установленных в направляющих аппаратах 6 и разделенных перегородками (дисками) 4. Благодаря последовательному соединению рабочих колес эти насосы могут обеспечивать большой напор до 300 м вод. ст.

Принцип работы (рисунок 2, б): при включении электродвигателя приводится во вращение вал насоса 3 с закрепленными на нем рабочими колесами 7. Под действием центробежной силы вода выбрасывается на перифирию, поступает в каналы направляющих аппаратов 6. При этом в центре рабочего колеса так же, как у консольного центробежного насоса, создается разрежение, за счет которого вода из трубчатого колодца через приемные окна с сеткой поступает к первому (нижнему) рабочему колесу. Это колесо передает воду по каналам направляющего аппарата к центру второго рабочего колеса, затем последовательно

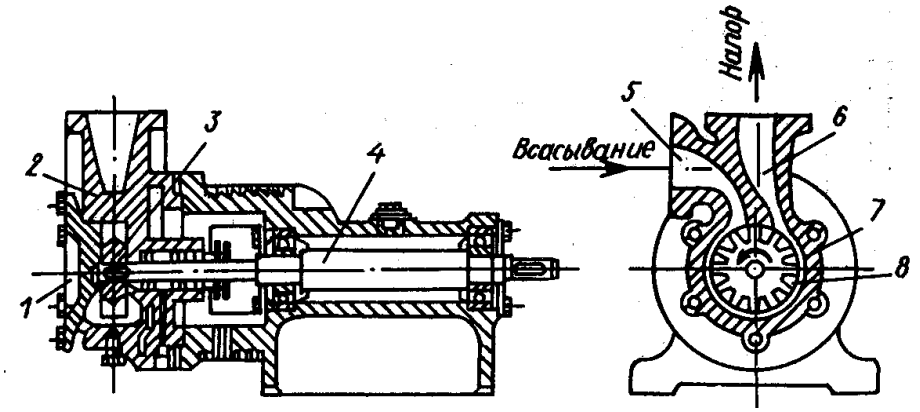
она проходит все секции насоса, постепенно наращивая напор, и направляется через водоподъемную трубу в водопроводную сеть.

Наибольшее распространение в животноводстве имеют консольные центробежные насосы типа К и КМ и погружные насосы типа ЭЦВ. В настоящее время в нашей стране принята маркировка насосов по основным техническим показателям: подаче и напору.

Большинство насосов маркируется следующим образом: после буквенного обозначения (марки) ставят через тире или косую черту две цифры – номинальную подачу, $м^3/ч$ и номинальный напор столба жидкости, м. Например, консольный насос с подачей 125 $м^3/ч$ и напором 30 м обозначается так: К125-30 или К125/30. Погружные насосы типа ЭЦВ, например ЭЦВ 4-1-45, имеют следующую расшифровку: Э – электрический, Ц – центробежный, В – для чистой воды, 4 – минимальный диаметр буровой скважины в дюймах ($d_{скв} = 4 \cdot 25 = 100$ мм), 1 – подача, $м^3/ч$; 45 – напор, м вод.ст.

Вихревой насос – это разновидность насосов трения из числа динамических насосов. Он предназначен для перекачки чистой воды с относительно небольшой подачей, но с достаточно большим напором (в 2…3 раза больше, чем у центробежного при одинаковом диаметре рабочего колеса).

Устройство (рисунок 3): в корпусе насоса 2 на валу 4 жестко закреплено рабочее колесо 3. Оно представляет собой диск толщиной 8…10 мм с радиальными лопатками. Внутри между корпусом и рабочим колесом имеется кольцевой зазор (канал) 7. Вихревой насос в отличие от центробежного является самовсасывающим, поэтому вход и выход у него взаимозаменяемы.



1 – флянец; 2 – корпус; 3 – рабочее колесо; 4 – вал; 5 – всасывающий патрубок; 6 – нагнетательный патрубок; 7 – кольцевой зазор; 8 – межлопаточная полость

Рисунок 3 – Вихревой насос

Принцип работы: перед самым первым пуском насоса его корпус заполняют водой. Затем приводят во вращение рабочее колесо, лопатки которого оказывают силовое воздействие на воду, приводя ее в движение. Характер движения при этом сложный по двум причинам:

- частицы воды вращаются вместе с рабочим колесом;
- под действием центробежных и центростремительных сил создается вихревое циркуляционное движение частиц воды в пространстве между межлопаточными полостями и кольцевым каналом.

Таким образом, при прохождении межлопаточных полостей колеса на пути от входа в кольцевой канал до выхода из него, жидкость получает многократное приращение энергии. По этой причине при одном и том же диаметре рабочего колеса вихревые насосы развивают напоры большие, чем центробежные. Благодаря этому вихревые насосы имеют меньшие габариты и массу по сравнению с центробежными насосами таких же рабочих параметров.

Недостатком вихревых насосов является низкий КПД, не превышающий 45 %. Наиболее распространенные конструкции имеют КПД 35…38 %.

На рисунке 85 показано, что всасывающий патрубок имеет вертикальный участок. Это исключает вытекание воды при неработающем насосе. При повторном пуске воздух из всасывающей трубы удаляется самим насосом, в результате чего в ней создается разрежение, и вода из источника под действием атмосферного давления поступает в корпус насоса.

Вихревые насосы получили в настоящее время широкое распространение в системах водоснабжения для перекачивания чистых жидкостей. Их применяют, когда требуется получить большой напор при малой подаче.

Вихревые насосы изготовляют на подачу до 12 дм^3/с. Напор вихревых насосов достигает 100 м, мощность доходит до 20 кВт, коэффициент быстроходности 6…40.

Промышленность выпускает одноступенчатые вихревые насосы типа ВК, ВКС и ВКО. Насосы типа ВКС – самовсасывающие, типа ВКО – с обогревом. В обозначении насоса буквы указывают тип насоса, первые цифры подачу, вторые – напор. Например, обозначение насоса ВКС-2/26 означает: насос вихревой консольный самовсасывающий с номинальной подачей 2 дм^3/с и номинальным напором 26 м вод.ст.

Промышленность выпускает центробежновихревые насосы в едином корпусе. Центробежное колесо, как правило, располагают перед вихревым, то есть вода сначала попадает в центробежное колесо, где создается небольшое давление, которое затем повышается вихревым колесом. При таком сочетании достигаются большие напоры при относительно малой подаче. Промышленность выпускает центробежновихревые насосы типа ЦВК с указанием подачи (первая цифра) и напора (вторая цифра). КПД у этих насосов несколько выше, чем у вихревых, и достигает 0,45…0,48.

Литература

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619220 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при различной скорости движения потока» : № 2024617811 : заявл. 11.04.2024 : опубл. 22.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN NWNPHC.
3. Солонщиков, П. Н. Исследование и оптимизация режимов работы питающего устройства установки для приготовления жидких кормовых смесей / П. Н. Солонщиков. – DOI 10.24412/2227-9407-2024-12-24-35 // Вестник НГИЭИ. – 2024. – № 12 (163). – С. 24-35. – EDN ZHNWZQ.
4. Программа управления системой дозирования сухих сыпучих компонентов комбикорма / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Н. Пронин [и др.]. – DOI 10.31857/S2500208224010187 // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 1. – С. 82-88. –. – EDN FMPJZS.
5. Патент на полезную модель № 140131 U1 Российская Федерация, МПК B02C 9/00. Дробилка с пневматической загрузкой материала : № 2013140549/13 : заявл. 02.09.2013 : опубл. 27.04.2014 / П. А. Савиных, В. Н. Нечаев, С. Ю. Булатов ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородский государственный инженерно-экономический институт (НГИЭИ). – EDN PNNMXR.
6. Булатов, С. Ю. Исследование процесса дозирования компонентов комбикорма шнеком ДШ-100 / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Г. Сергеев // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 10 (292). – С. 36-40. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-10-36-40. – EDN PDGNKY.

УДК 645.497.212

ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА ВЫСОТЕ

Решетников Н. М. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье приведён обзор плюсов и минусов, а также необходимые требования к организации работ со стремянкой.

Ключевые слова: Стремянка, работа на высоте, безопасность, эксплуатация стремянок

Двусторонняя лестница с перекладинами Krause STABILO 2x10 перекладин 124937 это алюминиевая конструкция, которая широко используется при выполнении различных высотных работ. Специальные страховочные ремни обеспечивают устойчивое положение стремянки во время работы. Перекладины прочно соединены с боковинами посредством развальцовки по периметру, что гарантирует высокую надежность и безопасность данной модели лестницы [1].

Изготовителем является немецкая компания «Krause». Компания KRAUSE – известный в Европе и России немецкий бренд – производитель лестниц, стремянок и прочих подъёмных конструкций, основанный в 1900 году в городе Альсфельд. Предприятие с вековыми традициями неизменно следует принципам высокого качества, инноваций и безопасности в производстве подъёмных систем из алюминия [2].

Технические характеристики Krause 2x10 124937

Тип……...двухсекционная
Материал……...алюминий
Рабочая высота……4,35 м
Ширина ступеней……30 мм
Ширина лестницы…….690 мм
Количество ступеней…….....2x10 шт
Стремянка……...да
Размер в сложенном состоянии……... 291x69x15 см
Толщина профиля… ……1.25 мм
Вес нетто……..….. 10,9 кг
Класс товара…….....Профессиональный



Рисунок 1 – Стремянка Krause STABILO 2x10

Особенностями данной лестницы являются:

1. Прочное соединение. Перекладины лестницы выполнены из туннельного профиля и прочно присоединены к боковинам посредством развальцовки по периметру.

2. Безопасная конструкция. Специальные стягивающие ремни надежно удерживают две секции двусторонней лестницы с перекладинами, не давая им разъезжаться.

3. **Устойчивость**. Опорные заглушки из нескользящего материала гарантируют высокую устойчивость лестницы даже на гладком полу [1,2,3,4,5,6,7,8]

Плюсами данной лестницы являются:

- не требует специального обслуживания;
- долгий срок эксплуатации;
- стягивающие ремни устойчивы к атмосферному воздействию и сварочным искрам;
- прочные шарниры с многократным винтовым креплением;
- большие профилированные алюминиевые перекладины;
- направляюще-фиксирующие накладки для сцепления секций при транспортировке.

Минусами данной лестницы являются:

- высокая стоимость
- тяжелее аналогичных лестниц
- отсутствие резинового покрытия на ступеньках
- отсутствие полочки для инструментов

Помимо плюсов и минусов так же существуют общие требования по эксплуатации стремянок и лестниц.

Перед использованием визуально проверьте целостность изделия и убедитесь в отсутствии неисправностей. Не используйте поврежденную лестницу. Визуально проверяйте лестницу и ступени перед каждым использованием. Не превышайте допустимую нагрузку на лестницу. Запрещено использовать лестницу на неровной или мягкой поверхности. Запрещено свешиваться с лестницы.

Запрещено применять лестницу на загрязненной поверхности. Запрещено находиться на ступеньках лестницы или стремянки более, чем одному человеку. Во время спуска или подъема на лестницу необходимо всегда находится лицом к лестнице. Крепко держитесь за лестницу во время подъёма, спуска и работы на ней. Не допускайте чрезмерной боковой нагрузки на лестницу, например, при сверлении твердых материалов. Не поднимайте тяжелое или громоздкое оборудование по лестнице. Одевайте удобную обувь при использовании лестницы.

Запрещено использовать лестницу, если вы чувствуете недомогание. Небезопасно использовать лестницу в определенных медицинских состояниях, под действием определенных препаратов, в состоянии алкогольного или наркотического опьянения.

Перед использованием лестницы убедитесь, что рядом нет электрических линий и оборудования, представляющего опасность для человека. При наличии рисков использовать лестницу запрещено. Не используйте лестницу в качестве моста. Не используйте лестницу для перехода на другую поверхность. Перед использованием лестница должна быть полностью открыта. Используйте лестницу только при наличии страховочных ремней. Не используйте стремянки в качестве приставных лестниц.

- при использовании лестницы необходимо делать регулярные перерывы на отдых (усталость - это риск).
- при транспортировке лестницу необходимо закрепить должным образом для предупреждения повреждений.
- убедитесь, что выбранный тип лестницы соответствует проводимому виду работ.
- не используйте лестницу в неблагоприятных погодных условиях, например, при сильном ветре.
- перед установкой лестницы учитывайте опасность столкновения с другими предметами и людьми, например, с прохожими, автомобилями или дверьми. по возможности закройте двери (за исключением пожарных выходов) и окна в зоне работ.
- используйте лестницы из токонепроводящих материалов при проведении электромонтажных работ.
- менять конструкцию лестницы запрещено.
- запрещено передвигать лестницу во время пребывания на ней.

Ремонт, техническое обслуживание и хранение.

Ремонт лестницы должен осуществлять только квалифицированный персонал. Для замены деталей или ремонта свяжитесь с производителем (например, опор). Лестница должны хранится в соответствии с инструкциями производителя. Лестница не должна храниться в местах, условия в которых приведут к ее повреждению (например, во влажных или слишком хорошо отапливаемых помещениях и т. д.). Лестница должна храниться в горизонтальном положении. Лестница должна хранится в местах, исключающих загрязнения и повреждения транспортными средствами, тяжелыми предметами. Лестница должна хранится в местах, где она не будет препятствием и не создаст опасность падения. Лестница должна хранится в защищенном месте, исключающем возможность использовать ее в криминальных целях. Лестница должна хранится в защищенном от несанкционированного использования места (например, в месте, недоступном для детей) [3].

Таким образом, были учтены все плюсы и минусы, а также общие требования по эксплуатации стремянок и лестниц.

При обзоре средства безопасности работы на высоте с использованием стремянки «KRAUSE STABILO 2x10 124937» было выявлено, что данная лестница, при соблюдении общих требований безопасности достаточно надёжная и практичная, однако, обладает высокой стоимостью.

Литература

1. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.

2. Солонщиков, П. Н. Обеспечение безопасности при эксплуатации установки для приготовления жидких смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков. – Киров : Радуга-ПРЕСС", 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-605-11953-1.

3. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.

4. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85.

5. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.

6. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.

7. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.

УДК 628.8

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОРЫВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ: ОТ МИКРОКЛИМАТА ДО УМНОЙ ФЕРМЫ

Решетников Н. М. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена комплексному обзору технологий и оборудования для создания оптимального микроклимата в животноводческих помещениях. Рассмотрено влияние основных факторов среды (температура, влажность, запыленность, газовый состав) на здоровье и продуктивность крупного рогатого скота. Материал предназначен для руководителей и технологов животноводческих предприятий, планирующих модернизацию производства и переход к автоматизированным системам управления.

Ключевые слова: микроклимат, животноводство, вентиляция, панели испарительного охлаждения, рекуперация, цифровизация, автоматизация, умная ферма

Современное животноводство перестает быть консервативной отраслью. Сегодня эффективность фермы зависит не только от качества кормов и породы скота, но и от точности инженерных решений. Микроклимат помещения, в котором животные проводят большую часть жизни, напрямую влияет на их здоровье и производительность, а значит, на прибыль хозяйства. В условиях высокой конкуренции и роста требований к рентабельности внедрение комплексных систем механизации становится необходимым условием успешного развития предприятия [1-3].

Цель данной статьи – рассмотреть пять ключевых технологий, формирующих облик современной животноводческой фермы: создание идеального микроклимата с помощью панелей испарительного охлаждения и рекуперативных систем осушения, цифровизацию ухода за оборудованием (Lubratec SmartApp), экологичную переработку отходов (SmartBioSystem) и единый центр управления на базе системы диспетчеризации ОВЕН.

Микроклимат может оказывать как прямое, так и косвенное влияние на продуктивность животных. Он зависит от температуры, влажности, скорости движения воздуха, освещенности, запыленности и концентрации вредных газов (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние факторов микроклимата на организм животных

Фактор	Влияние на организм	Нормативные значения
Пыль	Раздражение органов дыхания, воспаления, инфекции	Для взрослых коров: 1,0–1,5 мг/м³
Освещение	Регулирует обмен веществ, иммунитет, продуктивность	Естественное освещение через светоаэрационный конек
Температура	Ниже 12°С – энергия корма тратится на обогрев; выше 32°С – снижение аппетита, нарушение пищеварения	Ниже 30°С
Влажность	При повышенной влажности – плесень, грибки, болезнетворные микроорганизмы	Около 70%
Газы (NH_3, CO_2, H_2S)	Аммиак – болезни органов дыхания; сероводород – отравления; углекислый газ – снижение иммунитета	Контроль датчиками, автоматическое включение вентиляции

Рекомендуется установка в коровнике датчиков аммиака и углекислого газа с автоматическим управлением системой вентиляции при отклонении от нормы.

Одной из главных проблем животноводческих помещений в летний период является тепловой стресс. Традиционные вентиляторы не решают проблему, так как лишь перемещают горячий воздух. В регионах с температурой выше 30°С применяются специализированные системы охлаждения [4-8].

Принцип работы Pad Cooling. Специальные сотовые панели, устанавливаемые снаружи здания, смачиваются водой. Воздух, проходя через них, охлаждается за счет испарения воды на 5–10°С без использования вредных хладагентов. Охлажденный воздух подается внутрь помещения, система работает в комплексе с туннельной вентиляцией.

Технические характеристики:

1. Снижение температуры входящего воздуха на 5–7 °С Достигается за счёт толщины кассет (10 см или 15 см);
2. Насос: 12 м³/ч при напоре 8 м;
3. Мощность насоса: 0,37 кВт (обеспечивает работу систем длиной до 36 м.



Рисунок 1 – Система Pad Cooling

Альтернативная технология – охлаждение туманом. В воздухе распыляются мельчайшие частицы воды, что позволяет снизить температуру на 10–12°С. Такая система широко применяется в открытых пространствах.

Преимущества панелей испарительного охлаждения:

1. равномерная подача воздуха без сквозняков;
2. низкое энергопотребление по сравнению с компрессорными кондиционерами;
3. фильтрация воздуха от пыли и пуха;
4. простота обслуживания и экологичность (используется только вода).



Рисунок 2 – Кровельный рекуператор для вентиляции с сохранением тепла

Кровельного рекуператора – предназначены для организованного притока свежего воздуха и удаления, отработанного из помещений с высокими требованиями к микроклимату: коровники, свинарники, птицефабрики, а также производственные и складские здания. Основное преимущество – установка на кровле экономит внутреннее пространство фермы и позволяет обслуживать большие площади.

Принцип работы – установка содержит два независимых вентиляционных канала (приточный и вытяжной) и пластинчатый или роторный теплообменник. Теплый влажный воздух из помещения, проходя через теплообменник, отдает свою тепловую энергию холодному свежему воздуху, поступающему с улицы. При этом воздушные потоки не смешиваются. В холодное время года это позволяет нагревать приточный воздух до +10…+15 °С без использования дополнительных нагревателей, что дает существенную экономию энергоресурсов.

Таблица 2 – Ключевые параметры оборудования

Параметры	Значение/Диапазон
Производительность по воздуху	от 500 до 10 000 м³/ч (в зависимости от типоразмера)
Эффективность рекуперации тепла	до 75–85% (для пластинчатых теплообменников)
Материал теплообменника	алюминий, полипропилен (устойчив к агрессивной среде)
Мощность электродвигателей вентиляторов	от 0,25 до 5,5 кВт (на каждый канал)
Диапазон рабочих температур	от –30 до +40 °С
Фильтрация	фильтры класса G3–G4 на притоке (очистка от пыли и пуха)

Для эффективного воздухообмена применяются различные виды систем вентиляции:

1. Вытяжные стеновые вентиляторы – простая и экономичная конструкция;
2. Туннельная вентиляция – предпочтительна при высоких температурах и вентиляционные шахты;
3. Разгонные вентиляторы – перемешивают воздушные массы, снижают концентрацию аммиака; естественная вентиляция через светоаэрационный конек.

Животноводческий комплекс производит огромный объем отходов. Традиционные лагуны для навоза занимают большие площади и создают экологические риски.

SmartBioSystem – комплексная система биологической переработки органических отходов на основе анаэробного сбраживания в биогазовых установках. Решение позволяет не только утилизировать отходы с нулевым негативным воздействием на окружающую среду, но и превращать их в прибыльные ресурсы: тепловую и электрическую энергию, а также высококачественные органические удобрения:

Назначение и область применения: Система предназначена для переработки навоза, помёта, силоса, остатков кормов и других органических отходов животноводческих и птицеводческих комплексов. Может применяться на фермах КРС, свиноводческих и птицеводческих предприятиях, а также на биоэнергетических комплексах, интегрированных в сельскохозяйственное производство [5,9,10].

Принцип работы (анаэробное сбраживание).

Процесс происходит в герметичных реакторах (биореакторах) при участии специальных бактерий в бескислородной среде [11,12]. Органическая масса подвергается гидролизу, ацидогенезу, ацетогенезу и метаногенезу. В результате сложных биохимических процессов образуются два основных продукта:

1. Биогаз (метан) – используется в когенерационных установках для производства тепла и электроэнергии, покрывающих нужды фермы;

2. Высококачественные органические удобрения (дигестат) – обеззараженный субстрат без запаха и семян сорняков, легко усваиваемый растениями.

Технические характеристики SmartBioSystem (на примере установок средней и большой мощности).

Таблица 3 – Технические характеристики SmartBioSystem

Параметры	Значение/Диапазон
Производительность по переработке	от 500 до 50 000 тонн/год (в зависимости от типоразмера)
Объём биореактора	от 50 до 5 000 м³ (модульное исполнение)
Температурный режим сбраживания	мезофильный (35–40 °C) или термофильный (50–55 °C)
Выход биогаза	20–40 м³ на тонну сырья (в зависимости от типа и влажности)
Электрическая мощность когенерационной установки	от 30 кВт до 2 МВт и более
Тепловая мощность когенерационной установки	от 50 кВт до 3 МВт и более
Напряжение питания	380 В, 50 Гц (оборудование); 0,4–10 кВ (когенерация)
Автоматизация	полноценная SCADA-система, контроль pH, температуры, уровня, газового состава, удалённый мониторинг
КПД когенерации	до 85–90% (совместное производство тепла и электроэнергии)

Аппаратно-программный комплекс позволяет собирать данные с датчиков температуры, влажности, давления, содержания газов, работы двигателей в единый диспетчерский пункт.

Компоненты системы диспетчеризации объединяет четыре ключевых компонента: датчики и сенсоры, программируемые логические контроллеры (ПЛК), исполнительные устройства, а также сервер с SCADA-системой для визуализации, архивирования и анализа данных. Такая архитектура обеспечивает полную автоматизацию основных технологических процессов – освещения, кормораздачи, климата, поения и навозоудаления. Возможность удалённого контроля через веб-интерфейс или мобильное приложение, оперативная аварийная сигнализация (SMS, e-mail, push-уведомления) и инструменты аналитики позволяют не только своевременно реагировать на отклонения, но и оптимизировать затраты. Внедрение данной системы превращает разрозненное оборудование в единый управляемый организм, повышая надёжность производства и эффективность управления фермой.

Литература

1. Вентиляция и кондиционирование // ОВЕН : официальный сайт. – URL: https://owen.ru/catalog/ventilyaciya_i_kondicionirovanie (дата обращения: 28.03.2026).

2. Исследование устройства измельчения сыпучих материалов скалывающего типа / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 2 (30). – С. 57-63. – EDN WAVXBH.

3. Как улучшить микроклимат в коровнике и увеличить прибыль // Электропастырь : сайт компании. – URL: https://electropastyx.ru/blog/kak-uluchshit-mikroklimat-v-korovnike-i-uvelichit-pribyl/ (дата обращения: 28.03.2026).

4. Кровельные рекуператоры для животноводства // Турков : официальный сайт компании. – URL: https://turkov.ru/catalog/ventilyatsiya/kryshnye_ventilyatory/ (дата обращения: 28.03.2026).
5. Наймушин, Д. А. Мобильные кормораздатчики на фермах КРС / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 394-398.
6. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.
7. Никитин, Е. А. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 37-46.
8. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
9. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.
11. Система охлаждения Pad Cooling // Agrovent : официальный сайт производителя. –URL: https://agrovent.ru/catalog/sistemy-ohlazhdeniya/ (дата обращения: 28.03.2026).
12. Технология получения хвойной муки из хвойной лапки // Bio174. – URL: https://bio174.ucoz.com/index/tekhnologija_khvojnoj_muki/0-17 (дата обращения: 28.03.2026).

УДК 614.846

ПРИЕМ И ПОСТАНОВКА ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА БОЕВОЕ ДЕЖУРСТВО

Русских Е. Е. – обучающийся 4 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены особенности приема и постановки пожарных автомобилей на боевое дежурство. Описано их основное назначение, а также их характеристика

Ключевые слова: пожарные автомобили, боевое дежурство, техническое обслуживание, обкатка, прием, постановка

Пожарный автомобиль - оперативное транспортное средство на базе автомобильного шасси, которое оснащено пожарно-техническим вооружением, оборудованием и используемое при пожарно-спасательных работах. Специальные пожарные автомобили - мобильные средства пожаротушения, предназначенные для выполнения и обеспечения специальных работ на пожаре и проведения других аварийно-спасательных работ на месте чрезвычайной ситуации. Пожарный автомобиль (ПМ), поступивший на вооружение в гарнизон, приказом начальника ГУ МЧС России закрепляется за эксплуатирующим подразделением. Для приёмки прибывшего в подразделение ПА (ПМ) руководителем территориального органа назначается комиссия в составе: председатель – начальник управления (заместитель начальника) материально-технического обеспечения, члены комиссии - представитель отдела вооружения и техники, начальник (заместитель начальника) ПТЦ (отряда, части ТС), начальник (заместитель начальника) пожарной части и старший водитель (водитель) подразделения, в которое передаётся ПА (ПМ) [1-5]. Для приемки ПА руководителем органа управления назначается комиссия в составе: председатель – представитель отдела пожарной техники, члены – начальник ПТЦ, отряда, части технической службы, руководитель и старший водитель подразделения в которое передается автомобиль.

Комиссия обязана проверить:

- наличие положенной документации;
- укомплектованность пожарного автомобиля согласно описи;
- техническое состояние пожарного автомобиля (внешним осмотром, пуском и прослушиванием двигателя, диагностированием агрегатов и систем, испытанием на ходу, включением и работой специальных агрегатов).

Приемка ПА оформляется актом (о результатах председатель комиссии докладывает начальнику). Поступивший в подразделение новый пожарный автомобиль в установленный срок регистрируется в Госавтоинспекции и перед постановкой на боевое дежурство должен пройти обкатку. Обкатка пожарных автомобилей осуществляется в соответствии с требованиями заводов-изготовителей. Обкатку производит старший водитель (водитель) подразделения ГПС под руководством назначенного начальника караула.

Результаты обкатки заносятся в формуляр пожарного автомобиля.

После обкатки выполняется техническое обслуживание №1.

Постановка пожарного автомобиля на боевое дежурство и закрепление его за водителями производятся руководителем подразделения ГПС.

Процедура приёма - передача пожарного автомобиля (агрегата) между подразделениями ФПС производится на основании приказа (распоряжения) руководителя территориального органа в соответствии с требованиями руководящих документов, бухгалтерской отчётности. Процедура передачи оформляется актом, утверждаемым начальником территориального органа.

Приём, передача пожарного автомобиля (агрегата) от иных организаций (лиц) регулируется действующим законодательством.

Поступившие в подразделения новые ПА (ПМ) и другая автотранспортная техника закрепляется за водителями, в установленный срок проходят процедуру страхования и реги-

стрируются в ГИБДД согласно действующему законодательству. Перед постановкой на дежурство ПА (ПМ) должны пройти обкатку, а специальное оборудование - наработку в соответствии с требованиями заводов-изготовителей. Обкатку проводит старший водитель (закрепленный водитель) подразделения под руководством назначенного начальника караула (согласно специализации), ответственного за эксплуатацию пожарной техники. Перед обкаткой водитель должен изучить руководство (инструкцию) по эксплуатации ПА (ПМ) и базового шасси, проверить его техническое состояние, обратив особое внимание на исправность элементов, указанных в перечне систем, узлов, агрегатов, влияющих на безопасность работы, топливную экономичность и состояние окружающей среды, и заправить необходимыми эксплуатационными жидкостями. Результаты обкатки заносятся в формуляр ПА (ПМ). После обкатки (наработки) выполняется ТО шасси в объёме работ, рекомендуемых руководством (инструкцией) по эксплуатации ПА (ПМ) (базового шасси), а специальное оборудование – в объёме работ первого технического обслуживания. Постановка ПА (ПМ) на дежурство (включение в расчёт) и закрепление её за водителями производится согласно письменному приказу руководителя подразделения. Дата и номера приказов о вводе ПА (ПМ) в эксплуатацию и закрепление за водителями заносятся в формуляр. Закрепление оперативно-служебных автомобилей за должностными лицами и порядок эксплуатации этих автомобилей осуществляется согласно письменному приказу начальника ГУ МЧС России (в отдельных случаях – согласно письменному приказу начальника отряда ФПС).

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.
2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.
3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.
4. Солонщиков, П. Н. Защитные сооружения : учебное пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин, А. В. Якимов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – 34 с.
5. Солонщиков, П. Н. Защита продовольствия, кормов и водоисточников от радиоактивного, химического и бактериологического заражения : учебное пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин, А. В. Якимов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – 27 с.

УДК 631.5

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО РАПСА

Самылов В. С. - обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается существующие технологии возделывания ярового рапса (однолетних трав). Рассмотрена возможность улучшения показателей предпосевной обработки почвы при соблюдении технологических особенностей, обеспечивающих качественное возделывание ярового рапса.

Ключевые слова: яровой рапс, однолетние травы, вспашка, комбинированный агрегат

Рапс – это однолетнее растение, гибрид капусты и сурепицы. У рапса нет единого предка в дикой природе, он является результатом естественного скрещивания.

Масло из семян рапса входит в тройку главных источников растительного масла в мире. Концентрация масла в семенах очень высокая и достигает более 40-45 % [1].

Рапс занимает второе по популярности место среди масличных культур мира, уступая сое. Он по праву считается многофункциональным растением: рапсовое масло широко используется в пищевой и фармацевтической промышленности [1].

Пищевая промышленность.

Рапсовое масло входит в состав маргаринов и спредов, на его основе производят майонезы, мороженое и жиры для кондитерских изделий. Масло используется в приготовлении детских пюре и смесей.

В кулинарии на рапсовом масле жарят и запекают овощи и мясо, а также заправляют им салаты. Масло используется в маринадах и соусах.

Фармацевтика и топливная энергетика.

Рапсовое масло необходимо для производства метиловых и этиловых кислот, которые входят в состав экологичного биодизельного топлива. Техническое рапсовое масло, непригодное для питания, входит в состав смазочных средств для дизельных двигателей и топливного оборудования. Такое масло, в отличие от пищевого, содержит большое количество эруковой кислоты.

Медицина и косметология также не обходятся без масла из семян рапса. Оно благотворно влияет на проблемную кожу и ухаживает за волосами. Масло входит в состав мыла, лосьонов и кремов. Рапсовое масло употребляют в пищу для профилактики болезней сердца, поддержания здоровья печени, мозга, поджелудочной железы.

Сельское хозяйство.

Помимо выращивания рапса для производства масла, существуют другие способы его применения в сельском хозяйстве. Зеленая масса рапса (соцветия, листья, стебли), травяная мука и сено из растения используются для кормления сельскохозяйственных животных. В корм свиней, крупного и мелкого рогатого скота, добавляют продукты переработки рапса (жмых и шрот), богатые растительным белком.

Аграрии выращивают рапс в качестве природного удобрения – сидерата, который вносят в почву или добавляют в компост [1].

Технология возделывания ярового рапса.

Его высевают весной. Как только появляются первые всходы, растение начинает быстро развиваться в процессе вегетации. Норма высева рапса ярового на 1 га составляет 9-12 кг для рядового способа посева, а для широкорядного рекомендуется 7-8 кг/га. Семена ярового рапса сажают на глубине от 3 до 4 см.

Все фазы развития рапса ярового проходят в период с весны до осени, поскольку зима для этого типа растения слишком холодная. Яровой рапс может выдерживать температуры до –5 °С, и лишь на короткое время. Так же, как и озимый, яровой рапс замедляет вегетацию при высоких плюсовых температурах (от 30 °С) и любит влажный климат.

Яровой рапс в России дает меньший урожай, чем озимый, поскольку ему не хватает влаги весной и летом. Растение позже формирует цветоносы и быстро растет.

Рядовым способом рапс высевают с междурядьями от 12 до 15 см. Это расстояние оптимально для высева и улучшает качество перезимовки для озимого рапса. Для широкорядного посева междурядья составляют 30-45 см.

Для возделывания яровой формы рапса почву готовят с осени. Площадь под посевы освобождают от растения-предшественника: для этого пожнивно-корневые остатки измельчают и равномерно распределяют в почве. Посевные механически освобождают от сорняков, вносят азотные, калийные, борные и серные удобрения. Под рапс вносят азот для покрытия 50 % потребности. Органические удобрения вносят под предшественника.

Для выращивания рапса оптимальны почвы со средним содержанием гумуса (2-3 %), рыхлые по структуре. Таким образом, глинистые почвы непригодны для масличной культуры [1].

В нашей стране в структуре посевных площадей кормовых культур однолетние травы занимают второе место после многолетних трав, а в валовом производстве кормов третье место после многолетних трав и кукурузы [2].

Возделывание однолетних трав требует внедрения современных технологий для повышения эффективности и устойчивости. Ключевые аспекты:

1. Применение высококачественного семенного материала

Применение высококачественного семенного материала важно для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур. От качества семян зависит величина и качество урожая.

Высокая всхожесть семян важна, так как от неё зависит число сохранившихся растений к уборке, густота продуктивного стеблестоя, а следовательно, и урожайность возделываемой культуры [3].

Для повышения качества семян используют, например, термическую обработку, протравливание, дражирование, барботирование и другие методы предпосевной обработки.

2. Расчёт оптимальной нормы высева с учётом почвенно-агроклиматических условий района возделывания. Норма высева определяет число растений на 1 м².

Для одной и той же возделываемой культуры норма высева может отличаться. Например, при выращивании культуры на силос нормы высева будут выше, чем при выращивании на зерно. В южных районах страны нормы высева ниже по сравнению с северными регионами [3].

3. Равномерная глубина посева. Цель возделывания сельскохозяйственных культур — достижение равномерной и высокой полевой всхожести.

Неодинаковая глубина посева вызывает неравномерные всходы, снижение полевой всхожести и ведёт к развитию разных стеблестоев. Такие посевы не позволяют эффективно проводить подкормку азотом, защиту от болезней.

4. Целенаправленная борьба с сорняками. Для реализации высокой урожайности сорта необходимо как можно раньше исключить влияние сорняков, конкурирующих с культурными растениями за факторы роста.

Целенаправленная борьба с сорняками важна для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Сорняки конкурируют с культурными растениями за питание, влагу и солнечный свет, что приводит к снижению качества и количества урожая.

Выбор способов борьбы с сорняками зависит от многих факторов: выращиваемой культуры, типа почвы, климата местности и микроклимата участка, потребностей производителя сельскохозяйственной продукции.

5. Использование комбинированных агрегатов. Они выполняют за один проход несколько технологических операций, что позволяет снизить расход топлива [2].

Исследования показывают, что применение комбинированных агрегатов позволяет снизить затраты труда на 30–50%, расход топлива на 20–30%, металлоёмкость на 20–25%, а урожайность многих культур повысить на 10–15% [2, 4].

6. Совмещение вспашки с предпосевной обработкой. Это позволяет на 12–16% снизить расход топлива и повысить качество подготовки почвы.

Использование комбинированных машин и агрегатов, позволяет за один проход выполнять несколько технологических операций, в том числе вспашку и предпосевную обработку [2, 5].

Применение таких агрегатов даёт большой агротехнический и экономический эффект.

Выращивание промежуточных культур в севооборотах. Оно относится к биологическим методам защиты от сорняков, снижает засоренность посевов в 2–3 раза.

Оздоровляющее действие промежуточных культур объясняется тем, что своим густым стеблестоем они подавляют сорняки, а после запашки в почву развивается микрофлора, угнетающая семена сорняков и возбудителей корневых гнилей.

В качестве промежуточных культур возделывают, например, бобовые, злаковые и их смеси, а также культуры семейства капустных.

В результате использования промежуточных культур: засоренность последующих посевов падает на 40–50%, а поражение корневыми гнилями уменьшается в 1,5–2 раза.

Можно сделать вывод, что использование комбинированных агрегатов и выращивание промежуточных культур в севооборотах — эффективные методы в сельском хозяйстве, которые позволяют снизить затраты и повысить урожайность культур.

Пример комбинированного агрегата для выращивания промежуточных культур — Ceus 4000-2TX от компании AMAZONE (рисунок 1).



Рисунок 1 – Прицепной комбинированный агрегат Ceus 4000-2TX

Агрегат Ceus 4000-2TX позволяет обеспечить весь спектр пассивной обработки почвы: передние ряды дисков Ceus осуществляют поверхностную заделку стерни, а задняя секция с культиваторными лапами – более глубокую обработку и культивацию почвы. Вместе с тем можно выбрать автономную работу только передней секции или только задней.

Он совмещает компактную дисковую борону для поверхностной обработки и культиватор для глубокого рыхления. Рабочая скорость — от 8 до 15 км/ч [4, 5].

Среди преимуществ:

- обработка почвы с поверхностным подрезанием, интенсивным смешиванием и глубоким рыхлением всего за один проход;
- интенсивное перемешивание почвы и надежное ведение по глубине при одновременно низком расходе топлива;
- опциональное применение в виде соло-орудия только с батареей дисков или только с секцией стоек обеспечивает максимальную гибкость при обработке почвы;
- батарея дисков с необслуживаемыми подшипниковыми узлами, предохранительным механизмом в виде пружинных демпферов и индивидуальной подвеской дисков;
- очень хорошие результаты работы даже при тяжелейших условиях за счет высокого усилия срабатывания предохранительных механизмов стоек C-Mix-Super и C-Mix-Ultra;
- высокая маневренность на разворотной полосе и оптимальные ходовые качества на дороге благодаря центральному шасси большого размера.

Применение комбинированных агрегатов позволяет сократить количество технологических операций, уменьшить расход горюче-смазочных материалов и запчастей, что в конечном итоге влияет на эффективность производства продукции и её конкурентоспособность. Конечно, список оборудования и машин в растениеводстве не ограничивается ранее упомянутым агрегатом [6-9]. Эти энергосберегающие технологии, наряду с классическими, позволяют минимизировать затраты на производство, улучшать качество продукции и снижать негативное воздействие на окружающую среду [10-18]. При этом возможно совершенствование технологий, технологического оборудования, оснастки в широком диапазоне отраслей растениеводства [19-23].

Таким образом, комплексный подход к обработке почвы и борьбе с сорняками, включающий использование специализированной техники и других агротехнических методов, может значительно улучшить результаты сельскохозяйственной деятельности.

Литература

1. Рапс: технология возделывания, применение и перспективы выращивания. – URL: https://sfera.fm/articles/rasteniewodstvo/raps-tekhnologiya-vozdelyvaniya-primenenie-i-perspektivy-vyrashchivaniya (дата обращения: 25.03.2026).
2. Агропанорама: Тенденции создания комбинированных агрегатов для выполнения механизированных работ в растениеводстве. – URL: https://rep.bsatu.by/bitstream/doc/11005/1/tendencii-sozdaniya-kombinirovannyh-agregatov-dlya-vypolneniya-mekhanizirovannyh-rabot-v-rastenievodstve (дата обращения: 25.03.2026).
3. Современные технологии развития сельскохозяйственных культур – URL: https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/03f/Sovremennye-tekhnologii-vozdelyvaniya-selskokhozyaystvennykh-kultur.pdf (дата обращения: 25.03.2026).
4. Комбинированный агрегат Amazone Ceus 4000-2TX – URL: https://agroreport.ru/pochva/borony/kombinirovannyy-agregat-amazone-ceus-4000-2tx (дата обращения: 25.03.2026).
5. Агрегат Ceus прицепной комбинированный. – URL: https://www.promintel-agro.ru/products/agregat-ceus-pricepnoy-kombinirovannyy (дата обращения: 25.03.2026).
6. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. Рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ). – EDN NRYHKZ.
7. Саитов, В. Е. Современные ресурсосберегающие посевные комплексы / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов. – Saarbrucken : LAP LAMBERT, 2018. – 93 с. – ISBN 978-613-5-84563-1. – EDN YSUAAZ.
8. Жолобов, Н. В. Ресурсосберегающий пневмосепаратор / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов, К. В. Маишев // Сельский механизатор. – 2013. – № 6 (52). – С. 12-13.
9. Жолобов, Н. В. Устройство контроля и управления технологическим процессом пневмосепаратора зерна / Н. В. Жолобов, К. В. Маишев // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 3 (19). – С. 32-39.
10. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.
11. Шиврин, В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 294-297.

12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
13. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока Европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
14. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян / С. О. Лопатин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции, Киров, 10–12 апреля 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – Т. 2. – С. 142-144. – EDN SWTQIA.
15. Шилин, В. В. Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственной продукции за счет реализации энергосберегающих технологий при совершенствовании логистических систем управления материальными и информационными потоками // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 219-224.
16. Шилин, В. В. Сравнение эксплуатационных показателей при использовании отечественных и зарубежных тракторов / В. В. Шилин, И. П. Бессолицын // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 212-218.
17. Шилин, В. В. Совершенствование технологии хранения машинно-тракторного парка в условиях предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, В. А. Салангин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 232-235.
18. Шилин, В. В. Совершенствование технологии технического обслуживания и текущего ремонта автомобильного транспорта в условиях подразделений предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, Д. П. Сысоев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 236-240.
19. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V. L. Andreev, V. V. Shilin, V. V. Ilichev, T. S. Holodenina // BIO Web of Conferences. – 2022. – Vol. 42. – P. 03009. – DOI 10.1051/bioconf/20224203009. – EDN PMXYFM.
20. Бурков, А. И. Разработка пневмосистемы для виброцентробежной машины МЗП-25/10 и ее использование при реконструкции семяочистительной линии / А. И. Бурков, В. Л. Андреев, В. В. Шилин // Inżynieria Systemow Bioagrotechnicznych: Zeszyt 2-3 (11-12). - Plock, 2003. – S. 147-157.
21. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 277-279.
22. Жолобов, Н. В. Сепаратор зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Сельский механизатор. – 2017. – № 10. – С. 20-21.
23. Курбанов, Р. Ф. Влияние эффлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – С. 43-52.

УДК 621.81

СОВРЕМЕННЫЕ РОССИЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ МЕТАЛЛОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Селютин Р. Р. – студент 4 курса мореходного института
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», г. Владивосток, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются современные достижения российских научных школ в области создания и исследования металломатричных композиционных материалов (МКМ) для машиностроения. Выполнен анализ разработок ведущих отечественных университетов и институтов: Томского политехнического университета, НИТУ «МИСиС», Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, Владимирского государственного университета и Института теоретической и прикладной механики СО РАН. Особое внимание уделено вопросам сочетания методов топологической оптимизации с аддитивными технологиями при проектировании деталей из МКМ, а также проблемам импортозамещения в данной области. Показано, что российские исследования в этой сфере находятся на передовом мировом уровне и поддерживаются государственными программами, включая гранты Российского научного фонда.

Ключевые слова: металломатричные композиты, аддитивные технологии, алюминиевая матрица, топологическая оптимизация, импортозамещение

В условиях ужесточения требований к эксплуатационным характеристикам деталей и узлов машин все более актуальным становится поиск материалов, способных обеспечить сочетание малой массы, высокой прочности и устойчивости к нагреву. Традиционно применяемые металлические сплавы во многих случаях исчерпали резервы для улучшения данных параметров, что обуславливает необходимость разработки принципиально новых материалов [1-4].

Одним из наиболее активно развиваемых направлений является создание металломатричных композитов, в которых пластичная металлическая основа усиливается высокопрочными армирующими элементами. В последние годы российскими исследователями достигнуты существенные успехи в этой области. Работы ведутся при поддержке различных государственных программ и фондов. Цель настоящей статьи состоит в анализе современных достижений отечественных научных школ в сфере разработки МКМ и оценке возможностей их внедрения в машиностроительное производство.

Активная работа по созданию новых композиционных материалов ведется в Томском политехническом университете. Группа исследователей под руководством В.В. Промахова в рамках программы «Приоритет-2030» и проектов Российского научного фонда занимается вопросами получения импортозамещающей продукции из металломатричных композитов [5-7]. Особый акцент делается на изучении процессов структурообразования при использовании аддитивных методов формирования сложнопрофильных деталей.

Томскими учеными предложен способ получения композитов in situ, при котором алюминиевая матрица совмещается с частицами карбидов вольфрама, кремния или бора с помощью плазмодинамического синтеза. Данная методика, в отличие от традиционного введения наполнителя в расплав, обеспечивает более равномерное распределение армирующей фазы по объему материала и способствует формированию прочной связи на границе раздела фаз. Проведенные испытания показали, что твердость таких композитов в 3-4 раза превышает твердость исходной матрицы, достигая значений 103-215 HV, при этом пористость материала не превышает 1 % [6]. Изделия с подобными свойствами могут найти применение в тормозных системах, поршневых группах и других узлах, подверженных интенсивному износу.

Специалисты Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН изучают поведение металломатричных экранов при ударных

нагрузках. Ими проведено сравнение защитных свойств монолитного титанового сплава ВТ20 и композита на основе стали 316L и алюминия А356. Результаты математического моделирования свидетельствуют о возможности эффективной замены дорогостоящего титана на более доступные композиционные материалы в конструкциях авиационной техники [4].

Значимым событием для отечественной промышленности стала разработка компанией «Русал» композитного материала РС-770К, предназначенного для 3D-печати. Основой служит алюминий, армированный керамическими частицами. Достигнутый уровень прочности составляет 615 МПа, что примерно на треть превышает аналогичный показатель для наиболее прочных алюминиевых порошков, легированных скандием. По словам технического директора компании В. Манна, новый материал по прочностным характеристикам приближается к сталям и титановым сплавам, сохраняя при этом небольшой вес, свойственный алюминию [8, 9]. Такое сочетание свойств открывает широкие перспективы для использования РС-770К в авиакосмической отрасли.

В НИТУ «МИСиС» под руководством профессора А. Громова также ведутся работы по созданию алюмоматричных композитов для лазерного плавления. Применение аддитивных технологий позволило на 20 % увеличить прочность получаемых образцов по сравнению с традиционными методами формообразования. Разработанные материалы ориентированы на изготовление элементов конструкций космических аппаратов и авиационной техники [1].

Перспективным представляется совместное использование топологической оптимизации и аддитивных методов при создании деталей из МКМ. В Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова коллектив под руководством Н.С. Любимого реализует проект, поддержанный Российским научным фондом. Целью работы является изучение того, как особенности распределения наполнителя в металлополимерной матрице влияют на построение структуры оптимизированных изделий [3].

Предлагаемый подход заключается в изготовлении тонкостенного металлического каркаса методом 3D-печати с последующим заполнением внутренних полостей реактопластом, содержащим металлический наполнитель. Такая схема позволяет удешевить производство, так как сокращается объем дорогостоящей металлической печати, но при этом сохраняются необходимые прочностные характеристики готового изделия. Ожидается, что разработка найдет применение при создании импортозамещающих компонентов металлообрабатывающего инструмента [6].

Исследования в области цинковых композитов ведутся во Владимирском государственном университете профессором Е. Прусовым. Проект нацелен на получение литейных материалов на основе высокоалюминиевых цинковых сплавов, армированных различными наполнителями. Предполагается установить закономерности влияния состава и режимов литья на структуру и эксплуатационные свойства таких композитов, предназначенных для триботехнических узлов [8].

Сотрудники Удмуртского федерального исследовательского центра УрО РАН исследуют влияние легирования углеродом на структуру и свойства металломатричных композитов на основе сплавов системы Fe-Cr-Mn-Mo-N-C. Изучается роль структурированных конгломератов в формировании механических характеристик материала [2].

Результаты работ по топологической оптимизации силовых элементов авиационных конструкций из композиционных материалов публикуются, в частности, в журнале «Известия высших учебных заведений. Машиностроение» [5]. Это свидетельствует о высоком уровне проработки тематики и ориентации на практическое применение.

Проведенный обзор позволяет утверждать, что российская наука обладает существенным заделом в области металломатричных композитов. Поддержка со стороны Российского научного фонда, программы «Приоритет-2030» и других государственных

инструментов способствует развитию данного направления и появлению материалов с уникальным сочетанием легкости и прочности.

Наибольший интерес представляют композиты на алюминиевой основе, армированные керамикой и адаптированные для аддитивного производства. Также перспективными являются гибридные технологии, объединяющие печать металлом и заливку полимерных композитов. Такие решения могут способствовать решению задач импортозамещения в различных отраслях машиностроения.

В дальнейшем представляется целесообразным углубленное изучение процессов деформации и разрушения МКМ, совершенствование методов контроля качества и разработка нормативной документации для внедрения новых материалов в серийное производство.

Литература

1. В НИТУ «МИСиС» создан новый 3D-композит для аэрокосмоса // НИТУ МИСиС : официальный сайт. – URL: https://misis.ru/news/ (дата обращения: 13.03.2026).
2. Коновалов, М. С. Легирование углеродом металломатричных композитов на основе Fe-Cr-Mn-Mo-N-C-сплавов при их получении методом СВС / М. С. Коновалов // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2024. – № 3. – С. 45-52.
3. Сравнительный анализ защитных свойств монолитных и металломатричных композитных экранов при динамическом нагружении / А. Е. Краус, И. И. Шабалин, Е. И. Краус, А. Е. Бузюркин. – DOI: 10.15372/PMTF202515670 // Прикладная механика и техническая физика. – 2025. – № 5. – С. 210-220.
4. Магидов, И. С. Топологическая оптимизация силового элемента отсека летательного аппарата из металломатричного композиционного материала / И. С. Магидов, К. В. Михайловский. – DOI: 10.18698/0536-1044-2022-1-53-60 // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2022. – № 1. – С. 53-60.
5. Проект ученого ВлГУ победил в конкурсе РНФ // Официальный сайт Владимирского государственного университета. 08.04.2025. – URL: https://www.vlsu.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).
6. Промахов, В. В. Разработка научно-технических основ технологии производства импортозамещающих изделий из наноструктурной керамики и композиционных металломатричных материалов / В. В. Промахов // Программа стратегического академического лидерства «Приоритет-2030». – Томск : ТПУ, 2024-2026.
7. Учёные получили грант Российского научного фонда // Официальный сайт БГТУ им. В. Г. Шухова. 16.07.2023. – URL: https://media.bstu.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).
8. Ученые ТПУ разработали новый способ создания металломатричных композитов высокой твердости // Официальный сайт Томского политехнического университета. 27.02.2025. – URL: https://news.tpu.ru/news/ (дата обращения: 13.03.2026).
9. Щедрина, Т. «Русал» разработал сверхпрочный композитный материал для 3D-печати / Т. Щедрина // Известия. 03.02.2026. – URL: https://iz.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).

УДК 614.895

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ БИЗНЕСА

Семенов В. М. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье приведён обзор на идею бизнеса средствами индивидуальной защиты с учетом плана с пошаговой инструкцией начинающему предпринимателю.
Ключевые слова: средства индивидуальной защиты, идея бизнеса, товар, бизнес-план

Средства индивидуальной защиты (СИЗ)- носимое на человеке средство индивидуального пользования для предотвращения или уменьшения воздействия на человека вредных и (или) опасных факторов, а также для защиты от загрязнения [1].

Разработано большое количество СИЗ различного назначения. ГОСТ 12.4.011–89 «ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ. Средства защиты работающих. Классификация» подразделяют их на следующие основные группы: костюмы изолирующие; средства защиты органов дыхания; одежда специальная защитная; средства защиты ног; средства защиты лица; средства защиты глаз; средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства; дерматологические средства защиты; комплексные средства защиты [1-3].

К средствам индивидуальной защиты относится определённая группа или набор предметов, задачей которых является обеспечение безопасности отдельного человека на производстве. Разрабатываются средства индивидуальной защиты работников для обеспечения надёжного предотвращения или хотя бы значительного ослабления воздействия опасных, вредных факторов производства. Предлагаемые разработчиками защитные средства, обязательно отвечают требованиям удобства при производстве работ, эргономичны, соответствуют критериям технической эстетики, отвечают разработанным нормам техники безопасности.

Представленные СИЗ подразделяются на большое количество классов. Основные классы отражают их функциональное назначение в области защиты и порядок их использования:

- средства защиты, применяемые для отдельных частей тела человека: его рук, ног, лица головы;
- индивидуальные средства защиты органов: дыхания, слуха, зрения;
- средства, уменьшающие травматизм от падения с высоты;
- комплексные специальные средства. Такие, как изолирующие костюмы, специальные виды одежды;
- специально разработанные средства от поражения электрическим током;
- другие средства индивидуальной защиты для вредных производств.

Приведенная выше классификация требует тщательно разобраться во всех технических, организационных деталях применения каждого средства защиты.

Всем известно, что средства индивидуальной защиты будут пользоваться большим спросом. Этот товар ещё долгое время будет на одном из лидирующих мест во всем мире. То, что было казалось всегда привычным, в ближайшее время станет отличной идеей для бизнеса.

Общий объём рынка потребления подобных средств составляет 120 миллиардов рублей. Ежегодный рост объёма продаж превышает восемь процентов. Минпромторг прогнозирует увеличение этого сегмента рынка к 2025 году примерно вдвое. Данные статистики позволяют сделать вывод – бизнес, основанный на организации продаж средств индивидуальной защиты, является довольно перспективным, выгодным делом. Важно чётко определиться с товаром, перспективным направлением, оценить экономические возможности сбыта, выбрать наиболее удачные формы торговли.

Для реализации будущего проекта необходимо разработать грамотный бизнес, который включает в себя план с пошаговой инструкцией начинающему предпринимателю.

План должен включать:

- оценку положения дел, уровня продаж выбранного товара вашего региона;
- оценить реальную работоспособность существующих предприятий, перспективы дальнейшего развития промышленности области или города, определить их основные направления;
- провести анализ существующих конкурентных организаций, возможных преимуществ фирмы; выбрать форму собственности, вид организации (ИП, ООО);
- проанализировать правила проведения тендеров, определяющих поставщиков защитных средств на предприятиях, избрать наиболее выгодную форму торговли (оптовая торговля, розничная или интернет торговля);
- выбрать форму собственности, вид организации (ИП, ООО);
- узнать, является ли торговля этими средствами лицензированным видом деятельности;
- определить источники финансирования;
- избрать наиболее выгодную форму торговли (оптовая торговля, розничная или интернет торговля);
- тщательно разобраться с порядком, сроками предоставления необходимой отчётности [3].

Для того, чтобы более точно оценить величину ожидаемой прибыли, необходимо обязательно учитывать фактор сезонности продаж. Подготовка к осенне-зимнему сезону требует приобретения своим работникам, чья деятельность связана с пребыванием вне помещений, теплые вещи. Особенно будут хорошо продаваться зимние, осенние куртки, специальные комбинезоны для защиты кожи, утеплённая обувь. Летом наоборот, наиболее популярной становится легкая и удобная одежда. Особое место занимают индивидуальные средства защиты дыхания, применяемые для пожаротушения. Независимо от региона, всегда востребованы СИЗ органов дыхания, зрения – это различные респираторы, маски с фильтрующими элементами, специальные защитные очки различного назначения. Никогда не стоит сбрасывать со счетов другие специальные средства защиты. Необходимо хорошо представлять специфику рабочих профессий большинства предприятий вашего региона.

Формат бизнеса может быть выбран следующий:

- оптовые продажи;
- розничные продажи;
- работа на заказ.

Срок окупаемости проекта.

При грамотном ведении бизнеса и налаживании оптового сбыта, срок окупаемости составит около 15-17 месяцев. Еще до открытия магазина необходимо заняться поиском поставщиков, как отечественных, так и зарубежных и постоянных каналов сбыта. Возможно, у клиента будут специальные требования (особый крой, эмблемы, логотипы, нашивки).

Производственный план.

Брать помещение под магазин в аренду, но необязательно в черте города, так как в него приходят целенаправленно. В обязательном порядке провести ремонтные работы. Преимуществом будет, если помещение находится рядом с наибольшим скоплением других магазинов, где всегда большая проходимость людей. Необходимо разработать и развесить яркие щиты, баннеры и указатели прохода. В зависимости от выбранного ассортимента хватит площади 50-70 квадратных метров. При магазине, кроме торгового помещения, должен находиться склад. Чтобы уменьшить расходы, при торговой точке можно открыть пошивочный цех, но для широкого ассортимента и оптовых продажах воплотить пошив в жизнь не получится.

Какое понадобится оборудование:

- витрины;

- прилавки;
- стойки для спецодежды;
- зеркала;
- примерочные кабины;
- кассовый аппарат.

Финансовый план.

Большая часть стартового капитала уйдет на закупку оборудования и первую партию товара. Основные финансовые затраты представлены в таблице.

Таблица 1 – Финансовые затраты

Статья расходов	Сумма, тыс рублей
Регистрация	20
Аренда (в крупном городе)	30-40
Ремонт помещения	300
Покупка оборудования	300
Закупка товара	100
Непредвиденные расходы	400
Итого	1160

Это основные источники затрат, но каждый предприниматель должен составить финансовый план, исходя из своих задумок и возможностей.

Помимо стартовых расходов, предпринимателю предстоят ежемесячные расходы, а это:

- коммунальные платежи;
- арендная плата;
- заработная плата;
- налоги;
- расходы на рекламу

Маркетинговый план.

Ассортимент продукции должен меняться в зависимости от сезона. Зимняя одежда летом убирается на склад и наоборот. Необходимо грамотно организовать выкладку товара. Если одежда укладывается на полки и вешается на вешалки, то такие товары, как каски, защитные перчатки, маски, головные уборы целесообразнее разместить на прилавках. Отдельную секцию помещения занимает спецобувь.

Кроме этого, товар лучше распределить по категориям:

- стеллажи для пожарников;
- для медицинских работников;
- для сферы услуг;
- для пищевой промышленности.

Грамотная рекламная кампания станет залогом успешного бизнеса. Хорошей рекламой станет наличие интернет-магазина с возможностью заказа онлайн. В каталоге разместите весь ассортимент товара по категориям, добавьте прайс-лист [4].

Анализ рынка средств индивидуальной защиты.

Анализ рынка средств индивидуальной защиты показывает, что производства в России активно развиваются и предлагают потребителям все больше и больше современной и качественной продукции. В продаже появляются инновационные модели, которые лучше защищают от воздействия внешних негативных факторов. Кроме того, эпидемиологическая ситуация в этом году поспособствовала появлению новых вариаций средств защиты и спецодежды.

На данный момент исследования и опросы производителей показали, что рынок СИЗ не располагает всеми необходимыми модернизированными мощностями. А за счет программ государственной поддержки производства могут вести эффективную и постоянную работу

над увеличением объема производимой продукции и технической модернизации конечного продукта. Многие компании за счет господдержки смогли провести масштабную модернизацию оборудования, что позволило им значительно улучшить качество и объем поставок. И это не предел для большинства производств, в связи с увеличением спроса на средства индивидуальной защиты и обуви. Высшие игроки рынка СИЗ высоко оценили программу импортозамещения от государства. Из-за того, что сократился существенно ввоз импортной продукции, у отечественных производителей значительно выросло количество заказов, а, соответственно, и прибыль. Отрасль стала лучше развиваться, а компании значительно наращивать обороты товаров, и улучшать качество конечного продукта. От этого новшества, по сути, выиграли все [5].

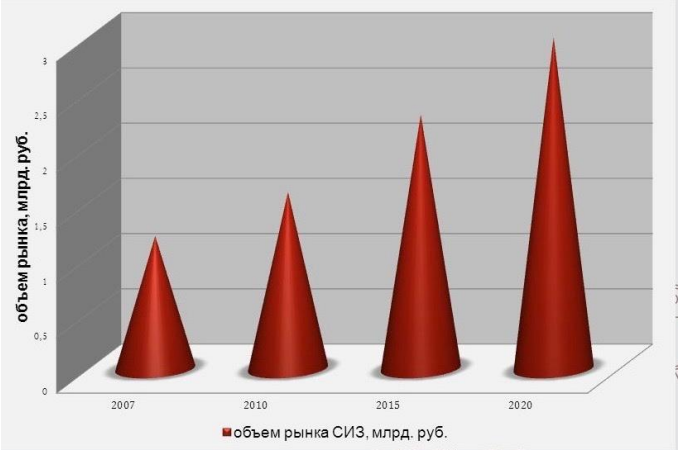


Рисунок 1 – Динамика развития рынка СИЗ в России

Опыт работающих предпринимателей показал, что при создании своей фирмы, ориентированной на продажу такого товара, составляется тщательно продуманный, хорошо просчитанный бизнес-плана. Затем осуществляется поиск источников финансирования будущего проекта. Принимается взвешенное решение, и облегчается выбор подобного направления бизнеса. Таким образом, средства индивидуальной защиты- это залог прибыльного бизнеса, который будет пользоваться спросом как в повседневной жизни, так и на каждом предприятии. Каждая компания, применяющая средства индивидуальной защиты работников, выполняют требования Российского законодательства, одновременно заботясь о безопасности на производстве.

Литература

1. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
2. Баранов, Н. Ф. Вакуумное нанесение покрытий / Н. Ф. Баранов, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 01 января – 31 января 2010 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 11. – С. 54-57. – EDN YJQRPN.
3. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров: Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85. – EDN ZVZKDO.

УДК 632.363

ПЕРЕРАБОТКА НАВОЗА И ПОМЕТА: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Семенов В.М. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Проблема утилизации навоза и помета является одной из наиболее актуальных для современного животноводства. В Российской Федерации ежегодно образуется около 150 миллионов тонн таких отходов, при этом перерабатывается лишь пятая часть от этого объема. Неправильное обращение с побочными продуктами животноводства создает серьезные экологические риски: загрязнение почв и грунтовых вод, выбросы парниковых газов, распространение патогенных микроорганизмов и неприятных запахов. В то же время грамотная переработка позволяет превратить эти отходы в ценные ресурсы – органические удобрения и биоэнергию, что соответствует принципам экономики замкнутого цикла и устойчивого развития.

Ключевые слова: переработка, отходы, технологии, экология

Актуальность проблемы и нормативно-правовое регулирование. С 1 марта 2023 года в России вступил в силу Федеральный закон № 248-ФЗ "О побочных продуктах животноводства", который принципиально изменил подход к обращению с навозом и пометом. Согласно новому законодательству, эти вещества перестали считаться отходами и получили статус побочных продуктов животноводства (ППЖ) при условии их правильной переработки и использования. Это означает, что хозяйства обязаны не просто складировать навоз, а перерабатывать его с последующим применением в сельскохозяйственном обороте [1,3,5].

Важно понимать, что не переработанные навоз и помет нельзя вносить в почву, так как они содержат болезнетворные бактерии, яйца гельминтов, семена сорняков и другие опасные компоненты. Неправильное хранение приводит к загрязнению грунтовых вод нитратами и фосфатами, а также к выбросам в атмосферу значительных объемов парниковых газов – метана, аммиака, закиси азота. По данным Россельхознадзора, до 31 декабря 2025 года сельхозпроизводители обязаны подать уведомления об отнесении образуемых веществ к побочным продуктам животноводства на 2026 год, что требует от хозяйств внедрения соответствующих технологий переработки [2,6,7].

Основные технологии переработки навоза и помета. Современные методы переработки органических отходов животноводства можно разделить на несколько основных групп, каждая из которых имеет свои преимущества и области применения.

Разделение на фракции. Одним из перспективных технологических решений является механическое разделение свежего навоза и помета на жидкую и твердую фракции. Учеными Ставропольского края разработана линия технологического оборудования, включающая емкость-накопитель, погружной винт-гомогенизатор, насос и пресс-отделитель. Процесс осуществляется в соотношении сырья и воды от 1:1,5 до 1:2,5. Результаты исследований показывают, что такая технология позволяет снизить класс опасности отходов до V класса (практически неопасные), а полученные фракции соответствуют требованиям ГОСТ для органических удобрений. Жидкую фракцию можно вносить в почву непосредственно, а твердая фракция становится субстратом для компостирования или для жизнедеятельности дождевых червей, причем срок ее переработки сокращается до полутора-двух месяцев [9].

Аэробное компостирование. Компостирование представляет собой процесс биологического разложения органических веществ в присутствии кислорода. Технология ускоренного компостирования в закрытых помещениях с искусственным микроклиматом, известная как ТУКОС, позволяет за 45 дней превратить навоз и помет в гранулированное органическое удобрение (ГОУ) влажностью не более 15%. В процессе компостирования формируются гуминовые вещества, макро- и микроэлементы переходят в легкодоступную для растений хелатную форму, а азот сохраняется в органической форме с последующим

медленным высвобождением в почве. Важно отметить, что в результате правильно проведенного компостирования уничтожаются болезнетворные микроорганизмы, яйца гельминтов и семена сорняков.

Анаэробное сбраживание (биогазовые технологии). Анаэробное сбраживание происходит в бескислородной среде и позволяет получать биогаз – смесь метана и углекислого газа, а также дигестат (сброженный остаток), богатый питательными веществами . Казанские ученые разработали
мобильную биогазовую установку с двойным корпусом, работающую по принципу термоса. Установка поддерживает термофильный режим при 55°C, при котором бактерии работают наиболее активно. Исследования показали, что из одной тонны свиного навоза можно получить 10 кубометров биогаза, из коровьего – 8 кубометров, из куриного помета – 7 кубометров. Полученный биогаз может использоваться для выработки электроэнергии, отопления ферм или заправки сельскохозяйственной техники.

По данным экспресс-метода обработки, выход биогаза может достигать 0,52 м³/кг сухого вещества с содержанием метана более 64%, что превосходит показатели кукурузного силоса по энергетической эффективности. На территории России уже реализовано не менее пяти инвестиционных проектов по созданию биогазовых комплексов в Курской, Белгородской, Московской областях и Республике Татарстан.

Термические методы. К термическим методам переработки относятся сжигание, газификация и пиролиз. Эти процессы позволяют преобразовать органические отходы в тепло, электричество или биотопливо, одновременно уничтожая болезнетворные микроорганизмы и значительно сокращая объем отходов. Однако такие методы требуют значительных энергозатрат и сложного оборудования, что ограничивает их применение для небольших хозяйств [10].

Экологические аспекты и эмиссии парниковых газов. Сельскохозяйственное производство является значимым источником антропогенных выбросов парниковых газов. Согласно Национальному кадастру, в 2022 году суммарные выбросы от аграрного сектора России составили 102 339 тыс. т CO_2-экв. При этом системы переработки навоза и помета вносят существенный вклад в эмиссии метана и закиси азота.

Исследования показывают, что применяемые технологии переработки напрямую влияют на объемы выбросов. Длительное выдерживание навоза в лагунах и на открытых площадках приводит к максимальным эмиссиям парниковых газов, в то время как активное компостирование и анаэробное сбраживание позволяют значительно снизить выбросы. В Северо-Западном федеральном округе проведена оценка распределения технологий переработки, результаты которой показывают, что фактические эмиссии метана и закиси азота превышают кадастровые значения на 35,6% и 14,2% соответственно. Это свидетельствует о необходимости совершенствования методик учета и внедрения более эффективных технологий.

Перспективы развития и экономическая эффективность. Переработка навоза и помета открывает новые возможности для повышения рентабельности сельскохозяйственных предприятий. Во-первых, это позволяет снизить затраты на покупку минеральных удобрений – после переработки содержание азота в органическом удобрении увеличивается в 3,5 раза, а доступность элементов для растений достигает 75% для азота и 50% для фосфора. Во-вторых, биогазовые установки обеспечивают энергетическую независимость ферм, позволяя замещать покупное топливо и электроэнергию. В-третьих, правильная организация переработки исключает риски экологических штрафов и репутационных потерь [8].

Особый интерес представляют разработки для малых форм хозяйствования. Учеными Института агроинженерных и экологических проблем предложена конструкция автономного биоферментатора камерного типа, использующего солнечные батареи в качестве источника энергии \. Система автоматизации с датчиками температуры и концентрации кислорода позволяет управлять процессом в реальном времени, что делает технологию доступной для крестьянско-фермерских хозяйств.



Рисунок 1 – Схема переработки навоза

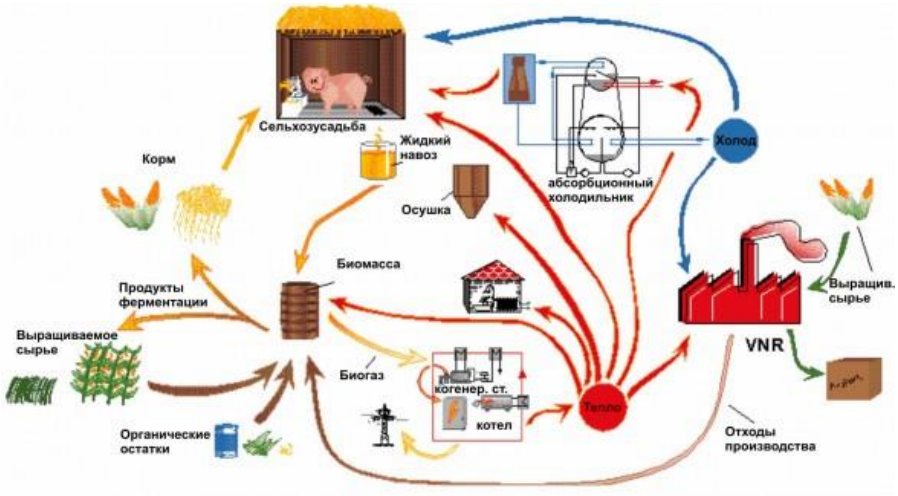


Рисунок 2 – Утилизация навоза

Переработка навоза и помета перестала быть просто технической задачей утилизации отходов – сегодня это стратегическое направление развития животноводства, обеспечивающее экологическую безопасность, энергетическую независимость и повышение плодородия почв. Современные технологии – от механического разделения фракций до анаэробного сбраживания с получением биогаза – позволяют превратить побочные продукты животноводства в ценные ресурсы. Ключевыми факторами успеха являются правильный выбор технологии с учетом масштабов хозяйства, соблюдение нормативных требований и внедрение систем автоматизации для контроля параметров переработки. В условиях действия Федерального закона № 248-ФЗ и планов по возвращению в оборот до 50% сельскохозяйственных отходов к 2030 году, внедрение эффективных технологий переработки становится необходимым условием устойчивого развития агропромышленного комплекса России.

Литература

1. Стюарт, А. С. Технология подготовки обеззараживанного и стабилизированного навоза для эффективного анаэробного сбраживания в биогазовых установках // II Симпозиум «Структура почв, пород и грунтов: актуальные исследования, теория и практика». – URL:

https://conf.esoil.ru/soil-structure-symposium-2025/speaker/CFEFZN/ (дата обращения: 27.03.2026).
2. Патент № 2804098 C1 Российская Федерация, МПК C05F 3/06. Автономный биоферментатор камерного типа : заявл. 24.04.2023 : опубл. 26.09.2023 / А. Ю. Брюханов, Э. В. Васильев, А. С. Романов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ". – EDN JYZZSX.
3. Выход биогаза из различных видов сырья // Эко-Мир. – URL: https://eco-mir.at.ua/index/vykhod_gaza_i_soderzhanie_metana/0-21 (дата обращения: 27.03.2026).
4. Оценка концентраций климатически активных веществ в выбросах при переработке твердых побочных продуктов животноводства / А. Ю. Брюханов, Э. В. Васильев, В. И. Базыкин, Е. В. Шалавина. – DOI 10.32634/0869-8155-2025-394-05-141-147 // Аграрная наука. – 2025. – № 5. – С. 141-147. –. – EDN MHDCRR.
5. Российская Федерация. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2022 гг. – Москва, 2024. – Т. 2. – 406 с.
6. Биогаз и биотопливо на ферме: окупаемость, оборудование и выходы // СтройАгроПро. 2026. 13 января. – URL: https://stroyagropro.ru/article/biogaz-biotoplivo/ (дата обращения: 27.03.2026).
7. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
8. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
9. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
10. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.

УДК 631.362.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СЕПАРАТОРОВ

Семенов В. М. - обучающийся 3 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена возможность улучшения показателей послеуборочной обработки зерна при подборе более эффективных составных элементов комплексов КЗС, обеспечивающих качественное выполнение необходимых операций.

Ключевые слова: сепаратор, зерно, поточная линия, машина, очистка

В процессе производства зерна основные затраты приходятся на его послеуборочную обработку. Поэтому качественная обработка зернового материала является важной задачей агропромышленного комплекса страны. В связи с этим необходимо совершенствовать существующие и применять надежные и эффективные зерноочистительные машины.

В настоящее время известно множество сепарирующих и очистительных устройств, но далеко не все способны выпускаться серийно, либо работать длительный уборочный период.

Некоторые виды сепараторов для зерна [1]:

- Воздушные — работают за счёт потока воздуха, который отделяет более лёгкие примеси от зерна. Подходят для первичной очистки зерна.
- Вибрационные — в основе работы — вибрационные движения решёт, через которые просеивается зерно. Примеси удаляются за счёт различий в размере частиц. Используются как для первичной, так и для финальной очистки.
- Гравитационные — сортируют зерно по плотности. Лёгкие и повреждённые зёрна отделяются от полноценных. Идеальны для подготовки посевного материала.
- Ротационные — зерно проходит через вращающиеся барабаны с отверстиями разного размера, что позволяет отделять примеси по размеру. Часто используются в крупных хозяйствах и на перерабатывающих заводах.
- Комбинированные — совмещают несколько методов очистки (вибрация, воздушный поток, гравитация), обеспечивая максимальную степень чистоты. Используются на этапах финальной очистки.

При выборе сепаратора для зерна стоит учитывать следующие факторы [1, 2]:

- Объём переработки — для малых хозяйств достаточно компактных моделей производительностью 0,5–2 тонны/час, крупные предприятия используют высокопроизводительные линии.
- Вид культуры — одни сепараторы универсальны, другие — рассчитаны под конкретный тип зерна (пшеница, кукуруза, рапс, подсолнечник). Лучше выбирать оборудование с легко заменяемыми ситами и настройками.
- Степень очистки — для базовой очистки хватит ситового или воздушного сепаратора, для семян, элитного или экспортного зерна потребуются гравитационные или фотосепараторы.
- Уровень автоматизации — автоматические модели сокращают время на настройку, повышают точность и уменьшают влияние человеческого фактора.
- Простота обслуживания и ремонта — нужно проверить, насколько легко менять сита, чистить рабочие камеры, настраивать воздушные потоки.
- Энергоэффективность — современные сепараторы расходуют меньше электроэнергии — это важно для экономии бюджета и снижения себестоимости.

Довольно редким примером полностью разработанного, может служить пневмосепаратор ПС-15 [3, 4].

Пневмосепаратор ПС-15 предназначен для очистки семян зерновых и зернобобовых культур от трудноотделимых примесей, отличающихся по аэродинамическим свойствам.

Используется в составе поточных линий по обработке продовольственного зерна и семян. Устанавливается обычно на конечной операции технологического процесса после воздушно-решетных и триерных машин. Он может быть использован и вне линии при загрузке исходной зерновой смеси и отгрузке фракций очистки.

Пневмосепаратор ПС-15 (рисунок 1) включает приемно-загрузочное устройство, пневмосепарирующий, воздухоподводящий и воздухоотводящий каналы, диаметральный вентилятор, жалюзийно-противоточный пылеуловитель, осадочную камеру, устройство вывода примесей и очищенного зерна.



Рисунок 1 – Пневмосепаратор ПС-15

Помимо описанного примера, сегодня можно найти сепараторы различных конфигураций и мощностей. Из числа таких — сепаратор воздушно–решетного типа «Петкус К-527» [2]. Это проверенный временем вариант (рисунок 2).

Основной принцип работы — разделение зерновых масс на фракции по их аэродинамическим свойствам и размерам с помощью воздушного потока и системы решёт. Процесс включает несколько этапов:

- Загрузка зерна — зерновая масса поступает в загрузочный бункер сепаратора.
- Воздушный поток — внутри сепаратора создаётся воздушный поток, который поднимает лёгкие и мелкие примеси, отделяя их от основной массы зерна.
- Решетная система — основная масса зерна поступает на систему решёт, где происходит дальнейшее разделение на фракции по размеру зёрен. Решета оснащены различными отверстиями, которые позволяют выделить зёрна определённого размера.
- Сбор фракций — очищенное и отсортированное зерно собирается в соответствующие контейнеры, а примеси и отходы удаляются через специальные каналы.

«Петкус К-527» является мощной очистительной машиной, не прихотливой в уходе и простой в эксплуатации. Данный сепаратор пользуется высоким спросом в составе зерноочистительных комплексов (ЗАВ и КЗС). Машина имеет три рабочих элемента – решетный и воздушный сепараторы и питающее устройство — все необходимое для предварительной и первичной очистки вороха от других сорных примесей. Благодаря двойной системы аспирации обеспечивается высокая производительность машины в ходе работы: для первичной очистки — до 40 т/ч., для предварительной — порядка 70 т/ч.

Машина может использоваться для очистки широкого спектра культур: зерновых, зернобобовых, масличных, а также крупяных. Правильность выбора заслонки и решет можно определить по отходам и полученного в итоге очищенного зерна.

Преимущества воздушно – решетного сепаратора «Петкус К-527»:

- большой выбор режимов работы в настройках для оптимальной очистки зерна;
- в комплекте идут два циклона и вентилятор;
- машина не пылит и не вибрирует.



Рисунок 2 – Воздушно решетный сепаратор Петкус К 527

Работа машины и ее долгая служба во многом будет завесить от правильности установки. Для установки необходимо бетонное основание с креплениями или подготовленная рама, расположенная строго по горизонтали.

Описанные выше способы повышения эффективности очистки зерна, путем либо улучшения параметров линий установкой надежных сепараторов, либо полной разработкой машин, могут быть ключевыми этапами реконструкции комплексов [5, 7].

На сегодняшний день выбор составных элементов комплексов КЗС весьма обширен. Они определяют огромную составляющую всей сельскохозяйственной продукции [6, 8, 9, 10], обеспечивается выполнение множества работ в агропромышленном комплексе [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22].

Литература

1. Сепараторы зерна для очистки от примесей: как выбрать и правильно использовать. – URL: https://fsapsan.ru/separatory-zerna-dlya-ochistki-ot-primesey-kak-vybrat-i-pravilno-ispolzovat (дата обращения: 25.03.2026).
2. Сепараторы для зерна: типы, принцип работы. Преимущества воздушно – решетного сепаратора «Петкус К-527». – URL: https://eltemiks-mash.ru/poleznye-materialy/separatory-dlya-zerna (дата обращения: 25.03.2026).
3. Бурков, А. И. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание / А. И. Бурков, Н. П. Сычугов. – Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2000. – 261 с.
4. Сычугов, Ю. В. Модернизация объектов послеуборочной обработки зерна : монография. – Киров : Вятская ГСХА, 2015.– 188 с.
5. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.
6. Жолобов, Н. В. Ресурсосберегающий пневмосепаратор / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов, К. В. Маишев // Сельский механизатор. – 2013. – № 6 (52). – С. 12-13.
7. Ресурсосберегающие технологии производства и послеуборочной обработки зерна : учебное пособие для лабораторных и практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 112 с.
8. Andreev, V. L. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V.L. Andreev, V.V. Shilin, V.V. Ilichev, T.S. Holodenina // BIO Web of Conferences, Vol. 42 (2022) 03009. doi:10.1051/bioconf/202242
9. Бурков, А. И. Разработка пневмосистемы для виброцентробежной машины МЗП-25/10 и ее использование при реконструкции семяочистительной линии / А. И. Бурков, В. Л. Андреев,

В. В. Шилин // Inżynieria Systemow Bioagrotechnicznych: Zeszyt 2-3 (11-12). – Plock, 2003. – S. 147-157.
10. Шилин, В. В. Совершенствование семяочистительных линий типовых зерноочистительно-сушильных комплексов с использованием виброцентробежной машины первично-вторичной очистки семян МЗП-25/10 // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – Вып. 8 – С. 229-232.
11. Шилин, В. В. Оптимизация эксплуатационных параметров дискового распределителя зерна для пневмосистемы с вертикальным кольцевым аспирационным каналом / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение». – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – Вып. 9. – С. 246-252.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
13. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.
14. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян / С. О. Лопатин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции, Киров, 10–12 апреля 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – Т. 2. – С. 142-144. – EDN SWTQIA.
15. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых – будущее России : материалы XVII международной студенческой научной конференции, Киров, 10–12 апреля 2019 года. – Киров : Вятская ГСХУ, 2019. – Т. 2. – С. 277-279. – EDN NSPUXZ.
16. Шиврин, В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки / В. И. Шиврин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции, Киров, 10–12 апреля 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – Т. 2. – С. 294-297. – EDN ITLCQL.
17. Жолобов, Н. В. Пневмосепаратор зернового материала / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 4. – С. 13-16.
18. Жолобов, Н. В. Исследование рабочего процесса сепаратора зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 12. – С. 22-26.
19. Жолобов, Н. В. Сепаратор зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Сельский механизатор. – 2017. – № 10. – С. 20-21.
20. Шилин, В. В. Повышение эффективности технологии очистки зерна путем применения виброцентробежных сепараторов // Инновации и достижения в сельском хозяйстве : материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Киров : Вятская ГСХА, 2020. – С. 114-118.
21. Саитов, В. Е. Современные ресурсосберегающие посевные комплексы : учебное пособие / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов. – Saarbrucken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 93 с. : ил. – ISBN 978-613-5-84563-1.
22. Курбанов, Р. Ф. Влияние эффлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – С. 43-52.

УДК 632.363

СОВРЕМЕННЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДОЕНИЯ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ, БИОКОМФОРТ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ

Семенов В. М. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Животноводство является одной из ключевых отраслей агропромышленного комплекса. В условиях импортозамещения и необходимости обеспечения продовольственной безопасности страны, повышение эффективности молочного скотоводства выходит на первый план. Традиционные методы ведения хозяйства, основанные на ручном труде или использовании простейших механизмов, исчерпали свой потенциал с точки зрения производительности и качества продукции.

Ключевые слова: проектирование, расчёт, доение, роботизация, КРС, механизация

Ключевым направлением развития отрасли на современном этапе является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов.

Наиболее ярким и технологически сложным примером этого процесса выступает внедрение роботизированных систем доения (РСД). Переход от доильных установок типа «Тандем», «Елочка» или «Карусель» к добровольному роботизированному доению знаменует собой смену философии ведения хозяйства: от принудительной эксплуатации животного к созданию условий, при которых корова сама управляет процессом.

В данном докладе будут рассмотрены устройство, принцип работы роботизированных систем, их влияние на физиологию животных, а также проанализированы экономические аспекты внедрения данной технологии [1,4,5].

Технологические аспекты и принцип работы. Современная роботизированная система доения (на примере систем Lely, DeLaval или GEA) представляет собой сложный мехатронный комплекс, интегрированный в единую систему управления стадом (Herd Management). В отличие от конвейерных доильных залов, где человек выполняет функции «оператора» (подмывка, надевание стаканов, машинное додаивание, снятие), в РСД эти функции полностью автоматизированы. Основной принцип — добровольное посещение (free flow traffic). Корова, руководствуясь физиологической потребностью (наполненность вымени) и пищевой мотивацией (доступ к свежему комбикорму), самостоятельно заходит в бокс робота. Процесс механизации включает следующие этапы, реализуемые без участия человека:

1. Идентификация: Лазерный сканер или транспондер считывает чип животного. Система обращается к базе данных: когда было последнее доение, какие показатели удоев, наличие заболеваний.

2. Подготовка вымени: Роботизированная рука (манипулятор) с помощью лазерного сканирования строит 3D-карту вымени, определяет местоположение каждого соска. Производится подмывка теплой водой и стимуляция молокоотдачи.

3.Надевание доильных стаканов: Сервоприводы поочередно или одновременно подводят стаканы к соскам. Датчики давления контролируют плотность прилегания, исключая подсос воздуха.

4. Процесс доения и контроль: В процессе доения система контролирует поток молока по каждой четверти вымени отдельно. При снижении потока до установленного предела (обычно 0,2–0,4 кг/мин) стакан автоматически снимается. Электронная проводимость молока анализируется в реальном времени, что позволяет на ранней стадии выявлять мастит (повышение электропроводности).

5. Постобработка: после завершения доения автоматически производится дезинфекция сосков (спреем или пенкой).

С инженерной точки зрения, робот заменяет не просто доильный аппарат, а целый функциональный блок «оператор машинного доения». Производительность одного

роботизированного модуля составляет от 60 до 80 доений в сутки, что позволяет обслуживать стадо в 55–65 голов (при 2,5–3 посещениях на корову в сутки).

2. Влияние на здоровье животных и качество продукции Критическим фактором эффективности механизации является не только рост производительности труда, но и сохранение здоровья поголовья. Опыт хозяйств, перешедших на роботизированное доение (например, в Ленинградской области и Краснодарском крае), демонстрирует значительное улучшение зоотехнических показателей.

Во-первых, кратность доения. Традиционные мы привязывают оператора к жесткому графику (2-3 раза в сутки). Роботизированная система позволяет корове выбирать индивидуальный ритм. Высокопродуктивные животные (свыше 40 литров молока в сутки) предпочитают доиться 3-4 раза в день. Увеличение кратности доения способствует снижению внутривыменного давления, что является лучшей профилактикой субклинических маститов [3,6]. Во-вторых, точность механического воздействия. В условиях человеческого фактора, при работе на установках «Параллель» или «Елочка», оператор, стремясь ускорить процесс, может допускать передерживание стаканов (сухое доение), что травмирует ткани соска. Робот снимает стакан мгновенно при падении потока молока, исключая травматизацию. Статистика показывает, что после перехода на роботизированное доение количество случаев клинического мастита снижается на 30–50%. В-третьих, система «сепарации» больных животных. Программное обеспечение робота анализирует кондуктометрию (электропроводность) молока, цвет, наличие крови или сгустков. При обнаружении патологии система автоматически блокирует поступление молока от данной коровы в общую емкость, направляя его в отдельную тару (или сбрасывая в канализацию). Это гарантирует, что товарное молоко будет соответствовать высшему сорту, а заражение всего стада (например, при вспышке мастита) предотвращается на ранней стадии.

3. Экономическая эффективность и оптимизация труда. Переход на роботизированную механизацию животноводства требует значительных капитальных вложений. Стоимость одного робота (модуля) с монтажом и настройкой составляет от 10 до 15 миллионов рублей. Однако экономическая модель окупаемости строится на трех столпах: рост продуктивности, снижение затрат на корма и, самое главное, кардинальное сокращение затрат труда.

В традиционном хозяйстве с поголовьем 200 коров на доильном зале типа «Карусель» в смену заняты 3-4 оператора плюв скотники. При переходе на 4 робота (на 200 голов) функция оператора машинного доения исчезает полностью. Человек (ветеринар или техник-осеменатор) лишь выполняет функцию «менеджера»: наблюдает за тревожными сигналами системы, занимается лечением больных животных и перемещением молодняка [7].

Согласно данным Министерства сельского хозяйства РФ, внедрение роботизированных систем позволяет:

* Сократить прямые затраты труда на производство 1 центнера молока на 35-45%;

* Повысить продуктивность на одну корову на 10-15% за счет оптимизации кратности доения и снижения стресса;

* Снизить расход кормов за счет точного нормирования (система автоматически задает концентраты индивидуально для каждой коровы в зависимости от продуктивности, стадии лактации и возраста).

Особый экономический эффект дает система управления стадом. Программное обеспечение фиксирует такие физиологические параметры, как активность животного (шагомер), время потребления корма, вес, количество жевательных движений. Алгоритмы машинного обучения позволяют прогнозировать охоту у коров с точностью до 95%, что значительно облегчает работу по воспроизводству стада [8,9].

4. Проблемы и перспективы развития. Несмотря на очевидные преимущества, механизация животноводства на основе роботизированных систем сталкивается с рядом вызовов

Существующие роботизированные системы предъявляют жесткие требования к параметрам зданий. Для переоборудования старых коровников требуется капитальная реконструкция. Необходимо обеспечить бесперебойное электропитание и высокоскоростной интернет (Wi-Fi) для синхронизации данных [10]. Также существует проблема «пробок» в системе разделения потоков (селекционные ворота), если плотность содержания слишком высока. Биологические ограничения: не все животные адаптируются к добровольному доению. Животные с трусливым или доминантным характером могут отказываться посещать робота, требуя «принудительного загона». Поэтому при переходе на РСД необходим жесткий селекционный отбор особей с устойчивой психикой.

Литература

1. Жилич, Е. Л. Формирование базовых условий для разработки и эффективного использования роботизированных средств в промышленных технологиях доения коров / Е. Л. Жилич, В. О. Китиков, Ю. Н. Рогальская // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2025. – Т. 63. – № 4. – С. 333-342.
2. Концепция, модели и схемы дифференцированного управления в роботизированном манипуляторе доения / В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин, Д. В. Шилин [и др.]. – DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.1.128-135 // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22, № 1. – С. 128-135.
3. Федосеева, Н. А. Некоторые рекомендации доения коров на роботизированных доильных установках Н. А. Федосеева, З. С. Санова, Е. В. Ананьева // Вестник Калужского научно-исследовательского института сельского хозяйства. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-rekomendatsii-doeniya-korov-na-robotizirovannyh-doilnyh-ustanovkah (дата обращения: 27.03.2026).
4. Попова, Л. В. Перспективная модель создания умной фермы на базе сети Интернета вещей / Л. В. Попова, М. С. Лата, П. А. Мелихов // Экономика сельского хозяйства России. – 2025. – № 9. – С. 60–69.
5. Петров, И. Е. Роботизированные системы доения как смена управленческой парадигмы / И. Е. Петров // Наука, технологии, кадры – основы достижений прорывных результатов в АПК : сборник научно-практических материалов Международной научно-практической конференции. – Казань : Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса, 2021. – Вып. 15, ч. 1. – С. 120–142.
6. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
7. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
8. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
9. Технология получения комбикормов в хозяйствах / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. С. Ткачев [и др.] // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мичуринск, 13 февраля 2020 года. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – С. 144-149.

УДК 632.362

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Семенов В. М. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. проблема сохранения качества и сокращения потерь сельскохозяйственной продукции на всех этапах – от уборки урожая до поступления к потребителю – остается одной из наиболее актуальных в агропромышленном комплексе. По данным международных экспертов, в глобальном масштабе потери продовольствия достигают значительных величин, что особенно остро проявляется в условиях растущего населения планеты и необходимости обеспечения продовольственной безопасности. В Российской Федерации решение задачи снижения потерь продукции растениеводства и животноводства признано стратегическим направлением развития АПК, требующим внедрения современных технологий хранения и переработки.

Ключевые слова: корма, измельчение, расчет

Современный этап развития технологий хранения и переработки характеризуется переходом от традиционных методов к интегрированным системам, основанным на применении цифровых решений, автоматизации процессов, а также использовании инновационных материалов и методов консервации. Эти подходы позволяют не только минимизировать потери, но и сохранить пищевую ценность продукции, обеспечить ее безопасность и продлить сроки реализации [7,10].



Рисунок 1 – Технология промышленного производства

Современные методы хранения сельскохозяйственной продукции:

Контролируемая атмосфера и газовые среды. Одним из наиболее эффективных направлений в технологии хранения является использование регулируемых газовых сред. Метод контролируемой атмосферы (КА) основан на изменении соотношения кислорода, углекислого газа и азота в камере хранения. Для плодоовощной продукции оптимальным считается снижение концентрации кислорода до 2-5% при одновременном повышении содержания углекислого газа до 3-5%. В таких условиях интенсивность дыхания плодов замедляется, созревание приостанавливается, а развитие патогенной микрофлоры подавляется [1,2,3].

Развитием этого подхода стало применение ультранизкого содержания кислорода (УНК) – технология, позволяющая довести концентрацию O2 до 0,5-1,5%. Такие условия обеспечивают максимальную сохранность яблок, груш, винограда и ягодных культур. Для зерновых масс активно применяется метод герметичного хранения с созданием бескислородной среды, при котором жизнедеятельность насекомых-вредителей и микроорганизмов полностью прекращается [4].

Температурные режимы и холодильные технологии. Современные холодильные системы хранения эволюционировали от простого поддержания пониженной температуры к многоступенчатым режимам с программным управлением. Технология динамического регулирования температуры предполагает постепенное изменение режимов в соответствии с физиологическим состоянием продукции. Для картофеля, например, применяется двухэтапное хранение: лечебный период (15-18°C с высокой влажностью) для заживления

механических повреждений, затем постепенное снижение до 2-4°С для длительного хранения.

Значительный прорыв связан с внедрением технологий быстрого замораживания (IQF – Individual Quick Freezing), которые позволяют заморозить отдельные элементы продукции (ягоды, кусочки фруктов, овощей) за несколько минут без образования крупных кристаллов льда, разрушающих клеточные структуры. Такая продукция после размораживания максимально сохраняет исходные потребительские свойства.

Инновационные материалы и покрытия. В области упаковки и защиты продукции активно развивается направление активной упаковки. К ее разновидностям относятся:

-Антимикробные пленки содержащие наночастицы серебра или природные антисептики (хитозан, экстракты растений), подавляющие развитие микрофлоры;

- Влагопоглощающие материалы, предотвращающие конденсацию влаги на поверхности продукции;

- Покрытия на основе природных полимеров, наносимые непосредственно на плоды и овощи, создающие съедобную защитную пленку, замедляющую испарение влаги и газообмен.

Технологии переработки сельскохозяйственного сырья. Переработка плодоовощного сырья. Современные линии переработки плодов и овощей базируются на принципах щадящей обработки, направленной на максимальное сохранение биологически активных компонентов. Технология низкотемпературной вакуумной сушки позволяет удалять влагу при температуре 30-40°С, сохраняя витамины, ферменты и органолептические свойства. Продукты, полученные этим методом, обладают повышенной пищевой ценностью и могут храниться длительное время без консервантов [5,8].

В производстве соков и нектаров все более широкое применение находят мембранные технологии – микрофильтрация, ультрафильтрация и обратный осмос. Эти методы позволяют концентрировать или разделять компоненты сырья без термического воздействия, сохраняя нативный состав. Микрофильтрация через керамические мембраны с размером пор 0,2-1,0 мкм обеспечивает удаление микроорганизмов без пастеризации, что позволяет получать продукты с сохраненной нативной микрофлорой.

Переработка зерна. В зерноперерабатывающей отрасли ключевым направлением является углубленная переработка, позволяющая извлекать из зерна не только муку и крупу, но и ценные компоненты – зародыши, отруби, клетчатку, белок. Технология фракционирования зерна с использованием пневматических и ситовых сепараторов нового поколения обеспечивает выделение алейронового слоя и зародыша с минимальными потерями [6].

Отдельно следует отметить развитие производства безглютеновых продуктов, что связано как с ростом числа людей, страдающих целиакией, так и с расширением ассортимента продукции здорового питания. Использование альтернативных видов сырья (рисовая, кукурузная, гречневая, амарантовая мука) требует разработки специальных технологических режимов, компенсирующих отсутствие глютенового каркаса [10,11].

Глубокая переработка молока и мяса. Молочная промышленность демонстрирует переход к производству продуктов с заданными функциональными свойствами. Мембранные методы концентрирования позволяют получать белковые фракции с высоким содержанием сывороточных белков для производства специализированного и лечебно-профилактического питания. Ультрафильтрация молока перед сыроделием повышает выход сыра на 15-20% и улучшает его консистенцию.

В мясопереработке активно внедряются технологии инжектирования рассолов и массирования, позволяющие равномерно распределять посолочные компоненты, улучшать сочность и нежность готовых продуктов. Применение стартовых культур и ферментных препаратов расширяет ассортимент ферментированных мясных продуктов с направленно формируемыми органолептическими характеристиками.

Интеграция цифровых технологий. Системы мониторинга и управления. Современные хранилища оснащаются комплексными системами автоматизированного управления технологическими процессами (АСУ ТП), которые обеспечивают:

- Непрерывный контроль температуры и влажности в различных зонах хранилища;
- Автоматическое регулирование работы систем вентиляции, охлаждения и увлажнения;
- Мониторинг состава газовой среды с возможностью коррекции;
- Учет движения продукции с использованием RFID-меток и систем идентификации.

Предиктивная аналитика. Применение методов машинного обучения и искусственного интеллекта позволяет прогнозировать изменения качества продукции в процессе хранения. На основе данных о сортовых особенностях, условиях выращивания, параметрах закладки на хранение и текущих показателях микроклимата системы способны выдавать рекомендации по корректировке режимов хранения для предотвращения потерь [12].

Экологические аспекты и ресурсосбережение. Современные технологии переработки ориентированы на безотходное или малоотходное использование сырья. Принципы циркулярной экономики в АПК предполагают, что вторичные ресурсы переработки – выжимки, шроты, лузга, косточки – служат сырьем для смежных отраслей. Из отходов переработки винограда и яблок получают пектиновые вещества, пищевые волокна, природные красители и антиоксиданты [12].

Важным направлением является снижение энергопотребления при хранении. Применение тепловых насосов, использующих низкопотенциальное тепло грунта или вентиляционных выбросов, позволяет сократить затраты электроэнергии на поддержание температурных режимов на 30-40% по сравнению с традиционными системами.



Рисунок 2 – Вертикальный компостер для навоза и отходов

Современные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции представляют собой комплекс междисциплинарных решений, объединяющих достижения пищевой биотехнологии, инженерии, материаловедения и цифровых технологий. Переход от консервативных методов к интеллектуальным системам управления позволяет не только сократить потери, но и повысить добавленную стоимость продукции за счет глубокой переработки и производства ингредиентов с заданными функциональными свойствами.

Литература

1. DeLaval VMS V300 2025: новое поколение доения – быстрее, точнее, прибыльнее // DairyNews.today. 23.07.2025. – URL: https://dairynews.today/kz/news/delaval-vms-v300-2025-novoe-pokolenie-doeniya-bystree-tochnee-pribylnee.html (дата обращения: 27.03.2026).
2. В Беларуси ведется разработка отечественного роботизированного доильного оборудования // Беларусь сегодня. 11.11.2025. – URL: https://www.sb.by/articles/v-belarusi-vedetsya-razrabotka-otechestvennogo-robotizirovannogo-doilnogo-oborudovaniya.html (дата обращения: 27.03.2026).
3. Структурная схема управления технологическим процессом уборки, удаления и переработки навоза / В. В. Гордеев, Т. Ю. Миронова, В. Е. Хазанов [и др.] // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2025. – Т. 63, № 4. – С. 235-242. – URL: https://vestiagr.belnauka.by/jour/article/view/816/ (дата обращения: 27.03.2026).
4. Купреенко, А. И. Технология механизированных работ в животноводстве : учебник / А. И. Купреенко, Х. М. Исаев. – Москва : Академия, 2018. – 240 с.
5. На молочной ферме «Коровкино» внедряют современные технологии // Самара – АРИС. – 18.12.2024. – URL: https://agro-inform.ru/novosti/NamolochnoyfermeKorovkinovnedryayutsovremennyetekhnologii/ (дата обращения: 27.03.2026).
6. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
7. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
8. Россия идет по пути полного цифрового учета животных – Минсельхоз // Agroday.ru. 20.10.2025. – URL: https://agroday.ru/news/rossiya-idet-po-puti-polnogo-tsifrovogo-ucheta-zhivotnyih---minselhoz/ (дата обращения: 27.03.2026).
9. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
10. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.
11. Тимирязевка разработала новую технологию для бесконтактной оценки КРС // Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева. 13.03.2026. – URL: https://www.timacad.ru/news/timiriazevka-razrabotala-novuiu-tekhnologiiu-dlia-beskontaktnoi-otsenki-krs (дата обращения: 27.03.2026).
12. Теория и расчет транспортно-технологических машин : учебное пособие для вузов / В. Ю. Фролов, А. В. Бычков, Г. Г. Класнер, В. И. Кузнецов. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 192 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/450752 (дата обращения: 27.03.2026).

УДК 355.741

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Семенов С. Г. - магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена проектированию технологических процессов ремонта и восстановления деталей. Рассматриваются основные принципы и методы, которые обеспечивают эффективное восстановление работоспособности поврежденных компонентов. В статье подробно анализируются этапы разработки технологического процесса, от диагностики состояния детали до выбора оптимальных методов восстановления. Также рассмотрены современные технологии восстановления, включая лазерную сварку, термическую обработку, а также аддитивные технологии. В заключении представлена информация о тенденциях развития и возможных направлениях совершенствования технологий ремонта и восстановления.

Ключевые слова: проектирование, технологические процессы, ремонт, восстановление, детали, восстановление ресурса, методы восстановления, качество, оптимизация, технологии

Современная промышленность в различных секторах, включая машиностроение, энергетику, авиацию и автомобилестроение, сталкивается с рядом вызовов, связанных с долговечностью и надежностью эксплуатационных деталей. Детали машин и оборудования часто подвергаются экстремальным условиям эксплуатации: высоким механическим и температурным нагрузкам, коррозии, износу и другим воздействиям. В результате этого они выходят из строя или теряют свои эксплуатационные характеристики. Для того чтобы не останавливать производство и минимизировать затраты, необходимы эффективные методы восстановления и ремонта деталей. Это требует разработки технологических процессов, которые обеспечат качественное восстановление работоспособности изделий, уменьшение времени простоя оборудования и продление срока службы деталей.

Процесс проектирования технологических процессов ремонта и восстановления деталей включает в себя выбор оптимальных методов восстановления, подбор материалов и оборудования, а также организацию работы с учетом специфики каждой отдельной детали и её эксплуатации. Для этого требуется комплексный подход, который сочетает в себе технические знания, опыт работы с различными видами материалов и технологий, а также понимание современных тенденций в области производства и ремонта.

Одним из ключевых аспектов разработки эффективного технологического процесса является использование инновационных методов, таких как аддитивные технологии, лазерная наплавка, сварка и механическая обработка. Эти методы позволяют не только восстановить поврежденные или изношенные детали, но и повысить их эксплуатационные характеристики, например, улучшить износостойкость, коррозионную стойкость или термическую устойчивость.

Однако проектирование таких процессов требует от специалистов не только знания традиционных методов ремонта, но и способности адаптировать новейшие технологии для решения конкретных задач. Также важным фактором является учет всех внешних условий, таких как доступность материалов, стоимость, время, необходимые для восстановления, а также требования к качеству восстановленных деталей.

В процессе работы особое внимание уделяется также вопросам подготовки и диагностики деталей, разработки технологических карт, оценки качества выполненных работ и внедрения системы контроля, что позволяет обеспечивать высокое качество и эффективность всего процесса. Ожидается, что результаты исследования помогут специалистам в области машиностроения и других отраслей промышленности, а также будут способствовать улучшению качества и сокращению сроков ремонта и восстановления

деталей, что в конечном итоге повысит общую экономическую эффективность предприятий [1].

1. Принципы проектирования технологических процессов ремонта и восстановления.

Проектирование технологических процессов ремонта и восстановления деталей основывается на определенных принципах, которые включают следующие этапы:

1.1 Диагностика состояния детали.

Прежде чем выбрать метод восстановления, необходимо провести диагностику детали. Это включает в себя:

- Оценку степени износа и повреждений.
- Исследование микроструктуры материала, возможных дефектов.
- Измерения геометрических размеров и выявление отклонений от нормы.

Для диагностики часто используют методы неразрушающего контроля, такие как ультразвуковая дефектоскопия, радиография, магнитопорошковый контроль, что позволяет точно определить области, требующие внимания.

1.2 Выбор метода восстановления.

На этом этапе важно правильно подобрать технологический процесс, который будет зависеть от типа повреждений, а также от материала детали. К основным методам восстановления относятся:

- Наплавка — процесс добавления материала на изношенную поверхность для восстановления ее формы.
- Сварка — используется для соединения или восстановления целостности поврежденной детали.
- Механическая обработка — шлифование, фрезерование, расточка, которые позволяют восстановить геометрию деталей.
- Термическая обработка — используется для восстановления прочностных характеристик материалов.

1.3 Разработка технологической карты.

Разработка технологической карты (ТК) для ремонта и восстановления деталей — это ключевая составляющая для организации эффективного технологического процесса. Технологическая карта является основным документом, который описывает последовательность всех операций, используемых материалов и средств, а также контрольных мероприятий, необходимых для успешного восстановления детали.

Технологическая карта — это документ, который детально описывает все этапы технологического процесса, начиная с приема поврежденной детали и заканчивая ее окончательной сдачей после ремонта или восстановления. В технологической карте фиксируются все необходимые параметры, такие как виды работ, технологии, инструменты, оборудование, материалы, а также порядок выполнения операций и контроль за качеством.

Технологическая карта предназначена для того, чтобы все участники процесса (ремонтники, технологи, контролеры качества) действовали по четким указаниям и строго следовали установленной последовательности действий. Это способствует повышению эффективности, сокращению времени на выполнение работ и обеспечению высокого качества восстановления [2].

2. Методы восстановления и их классификация.

Методы восстановления можно классифицировать на основе типа воздействия на деталь. Основные группы методов включают:

2.1 Механические методы восстановления.

Эти методы включают обработку поверхности детали с целью восстановления её формы и размеров:

- Шлифование и фрезерование — для удаления изношенных участков и восстановления геометрии.
- Расточка и сверление — используются для восстановления внутренних полостей и отверстий.

Механическая обработка позволяет добиться высокой точности в восстановлении формы, однако она требует значительных затрат времени и труда.

2.2 Термические методы восстановления.

Термическая обработка применяется для восстановления прочностных характеристик материала детали. Например:

- Наплавка — метод нанесения на деталь нового слоя материала, что позволяет повысить износостойкость.
- Закалка и отпуск — используются для изменения структуры материала с целью повышения его прочности и твердости.
- Плазменная наплавка — высокотехнологичный метод, при котором расплавленный металл наносится на поврежденную поверхность, что минимизирует термическое воздействие.

2.3 Аддитивные технологии.

Аддитивные технологии, или 3D-печать, представляют собой методику создания объектов путем послойного добавления материала, что позволяет получать сложные формы и геометрии, которые трудно или невозможно достичь традиционными методами. В последние годы аддитивные технологии стали активно использоваться в ремонте и восстановлении деталей, предлагая новые возможности для восстановления поврежденных компонентов, особенно в тех случаях, когда традиционные методы неэффективны или слишком дорогие.

Современные методы, такие как 3D-печать и лазерное наплавление, открывают новые возможности для восстановления деталей. Эти технологии позволяют точно восстановить поврежденные участки, создавая новые слои материала, которые идеально повторяют форму исходной детали.

2.4 Химико-термические методы восстановления.

Методы, такие как цементация и азотирование, используются для улучшения поверхностных свойств материала, таких как износостойкость и твердость. Они применяются в основном для деталей, работающих в условиях повышенной нагрузки и температур.

2.5 Сварочные технологии.

Сварка является одним из самых распространенных методов восстановления. В последние годы появились новые виды сварки, такие как лазерная и ультразвуковая сварка, которые обеспечивают высокую точность и минимальные деформации при восстановлении поврежденных частей.

3. Этапы проектирования технологического процесса.

Проектирование технологического процесса ремонта и восстановления включает несколько ключевых этапов, каждый из которых требует внимательного подхода:

3.1 Подготовка и диагностика.

Этот этап включает в себя анализ повреждений и составление отчета о состоянии детали. Задача на этом этапе — точно определить, какой метод восстановления будет наиболее эффективным.

Прежде всего, важно провести анализ информации, связанной с деталями, которые подлежат восстановлению. Это включает в себя:

Составление технической документации: на основе данных о рабочем процессе, условиях эксплуатации и характеристиках поврежденной детали разрабатывается план восстановления. Техническая документация также включает информацию о материале детали, ее конструкции и характеристиках повреждений.

Оценка экономической целесообразности восстановления: важно заранее определить, стоит ли восстанавливать деталь, или проще и дешевле будет заменить ее на новую. Это решение зависит от стоимости работ, сложности восстановления и стоимости самой детали.

Определение трудозатрат: для составления плана восстановления необходимо заранее рассчитать время, которое потребуется для выполнения каждого этапа работы. Этот расчет

включает в себя время на разборку и очистку детали, диагностику, выбор технологии восстановления, а также контроль качества.

3.2 Разработка технологической карты.

На этом этапе проектируется конкретный процесс, описываются все этапы, от подготовки детали до контроля качества после выполнения работ. Выбираются методы восстановления, оборудование и инструменты, составляются нормативы по времени и ресурсам.

3.3 Реализация процесса.

После разработки карты процесса начинается внедрение технологического процесса в производство.

Реализация процесса ремонта и восстановления деталей — это критически важный этап, который напрямую влияет на эффективность, качество и экономичность работы. Включает в себя внедрение всех технологических решений и методов на практике, начиная от планирования и подготовки, заканчивая финальной проверкой и эксплуатацией восстановленных компонентов. Этап реализации требует грамотной организации, квалифицированных специалистов, а также применения проверенных технологий и процессов.

3.4 Контроль качества.

Контроль качества является неотъемлемой частью технологических процессов ремонта и восстановления деталей, поскольку от его эффективности зависит надежность и безопасность эксплуатации восстановленных компонентов. Ошибки на этапе контроля могут привести не только к отказам в работе оборудования, но и к серьезным аварийным ситуациям, что несет угрозу безопасности работников и экологической ситуации. Контроль качества на всех этапах восстановления позволяет предотвратить подобные риски, а также повысить долгосрочную эксплуатационную эффективность оборудования [3].

4. Факторы, влияющие на выбор методов восстановления.

Выбор метода восстановления зависит от ряда факторов:

- Тип повреждений — для трещин и деформаций в некоторых случаях может быть достаточно сварки, в то время как для износа поверхностей необходима наплавка или механическая обработка.
- Материал детали — разные материалы требуют разных подходов, например, для стали и алюминия могут быть использованы различные методы восстановления.
- Экономическая целесообразность — выбор метода также зависит от стоимости восстановительных работ и ожидаемого ресурса детали после восстановления.
- Условия эксплуатации — детали, которые будут подвергаться высоким нагрузкам, температуре или агрессивным химическим воздействиям, требуют особого подхода к выбору метода восстановления [4].

5. Проблемы и перспективы развития.

В области восстановления деталей существует несколько проблем, таких как:

- Необходимость повышения точности восстановления для сложных деталей.
- Сложности в выборе оптимальных методов восстановления при ограниченных ресурсах.
- Затраты времени и средств на подготовку и внедрение новых технологий.

Однако с развитием технологий появляется все больше возможностей для совершенствования этих процессов. Например, аддитивные технологии и лазерная сварка предлагают значительные преимущества в плане точности и скорости выполнения работ. В будущем, вероятно, будет наблюдаться дальнейшая автоматизация процессов, что снизит затраты и улучшит качество восстановленных деталей [5].

Выводы. Проектирование технологических процессов ремонта и восстановления деталей является сложной и многоэтапной задачей, которая требует комплексного подхода. Важно учитывать тип повреждений, материал детали, условия эксплуатации и

экономическую целесообразность. Современные технологии, такие как аддитивные методы и лазерная сварка, открывают новые возможности для восстановления деталей с высокой точностью и минимальными затратами. В заключение можно сказать, что проектирование технологических процессов ремонта и восстановления деталей является ключевым элементом обеспечения долговечности и надежности промышленного оборудования. Современные технологические решения и автоматизация этих процессов открывают новые горизонты в восстановлении деталей с минимальными затратами времени и ресурсов. Однако для дальнейшего развития необходимо продолжать совершенствовать методы диагностики, разработки новых материалов и технологий восстановления, а также активно внедрять искусственный интеллект и автоматизированные системы для повышения качества и оптимизации процесса восстановления. Перспективы развития этой области свидетельствуют о том, что в будущем восстановление деталей будет не только более эффективным, но и более экономичным, что станет важным фактором для повышения конкурентоспособности предприятий на мировом рынке.

Литература

1. Иванов, А. В. Технология восстановления деталей машин / А. В. Иванов. – Москва : Машиностроение, 2019.
2. Петров, В. К. Современные методы ремонта и восстановления деталей / В. К. Петров. – Санкт-Петербург : Политехника, 2020.
3. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
4. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
5. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
6. Дмитриев, В. П. Современные технологии восстановления и ремонта / В. П. Дмитриев. – Екатеринбург : Уральский университет, 2022.
7. Кузнецов, П. А. Проектирование технологических процессов. — Москва : Стройиздат, 2018.
8. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
9. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
10. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
11. Плазменно-порошковая наплавка (PTA наплавка)... // Дзен : сайт. – URL: https://dzen.ru/a/zqgekj4ruvqi3wpj (дата обращения: 25.03.2026).
12. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
13. Лиханов, В. А. Исследование сажевыделения в тракторном дизеле, работающем на биотопливе / В. А. Лиханов // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91. – № 4. – С. 375-385. – EDN SDIADK.

14. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34. – № 3. – С. 424-443. – EDN JKSIXY.
15. Пантелеенко, Ф. И. Формирование структуры и свойств зоны сплавления при плазменно-порошковой наплавке покрытия типа EuTroLoy 16006. 04 / Ф. И. Пантелеенко, В. В. Захаренко, М. В. Специан // Литьё и металлургия. – 2017. – № 3 (88). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-struktury-i-svoystv-zony-splavleniya-pri-plazmenno-poroshkovoy-naplavke-pokrytiya-tipa-eutroloy-16006-04 (дата обращения: 10.01.2025).
16. Князьков, К. В. Анализ современного развития технологий : гл. 1. // Разработка технологии модифицирования износостойких покрытий системы Ni-Cr-B-Si-Fe/WC в процессе плазменно-порошковой наплавки : специальность 05.02.10 "Сварка, родственные процессы и технологии" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Князьков Константин Викторович, 2015. – 125 с. – URL: http://www.ispms.ru/files/dissertacii_d038_2/knyazkov/disser_knyazkov.pdf (дата обращения: 25.03.2026).
17. Лиханов, В. А. Исследование токсичности отработавших газов дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 9. – С. 30-34. – EDN XEJMTH.
18. Лиханов, В. А. Исследование дизеля на спиртовом и газомоторном топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – 175 с. – ISBN 978-5-6045024-1-9. – EDN GCPSZS.
19. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 4 (40). – С. 21-25. – EDN SILVTR.
20. Оптимизация плазменной порошковой наплавки двухдуговым... // www.plasmacentre.ru – URL: https://www.plasmacentre.ru/docs/optimizaciya-plazmennoj-poroshkovoj-naplavki.pdf (дата обращения: 25.03.2026).
21. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С.95-98. – EDN WQPGOP.
22. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции вузов Приволжского региона, Чебоксары, 27 октября 2006 года. – Чебоксары : Московский государственный областной университет, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
23. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
24. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.
25. Лебедев, С. И. Методы и средства восстановления деталей : учебное пособие / С. И. Лебедев. – Москва : Высшая школа, 2021.

УДК 621.432

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ НА ТРЕНИЕ В КРИВОШИПНО-ШАТУННОМ МЕХАНИЗМЕ ПОРШНЕВЫХ ДВС

Семенов С. Г. – магистрант
Ржаницын П.Н. – специалист
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, Киров, Россия

Аннотация. В данной статье анализируются ключевые способы уменьшения трения в кривошипно-шатунном механизме (КШМ) поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Трение в КШМ существенно сказывается на рабочей эффективности двигателя, расходе топлива и долговечности его компонентов. Основные источники трения в этом механизме связаны с взаимодействиями между поршнем, шатуном, кривошипами и их соединениями, а также зависят от качества смазки и свойств материалов. В статье обсуждаются подходы к снижению трения, такие как применение высококачественных смазочных жидкостей, оптимизация конструкции элементов КШМ и использование современных технологий обработки поверхностей. Также рассматривается возможность улучшения геометрии деталей и применение новых материалов с низким коэффициентом трения. В заключение предложены рекомендации по дальнейшему усовершенствованию конструкций, направленные на минимизацию трения и улучшение общей эффективности двигателя [1-5].

Ключевые слова: кривошипно-шатунный механизм, потери на трение, поршневой двигатель, смазочные жидкости, материалы, оптимизация

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) представляет собой один из самых важных компонентов поршневого двигателя внутреннего сгорания (ДВС), который осуществляет преобразование энергии, возникающей в результате сгорания топлива, в механическую работу, необходимую для движения автомобиля или другого механизма. Его основная задача — передача движения от поршня к коленчатому валу, что позволяет двигателю работать с высокой динамикой. Однако, несмотря на свою важность, функционирование КШМ связано с рядом значительных потерь, особенно потерь от трения. Эти потери возникают в местах взаимодействия поршня с цилиндром, шатунов с кривошипом, а также в других сопрягаемых элементах механизма, таких как подшипники и соединительные детали. Потери на трение оказывают прямое влияние на эффективность работы двигателя, снижают его экономичность и увеличивают износ деталей, что может сократить срок службы всего двигателя. С целью минимизации этих потерь активно разрабатываются новые технологии, методики и материалы, которые направлены на повышение общей эффективности работы КШМ. Это включает в себя использование более стойких и износостойких материалов, внедрение инновационных смазочных технологий, а также усовершенствование конструкции самого механизма для снижения трения и улучшения передачи энергии, что, в свою очередь, способствует повышению топливной экономичности, мощности и долговечности двигателя [6-12].

Источники трения в КШМ. Основные факторы, вызывающие потери на трение в конструкции КШМ, включают:

- Поршень и цилиндр. Трение происходит между поршнем и стенками цилиндра в области контакта. Это приводит к износу и отрицательно сказывается на коэффициенте полезного действия двигателя.
- Шатун и кривошип. Эти элементы также испытывают значительный износ, что может привести к потере мощности и увеличению расхода топлива.
- Уплотнительные кольца и иные элементы. Эти компоненты также оказывают влияние на общие потери из-за трения.

Способы уменьшения трения.

1. Применение качественных смазок. Одним из наиболее эффективных способов снижения трения является использование высококачественных смазочных материалов.

Современные синтетические масла, обладающие низким коэффициентом трения и высокой вязкостью, способствуют значительному снижению потерь на трение в кривошипно-шатунном механизме (КШМ). С добавками, такими как молибден, бор или фтор, эти масла обеспечивают лучшую защиту от износа, предотвращают образование отложений и значительное улучшение смазывающих свойств. В результате, такие жидкости не только уменьшают трение, но и поддерживают стабильную работу механизма при различных температурных режимах, увеличивая срок службы двигателя [13-19].

2. Оптимизация конструкции КШМ. Одним из способов снижения трения является изменение конструкции компонентов механизма. Например, уменьшение массы поршня и шатунов снижает инерционные силы, что ведет к меньшему сопротивлению при движении. Также важно улучшить форму шатунов, сделать их более аэродинамичными и обеспечить точность сопряжения всех деталей. Дополнительные меры, такие как использование шлифованных и хромированных поверхностей для уменьшения шероховатости, способствуют снижению износа, потерь энергии и, как следствие, трения. Улучшенные детали позволяют значительно повысить эффективность работы КШМ, а также увеличить его долговечность и производительность.

3. Внедрение наноматериалов и покрытий. Нанотехнологии открывают новые горизонты в области снижения трения. Разработка и внедрение наноматериалов и специализированных покрытий, таких как графеновые, алмазные или покрытия на основе углеродных нанотрубок, позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики КШМ. Эти материалы обладают высокой прочностью и износостойкостью, а их чрезвычайно низкий коэффициент трения снижает механические потери и повышает эффективность работы механизма. Нанопокрытия, благодаря своей устойчивости к высокому давлению и температурам, значительно снижают потребность в частой замене компонентов, способствуют более стабильной и долговечной работе двигателя.

4. Использование новых материалов. Развитие новых материалов, таких как легкие сплавы и композиты, открывает новые возможности для уменьшения трения в КШМ. Например, алюминиевые, титаново-алюминиевые сплавы, а также карбоновые и керамические материалы имеют превосходные антифрикционные свойства. Они обладают не только низким коэффициентом трения, но и высокой устойчивостью к износу, коррозии и температурным колебаниям. Эти материалы способствуют снижению массы и увеличению жесткости деталей, что ведет к меньшим потерям энергии и увеличению общей эффективности работы механизма. Внедрение таких сплавов в конструкцию КШМ позволяет значительно уменьшить трение, улучшить динамические характеристики и повысить экономичность двигателей [20-23].

5. Пассивное охлаждение и улучшенная смазка. Эффективное охлаждение и система смазки играют ключевую роль в уменьшении трения и износа деталей КШМ. Совершенствование системы охлаждения двигателя и увеличение объема масла в зонах повышенного трения способствует лучшему отводу тепла и уменьшению температуры в критических точках. При этом улучшенная смазка не только уменьшает трение, но и способствует выведению загрязнений, предотвращая их накопление на рабочих поверхностях. Дополнительные меры, такие как использование смазочных жидкостей с улучшенными термостойкими свойствами, позволяют поддерживать стабильную работу механизма даже при экстремальных нагрузках и температурах, что способствует продлению срока службы двигателя [24-27].

6. Методы обработки поверхностей. Современные методы обработки и нанесения покрытий на детали КШМ позволяют эффективно снижать коэффициент трения и увеличивать износостойкость. Например, лазерная обработка поверхности позволяет создавать микроструктуры, которые значительно улучшают ее твердость и снижают износ. Ионное напыление и другие технологии нанесения тонких покрытий создают на поверхности детали прочные, гладкие и устойчивые к трению слои, которые значительно улучшают эксплуатационные характеристики. Эти методы обработки способствуют продлению срока

службы компонентов КШМ, уменьшают потери энергии на трение и повышают общую эффективность работы двигателя.[3]

Снижение потерь на трение в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) представляет собой один из наиболее эффективных путей повышения общей производительности, долговечности и экономичности современных двигателей. Этот процесс значительно улучшает работу двигателя, воздействуя на несколько ключевых аспектов его функционирования, что приводит к ощутимым преимуществах как для владельцев транспортных средств, так и для экологии. Рассмотрим, как снижение трения влияет на эти аспекты:

1. Снижение расхода топлива.

Одним из наиболее важных эффектов уменьшения трения является снижение сопротивления между движущимися частями двигателя. Чем меньше трение, тем меньше энергии требуется для преодоления сопротивления, возникающего при работе компонентов двигателя. Это позволяет двигателю работать с большей эффективностью, так как вся энергия, генерируемая сгоранием топлива, используется более рационально. В результате уменьшается потребление топлива, что, в свою очередь, снижает затраты на эксплуатацию транспортного средства и способствует экономии ресурсов. Даже небольшое уменьшение потерь на трение может привести к заметному снижению расхода топлива и, соответственно, повысить топливную экономичность автомобиля или другого транспортного средства.

2. Увеличение ресурса двигателя.

Меньшее трение также способствует значительному уменьшению механического износа движущихся частей. Трение между поршнем и цилиндром, шатуном и кривошипом, а также другими частями механизма, со временем приводит к повреждению поверхностей и снижению работоспособности двигателя. Уменьшение этих потерь замедляет износ деталей и позволяет двигателю дольше сохранять свою эффективность. Это особенно важно для снижения затрат на обслуживание и ремонты, так как реже возникает необходимость в замене изношенных компонентов. Меньший износ также способствует улучшению стабильности работы двигателя на протяжении всего его жизненного цикла, что повышает надежность и сокращает непредвиденные расходы на ремонты.

3. Уменьшение вредных выбросов.

Важным результатом повышения эффективности двигателя является снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Снижение расхода топлива напрямую связано с уменьшением количества сгорающих углеводородов, что, в свою очередь, ведет к уменьшению выбросов углекислого газа, оксидов азота и других вредных веществ. Меньшее количество потребляемого топлива означает, что двигатель выделяет меньше токсичных загрязнителей, что улучшает экологическую обстановку и способствует выполнению стандартов по охране окружающей среды. В условиях глобальной борьбы с изменением климата и стремления к уменьшению углеродного следа таких инициатив как снижение трения становятся крайне важными для достижения устойчивого развития и создания экологически чистых технологий.

4. Повышение мощности и динамических характеристик.

Уменьшение трения не только снижает потери энергии, но и способствует улучшению отклика двигателя на изменения нагрузки. Меньшее сопротивление при движении позволяет двигателю работать более эффективно и развивать большую мощность при меньших затратах энергии. Это особенно важно для автомобилей с высокими требованиями к производительности, таких как спортивные автомобили, грузовики или автомобили для экстренных служб, где каждая единица мощности играет решающую роль для обеспечения динамических характеристик, таких как ускорение, способность к быстрому набору скорости и общая отзывчивость двигателя. Снижение трения в этих механизмах позволяет улучшить эксплуатационные характеристики, повысить скорость отклика и ускорить разгон, что делает автомобиль более маневренным и адаптивным к различным условиям эксплуатации.

5. Снижение температуры работы двигателя.

Еще одним важным эффектом снижения трения является снижение тепловых потерь. При меньшем трении выделяется меньше тепла, что способствует поддержанию стабильного температурного режима работы двигателя. Снижение избыточного тепла помогает избежать перегрева двигателя, что особенно важно в жарких климатических условиях или при интенсивной эксплуатации. Снижение температуры улучшает эффективность работы системы охлаждения, позволяет поддерживать оптимальные условия для работы масла и других жидкостей, а также повышает общую надежность и долговечность двигателя. Это особенно важно в тяжелых эксплуатационных условиях, когда поддержание стабильной температуры может предотвратить повреждения деталей и продлить срок службы двигателя.

6. Инновации в материалах и технологиях.

Современные технологии и материалы позволяют значительно снизить трение в ДВС. Использование высокотехнологичных низкотемпературных смазочных материалов, улучшенных покрытий для поверхностей движущихся частей, а также инновационных методов производства, таких как точное литье и лазерная обработка, помогает минимизировать потери на трение. Современные композитные материалы, такие как тефлоновые покрытия и углеродные наноматериалы, обеспечивают превосходные свойства трения и износостойкости, что ведет к улучшению долговечности и надежности двигателя. Внедрение таких технологий помогает значительно повысить общую эффективность двигателя, снизить потребление топлива, улучшить экологические показатели и сократить эксплуатационные затраты.

Таким образом, снижение потерь на трение является важнейшей задачей в современных разработках двигателей внутреннего сгорания, поскольку оно оказывает позитивное влияние на все ключевые характеристики двигателей: повышает топливную экономичность, увеличивает ресурс и долговечность, снижает вредные выбросы, улучшает динамические характеристики и снижает эксплуатационные расходы. Внедрение инновационных решений и материалов в конструкцию КШМ и других систем двигателя открывает новые горизонты для создания более эффективных, экологичных и надежных двигателей будущего.[4]

Выводы. Потери, возникающие из-за трения в кривошипно-шатунном механизме (КШМ), существенно влияют на эффективность поршневых двигателей, увеличивая расход топлива и сокращая срок службы компонентов. Уменьшение этих потерь достигается через использование качественных смазочных материалов, оптимизацию конструктивных особенностей, внедрение новых материалов и технологий обработки. Современные синтетические масла с низким коэффициентом трения и специализированные добавки, такие как молибден или бор, обеспечивают лучшую защиту от износа и снижают механические потери. Оптимизация формы и точности изготовления деталей КШМ, таких как поршни и шатуны, а также использование хромированных и шлифованных поверхностей, снижает трение и увеличивает долговечность. Кроме того, новые легкие материалы, такие как титаново-алюминиевые сплавы, и нанопокрытия, например, графен или алмазоподобные углеродные слои, значительно уменьшают износ и повышают эффективность работы. Улучшенные системы охлаждения и смазки также способствуют снижению трения и повышению надежности двигателя. Комплексное применение этих технологий позволит повысить производительность, снизить выбросы и сделать использование двигателей более экономичным и экологически чистым.[5]

Литература

1. Трофимов, И. М. Трение и износ в двигателях внутреннего сгорания / И. М. Трофимов, В. В. Ильин. – Москва : Машиностроение, 2020.
2. Сидоров, А. П. Современные материалы для двигателей внутреннего сгорания / А. П. Сидоров. – Санкт-Петербург : Политехника, 2019.
3. Беляев, Д. В. Методы снижения потерь на трение в автомобильных двигателях / Д. В. Беляев // Автомобильные технологии. – 2021. – № 12. – С. 56-64.

4. Лиханов, В. А. Исследование сажевыделения в тракторном дизеле, работающем на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91. – № 4. – С. 375-385. – EDN SDIADK.
5. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34. – № 3. – С. 424-443. – EDN JKSIXY.
6. Лиханов, В. А. Исследование токсичности отработавших газов дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 9. – С. 30-34. – EDN XEJMTH.
7. Кочетов Б. М. Основы смазочных материалов / Б. М. Кочетов, А. А. Мельников. – Москва : Химия, 2018.
8. Smith J., Williams K. Friction reduction in internal combustion engines: A review of recent advancements / J. Smith., K. Williams // Journal of Engineering Tribology. – 2022. – Т. 236, № 2. – С. 123-135.
9. Лиханов, В. А. Исследование дизеля на спиртовом и газомоторном топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – 175 с. – ISBN 978-5-6045024-1-9. – EDN GCPSZS.
10. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 4 (40). – С. 21-25. – EDN SILVTR.
11. Дегтерев, А. С. Влияние технологических параметров плазменной порошковой наплавки током прямой полярности на формируемую структуру Fe-Cr-V-Mo-C покрытий / А. С. Дегтерев, С. Ф. Гнюсов // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320, № 2. – С. 87-94. – EDN OVWGSD.
12. Направление подготовки 15.04.01 Машины и технологии... // Электронный архив ТПУ. – URL: https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/39101/1/tpu374047.pdf (дата обращения: 25.03.2026).
13. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
14. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции вузов Приволжского региона, Чебоксары, 27 октября 2006 года. – Чебоксары : Московский государственный областной университет, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
15. Специальные плазменные технологии. Страница 4 // studfile.net : сайт. – URL: https://studfile.net/preview/19949885/page:4/ (дата обращения: 25.03.2026).
16. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
17. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С. 15-19. – EDN VLQGLM.
18. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
19. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.

20. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
21. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
22. Воробьев, Е. А. Повышение качества восстановления коленчатых валов двигателей автомобилей плазменно-порошковой наплавкой : специальность 05.22.10 "Эксплуатация автомобильного транспорта" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воробьев Евгений Александрович, 2017. – 158 с. – URL: https://www.dissercat.com/content/povyshenie-kachestva-vosstanovleniya-kolenchatykh-valov-dvigatelei-avtomobilei-plazmenno-por (дата обращения: 25.03.2026).
23. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации // Электронный архив ТПУ. – URL: https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/55268/1/tpu737429.pdf (дата обращения: 25.03.2026).
24. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
25. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
26. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
27. Балабанов, В. И. Анализ технологий восстановления коленчатых валов автотракторной техники / В. И. Балабанов, Д. В. Добряков // Агроинженерия. – 2024. – № 5. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tehnologiy-vosstanovleniya-kolenchatyh-valov-avtotraktornoy-tehniki (дата обращения: 10.01.2025).

УДК 614.8

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Семёновых А. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопрос промышленной безопасности на опасных производственных объектах. В статье обсуждаются основные аспекты промышленной безопасности и нормативно-правовая база в этой области.
Ключевые слова: Опасные объекты, производство, производственная безопасность, производственный контроль, оценка рисков, промышленная безопасность, производственный контроль, безопасность труда, пожарная безопасность, экологическая безопасность

Промышленная безопасность опасных производственных объектов – это состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий.

Важность промышленной безопасности в производстве невозможно переоценить. Она необходима для эффективного производства и конкурентоспособности предприятия. Безопасность на рабочем месте является ключевым фактором, влияющим на производительность, качество продукции и удовлетворенность сотрудников [1].

Системы промышленной безопасности на опасных производственных объектах состоят из нескольких основных элементов:

- политика промышленной безопасности. Это документ, определяющий цели и задачи промышленной безопасности, а также стратегии и планы действий по их достижению;
- оценка рисков. Это процесс оценки опасностей и потенциальных рисков на производстве, включающий анализ возможных последствий для работников, окружающей среды и населения. На основе этой оценки разрабатываются меры по снижению рисков и предотвращению несчастных случаев;
- кризисное планирование и управление. Разрабатываются планы действий по предотвращению и управлению кризисными ситуациями, такими как пожары, аварии и взрывы;
- развитие и обучение персонала. Сюда входит обучение правилам безопасности, процедурам и инструкциям по использованию опасных веществ и оборудования, а также проведение аварийных учений;
- техническое обслуживание и ремонт оборудования. Регулярное обслуживание и ремонт оборудования помогает предотвратить возможные несчастные случаи и неисправности;
- мониторинг и аудит систем безопасности. Процесс мониторинга и аудита систем безопасности для обеспечения соответствия стандартам и требованиям, поиска улучшений и оптимизации процессов.

Обеспечение промышленной безопасности на опасных производственных объектах является ключевым элементом защиты здоровья и жизни работников, охраны имущества и окружающей среды, а также соблюдения законодательства в этой области [2].

Опасное производственное оборудование может быть классифицировано различными способами в зависимости от степени опасности, характера производства и воздействия на окружающую среду. Здесь рассматривается классификация по степени опасности:

- класс опасности I - объекты чрезвычайно высокой опасности;
- класс опасности II - объекты высокой опасности;
- класс опасности III - объекты средней опасности;
- класс опасности IV - объекты низкой опасности [3].

Существуют различные типы опасных производственных объектов, каждый из которых имеет свои уникальные характеристики. Здесь мы рассмотрим некоторые из различных типов опасных производственных объектов:

- химические производства: это объекты, связанные с производством токсичных, взрывоопасных или пожароопасных химических веществ;
- нефтегазовая промышленность: включает объекты, связанные с добычей, транспортировкой и переработкой нефти и газа;
- ядерные и радиологические объекты: к ним относятся объекты, связанные с использованием ядерной энергии или хранением радиоактивных материалов;
- металлургическая промышленность: включает объекты, связанные с производством металлов и сплавов;
- промышленность строительных материалов [4].

При нарушении промышленной безопасности может случиться авария, в котором могут быть человеческие жертвы. Некоторые аварии, которые случились из-за несоблюдения:

- 16 июля 2016 года на нефтеперерабатывающем заводе "Башнефть-Уфанефтехим" в Уфе произошел взрыв с последующим возгоранием установки гидрокрекинга на площади 200 кв. м. В результате ЧП погибли шесть человек, двое были госпитализированы. Причиной взрыва стала разгерметизация аппарата воздушного охлаждения из-за износа.
- 15 июня 2014 года в Красноярском крае на Ачинском нефтеперерабатывающем заводе при проведении пусковых работ на газофракционной установке произошла утечка углеводородного газа, которая привела к взрыву и пожару. Погибли восемь человек, еще семь работников пострадали. Была разрушена отдельно стоящая ректификационная колонна, повреждены конструкции соседних зданий. Причиной аварии руководство "Роснефти" (компания - владелец Ачинского НПЗ) назвало ошибку подрядчика, который в ходе ремонта не проконтролировал плотность соединений трубопровода.
- 5 октября 2017 года на территории нефтеперерабатывающего завода "Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез" (город Кстово, Нижегородская область) в резервуаре объемом 10 тыс. куб. м воспламенились пары бензина, после чего произошел взрыв. Погибли четыре человека, выполнявшие работы на резервуаре. В пресс-службе "Лукойла" сообщили ТАСС, что пожар, предположительно, возник из-за нарушения правил промышленной безопасности.[5]

Анализ опасностей и рисков при работе на опасных установках — это процесс выявления и оценки опасностей и рисков, связанных с работой на рабочем месте. Целью такого анализа является установление мер по контролю рисков и опасностей для защиты жизни и здоровья работников и предотвращения ущерба окружающей среде.

Анализ рисков и опасностей на опасных производственных объектах включает следующие этапы:

1. идентификация опасностей;
2. оценка риска;
3. определение структуры предполагаемого ущерба;
4. построение законов распределения ущербов;
5. оценка величины опасности;
6. постоянное совершенствование системы.[6]

В Российской Федерации в производстве используется широкий спектр технических средств безопасности. Некоторые из них следующие:

- оградительные устройства;
- предохранительные устройства;
- системы пожарной безопасности;
- блокировочные устройства безопасности;
- система дистанционного управления [8,9,1011,12,13,14,150].

Организационные меры являются важной частью системы охраны труда. Некоторые из них следующие:

- разработка и внедрение политики в области безопасности труда;
- обучение и инструктаж сотрудников;
- письменные процедуры и инструкции;
- регулярные проверки и аудиты;
- система управления рисками;
- вовлечение персонала в совершенствование системы безопасности;
- системы отчетности и анализа.

Все эти организационные меры взаимодействуют друг с другом и вместе обеспечивают безопасность на рабочем месте.

Персонал играет важную роль в обеспечении промышленной безопасности на рабочем месте. Сотрудники обладают необходимыми знаниями и навыками для правильного выполнения задач и процедур системы управления безопасностью.

Работники должны:

1. соблюдать правила и процедуры безопасности;
2. понимать опасности и риски;
3. быть готовым к реагированию на чрезвычайные ситуации;
4. сообщать о нарушениях техники безопасности;
5. участие в подготовке и обучении;
6. соблюдать правила личной гигиены и техники безопасности.

Система промышленной безопасности не может быть эффективной без участия работников. Поэтому работники должны активно участвовать в системе безопасности и соблюдать все соответствующие политики и процедуры для обеспечения безопасности на рабочем месте.[8]

Анализ результатов мер по обеспечению безопасности на рабочем месте может помочь оценить эффективность используемых мер и определить необходимость внесения изменений в систему безопасности. Для этого можно рассмотреть следующие шаги:

- сбор и анализ данных о безопасности на рабочем месте;
- оценка эффективности мер безопасности;
- выявление причин неудач;
- разработка плана повышения безопасности;
- мониторинг и оценка результатов.

Анализ результатов мер безопасности является важным способом повышения эффективности систем безопасности и снижения риска аварий и инцидентов на рабочем месте.[9]

Для повышения эффективности мер безопасности на опасных рабочих местах в России рекомендуется следующее:

- проанализировать опасности и риски на рабочих местах - следует проанализировать опасности и риски на рабочих местах, чтобы определить меры безопасности, необходимые для минимизации риска аварий и инцидентов;
- обеспечить персонал необходимыми знаниями и навыками - обеспечить персонал необходимыми знаниями и навыками по технике безопасности, чтобы он мог реагировать и предотвращать инциденты, происходящие на рабочем месте;
- установить современное оборудование для обеспечения безопасности - установить современное оборудование для обеспечения безопасности, включая автоматизированные системы мониторинга и управления, а также системы предупреждения и сигнализации, чтобы обеспечить максимальную защиту производственного персонала;
- проводить регулярное обучение и тренировки - обеспечить регулярное обучение и тренировки производственного персонала, чтобы он мог применить свои знания и навыки в области безопасности на практике;

- мониторинг и анализ результатов - мониторинг и анализ результатов мер безопасности для выявления и устранения причин аварий и несчастных случаев.
- регулярно обновлять системы безопасности - системы безопасности на рабочем месте должны регулярно обновляться, чтобы включать новые технологии и методы, которые помогают повысить эффективность мер безопасности;
- соблюдать законодательные требования - законодательные требования по безопасности труда должны строго соблюдаться, чтобы обеспечить максимальную защиту персонала и окружающей среды.[10]

Литература

1. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.
2. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85. – EDN ZVZKDO.
3. Шевченко, А. В. Экспериментальное изучение смесительной установки в режиме перемешивания / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 229-231.
4. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. Установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке : заявл. 26.05.2025 : опубл. 24.11.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, В. Е. Саитов, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
5. Патент № 2836811 C1 Российская Федерация, МПК B01F 23/50, A01J 11/00. Установка для приготовления жидких кормовых смесей : заявл. 19.04.2024 : опубл. 24.03.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
6. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov. – DOI 10.1051/e3sconf/202447103005 // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005. – EDN BVTAWW.
7. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
8. Солонщиков, П. Н. Обзор вопросов по обеспечению электробезопасности в сетях до 1000 В / П. Н. Солонщиков, О. В. Солонщикова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 189-194.

УДК: 631.81

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПЛУГА ПЛН-8-40 ПУТЁМ УСТАНОВКИ ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ

Семушин С. А. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрены предохранительные устройства плугов для предупреждения поломок органов при наезде плуга на скрытые препятствия.

Ключевые слова: основная обработка почвы, плуги, предохранительные устройства

С внедрением скоростных высокопроизводительных пахотных агрегатов возникает необходимость обеспечения безаварийной работы плуга, так как любые простои из-за его поломок могут существенно снизить производительность агрегата. Обеспечить безаварийную работу можно либо увеличением прочности плуга, либо применением различных предохранительных устройств. Пути дальнейшего увеличения прочности несмотря на кажущуюся простоту, ограничены. С увеличением количества корпусов на плуге расчетная нагрузка на каждый корпус возрастает, так как она эквивалентна силе, способной остановить движущийся пахотный агрегат при наезде на препятствие.

Предохранительные устройства бывают: групповые, выключающие из работы всю машину (отъединяющие её от трактора, выглубляющие из почвы рабочие органы или выключающие муфту сцепления трактора); индивидуальные, выключающие рабочий орган, наехавший на препятствие; индивидуально-групповые.

Групповые предохранители целесообразно использовать при работе плугов с числом корпусов не более трёх, так как при срабатывании приходится останавливать трактор для замены штифта 1 или ботов 9 и 10 (рисунок 1, а и б).

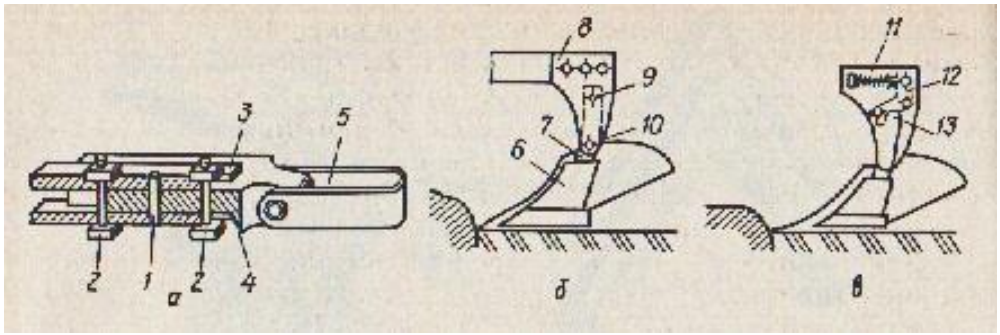


Рисунок 1 – Предохранители плугов: а) – групповой фрикционно-штифтовый; б) – индивидуально-штифтовый; в) – индивидуально-пружинный; 1 – предохранительный штифт; 2 – стяжные болты; 3 – тяга прицепа плуга; 4 – державка; 5 – серьга; 6 – башмак; 7 – стойка; 8 – кронштейн; 9 и 10 – предохранительные болты; 11 – пружина; 12 – коромысло; 13 – седло

Индивидуальные предохранители одностороннего и двухстороннего действия могут быть штифтовыми или пружинными (рисунок 1, б и в). Предохранители двухстороннего действия позволяют рабочим органам обходить препятствия и заглубляться после срабатывания предохранителя без остановки агрегата, также они обеспечивают высокую производительность и минимальные огрехи, однако масса и стоимость оборудованных ими машин больше, чем машин с предохранителями одностороннего действия. Поэтому наиболее рационально для обработки почв, сильно засорённых камнями, использовать индивидуальные предохранители двухстороннего действия. При этом пружинные предохранители этого типа применяют на культиваторах, гидропневматические – на плугах.

Индивидуальные предохранители в зависимости от типа аккумулятора бывают пружинные, рессорные, гидропружинные, гидравлические, резиновые подушки, гидропневматические. Широкое распространение получили автономные пружинные,

рессорные предохранители, резиновые подушки, а с общим аккумулятором – гидропневматические.

Все эти предохранители имеют ряд недостатков. К недостаткам гидропневматических предохранителей относятся: сложность конструкции, большие значения тягового сопротивления при обходе камней, трудность регулировки. Пружинные и рессорные предохранители значительно проще чем гидропневматические, но также требуют больших затрат времени для регулировки силы сопротивления.

Рессорные предохранители (рисунок 2, а) получили широкое распространение, ими оснащены плуги общего назначения необоротного типа и изготавливаются очень многими предприятиями и фирмами. Главные их достоинства – простота конструкции и надежность работы.

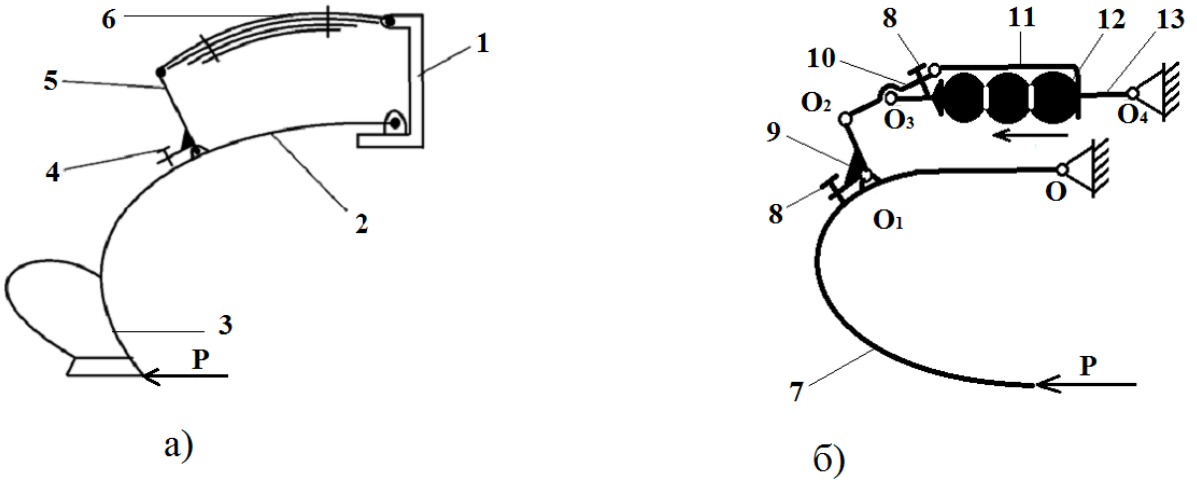


Рисунок 2 – Конструктивные схемы плугов с предохранительной системой рессорного типа и в виде резиновых подушек: а) – предохранительная система рессорного типа; б) – предохранительная система в виде резиновых подушек; 1 – кронштейн секции; 2 – грядиль; 3 – корпус; 4 – болты регулировочные; 5,9 - рычаг двуплечий; 6 – рессора; 7 – стойка; 8 – регуляторы натяжения; 10 – коромысло; 11 – рычаг; 12 – подушки резиновые; 13 – ось

Плуг с предохранителями в виде резиновых подушек (рисунок 2, б) работает следующим образом. При наезде на препятствие, усилие Р действует на грядиль 7, заставляя ее вращаться вокруг шарнира О, которая давит на двуплечий рычаг 9, вращая его вокруг оси O_1, поворачивая рычаг в виде коромысла 10 в центре которого шарнирно крепится ось 13 с резиновыми подушками 12. Другой конец коромысла шарнирно крепится к рычагу 9, который сжимает в процессе работы резиновые подушки 12. Регуляторы 8 натяжки предохранителя установлены как на двуплечем рычаге, так и на коромысле 10.

Предохранители гидравлического типа широкого распространения не получили, так как по эффективности значительно уступали предохранителем, встроенным в гидропневматическую систему.

Большое распространение получают, так называемые «универсальные» предохранительные системы (рисунок 3, а), которые пригодны для установки на оборотных и загонных плугах.

Данная система предохранения работает следующим образом. При наезде на камень корпуса 2 грядиль1, упираясь в гнезда кронштейна 6 поворачивается вверх. При этом, тяга 5 перемещает шток гидроцилиндра 3 вправо, вытесняя жидкость в гидропневматический аккумулятор 4. После прохода препятствия система возвращается в исходное положение.

Пневматические предохранители (рисунок 3, б) работают следующим образом, при наезде корпуса 8 плуга на камень грядиль 11 поднимается вверх, сжимая пневмопредохранитель 9. Часть воздуха из сжатого предохранителя по пневмопроводу перетекает в другие. Достоинствами пневматической предохранительной системы являются:

экологичность и серьезным недостатком данной системы являются габариты предохранителей. Другим недостатком является то, что определенные марки тракторов старых конструкций не оборудованы компрессорами, что затрудняет их использование с плугами данного типа.

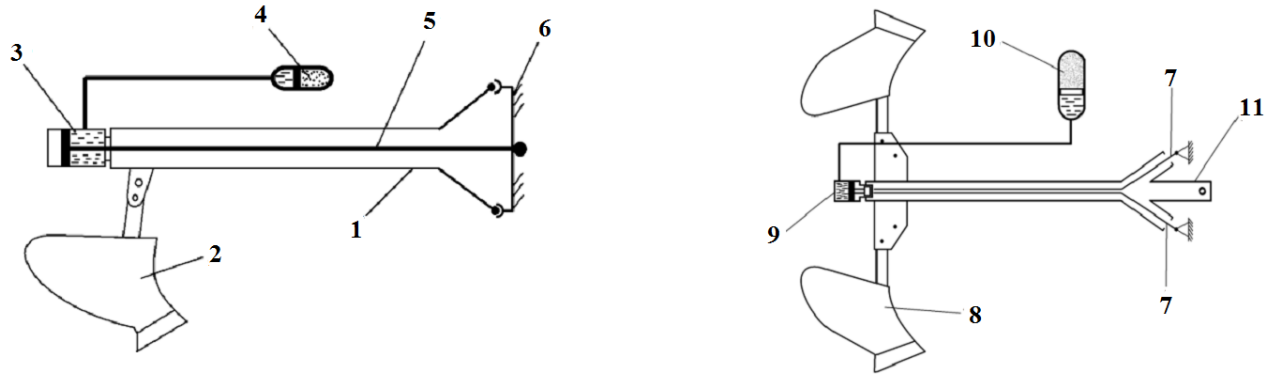


Рисунок 3 – Конструктивные схемы плугов с гидропневматической предохранительной системой: а) – с «универсальной» защитой гидравлического типа; б) – с гидропневматической предохранительной системой Hidromatic с двумя упорами фирмы Lemken; 1, 11 – грядиль; 2, 8 – корпус; 3 – гидроцилиндр; 4,10 – аккумулятор гидропневматический; 5 – тяга; 6 – кронштейн; 7 – рычаг упорный; 9 – гидроцилиндр

Известно что пневматические предохранительные устройства еще недостаточно исследованы, что сдерживает процесс совершенствования их конструкций и широкое внедрение в практику.

Таким образом сейчас все производители сельскохозяйственной техники активно снабжают почвообрабатывающие машины предохранительными устройствами, чтобы повысить их эксплуатационные свойства.

Обзор технических средств для основной обработки почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [1-18].

Литература

1. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография /Т. Я. Ашихмина, М. А. Зайцев, Г. Я. Кантор [и др.]. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. – ISBN: 5-85271-032-6.

2. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.

3. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58-61.

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 51-54.

5. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.

6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.

7. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.]. // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
8. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров. – 2005. – № 6. – С. 15-16.
9. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1996. – № 3. – С. 34-35.
10. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ). – EDN NRYHKZ.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
13. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-практической конференции, Москва, 03–05 октября 2000 года. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34. – EDN UMGZOH.
14. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С.4-10.
15. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.]. – DOI 10.30766/2072-9081.2013.33.2.04-07 // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7. – EDN PWLAUL.
16. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
18. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12.

УДК 636.5:628.9

ВЛИЯНИЕ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ С РЕГУЛИРУЕМЫМ СПЕКТРОМ (ФОТОПЕРИОДИЗМ) НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА ПТИЦЫ ЯИЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Скурихин А. Ю. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены современные представления о влиянии спектрального состава светодиодного освещения и режимов фотопериодизма на рост, развитие и последующую яичную продуктивность ремонтного молодняка кур. Проанализированы физиологические механизмы восприятия света птицей, обобщены данные о предпочтительных спектральных режимах на разных этапах выращивания, приведены экономические аспекты внедрения интеллектуальных систем освещения. Предложены рекомендации по использованию регулируемого светодиодного освещения в технологическом процессе.

Ключевые слова: светодиодное освещение, спектральный состав, фотопериодизм, ремонтный молодняк, куры яичного направления, продуктивность, физиология птицы

В современных условиях интенсификации промышленного птицеводства одним из ключевых управляемых факторов внешней среды является свет. Световой режим влияет не только на поведение и ориентацию птицы, но и на нейроэндокринную регуляцию обменных процессов, скорость роста, половое созревание и последующую яйценоскость [1,2]. Традиционно использовавшиеся лампы накаливания и люминесцентные источники имели фиксированный спектр, что ограничивало возможность дифференцированного воздействия на птицу в зависимости от возраста и физиологического состояния.

Массовое внедрение светодиодных (LED) систем освещения открыло новые возможности для реализации концепции динамического светового режима, позволяющего в одном источнике изменять как интенсивность, так и спектральный состав излучения, а также длительность фотопериода. Это делает актуальным обобщение накопленных научных данных о влиянии регулируемого спектра в сочетании с различными фотопериодическими схемами на ремонтный молодняк яичных кур.

Физиологические основы восприятия света птицей. У птиц, в отличие от млекопитающих, фоторецепция осуществляется не только через сетчатку глаз, но и через экстраокулярные фоторецепторы, расположенные в гипоталамусе и других отделах мозга. Это определяет высокую чувствительность к свету даже при закрытых глазах. Световой сигнал через гипоталамо-гипофизарную систему регулирует секрецию гонадотропинов (фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов), что напрямую влияет на половое созревание.

Важной особенностью является разная проникающая способность лучей с различной длиной волны через костные ткани черепа. Красный и оранжевый свет (610–670 нм) максимально достигают гипоталамуса, тогда как синий и зеленый (450–550 нм) в большей степени воздействуют через глаза, стимулируя поведенческие реакции и циркадные ритмы [3,10]. Сине-зелёный спектр, воздействуя на сетчатку, модулирует выработку мелатонина в шишковидной железе, тогда как красно-оранжевый свет напрямую активирует гипоталамус, запуская каскад гормональных изменений, ведущих к ускорению полового созревания.

В раннем возрасте (первые 4–5 недель) оптимальным признается сине-зеленый спектр. Многочисленные исследования показывают, что синий свет стимулирует активность цыплят, способствует лучшему поеданию корма и снижает расклев. Зеленый спектр положительно влияет на митотическую активность мышечных волокон, что увеличивает темпы роста [4,12]. В этот период целесообразно использовать светодиоды с доминирующей длиной волны 450–480 нм (синий) и 520–550 нм (зеленый), обеспечивая освещенность 30–40 лк.

В период интенсивного роста (5–16 недель) все большее значение приобретает красный спектр. Под воздействием красно-оранжевого света (610–670 нм) ускоряется половое созревание, увеличивается масса яичников и фолликулов, улучшается однородность стада по живой массе. В работах В.И. Фисинина и соавторов показано, что использование красно-

спектральных LED-ламп в послепиковый период выращивания позволяет сократить возраст достижения 50 % яйцекладки на 5–7 дней и повысить яйценоскость на 3–5 % [1].

Кроме того, спектр влияет на усвоение корма. В опытах, проведённых в лаборатории физиологии сельскохозяйственных птиц, установлено, что при освещении красно-оранжевым светом увеличивается активность пищеварительных ферментов (протеазы, амилазы) и улучшается конверсия корма на 2–3 % по сравнению с белым светом [5].

Помимо спектра, важное значение имеет длительность светового дня. Классическая схема для ремонтного молодняка предусматривает постепенное сокращение фотопериода с 23–22 часов в первую неделю до 8–9 часов к 16–18 неделям. Однако исследования последних лет показывают эффективность прерывистых (интермиттирующих) режимов, когда световой день разбивается на несколько циклов «свет-темнота» [6,16]. Такие режимы позволяют снизить энергозатраты, уменьшить стресс и улучшить сохранность поголовья. Например, режим 2С:2Т (2 часа света, 2 часа темноты) повторяющийся в течение суток, обеспечивает суммарный фотопериод 12 часов, но при этом птица активнее потребляет корм в световые интервалы, что способствует равномерному росту.

Сочетание прерывистого фотопериода с изменением спектрального состава дает синергетический эффект. В утренние и вечерние часы целесообразно включать красно-оранжевый спектр, имитируя естественный сумеречный период, что дополнительно стимулирует репродуктивную систему. В таблице 1 приведены рекомендуемые параметры светодиодного освещения для разных этапов выращивания ремонтного молодняка, обобщённые по данным российских и зарубежных исследований.

Таблица 1 – Рекомендуемые параметры светодиодного освещения для ремонтного молодняка кур яичного направления

Возраст, недели	Фотопериод, ч	Преимущественный спектр (длина волны, нм)	Интенсивность, лк	Примечание
1-4	20-23	синий (450–480), зеленый (520–550)	30-40	стимуляция кормления
5-8	12-14	белый нейтральный (4000 К)	15-20	адаптация к естественному спектру
9-16	8–10	красно-оранжевый (610–670)	10-15	ускорение полового созревания
с 17 (стимуляция)	12–14, затем увеличение	красно-оранжевый + белый теплый (2700 К)	20–30	подготовка к яйцекладке

Анализ литературных данных показывает, что применение регулируемого спектра в сочетании с оптимизированным фотопериодом положительно сказывается не только на сроках полового созревания, но и на показателях яйценоскости и качестве яиц. В исследованиях, проведённых в ООО «Птицефабрика Вятка», переход на светодиодные светильники с управляемым спектром позволил увеличить сохранность ремонтного молодняка на 2–3 %, снизить возраст яйцекладки на 5 суток, а также повысить прочность скорлупы за счёт лучшего усвоения кальция на фоне красно-оранжевого освещения [7,9].

Механизм влияния на качество скорлупы связывают с тем, что красный свет через активацию паращитовидной железы способствует более эффективному метаболизму кальция и витамина D3. Это подтверждается данными о снижении боя яиц на 1,5–2 % при использовании LED-освещения с преобладанием длинноволновой части спектра в период начала яйцекладки. Кроме того, отмечено увеличение массы яйца на 2–3 г и улучшение цвета желтка (увеличение баллов по шкале Роша) при облучении красно-оранжевым светом в период продуктивности.

Светодиодные системы освещения, несмотря на более высокую первоначальную стоимость, обеспечивают существенную экономию электроэнергии (в 3–5 раз по сравнению с лампами накаливания и в 1,5–2 раза по сравнению с люминесцентными) и имеют длительный срок службы (до 50 000 часов). Возможность программирования спектра и фотопериода позволяет адаптировать световой режим под конкретный кросс и технологические задачи без замены светильников. Современные интеллектуальные системы (например, «Умный свет» для птицеводства) оснащаются датчиками освещённости и могут автоматически корректировать параметры в зависимости от возраста птицы, что снижает трудозатраты и исключает человеческий фактор [8,15].

Современные светодиодные системы освещения с регулируемым спектром и фотопериодом позволяют реализовать принципы физиологически ориентированного светового режима в птицеводстве.

Литература

1. Горшков, В. В. Прерывистое освещение в птицеводстве: преимущества и техническая реализация / В. В. Горшков, П. И. Попов // Вестник ВНИИ механизации животноводства. – 2020. – № 3 (39). – С. 58–63.
2. Дымков, А. Б. Эффективность использования прерывистых режимов освещения при выращивании ремонтного молодняка яичных кур / А. Б. Дымков, М. В. Селионова // Птицеводство. – 2021. – № 5. – С. 23–27.
3. Исследование устройства измельчения сыпучих материалов скалывающего типа / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 2 (30). – С. 57-63. – EDN WAVXBH.
4. Кузнецов, А. И. Влияние различных спектров светодиодного освещения на продуктивность цыплят-бройлеров / А. И. Кузнецов, Е. В. Шевченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2019. – № 8. – С. 34–37.
5. Лысенко, Н. А. Энергоэффективные светодиодные установки для животноводства и птицеводства / Н. А. Лысенко, И. В. Щербаков. – Орел : ОрелГАУ, 2021. – 140 с.
6. Наймушин, Д. А. Мобильные кормороздатчики на фермах КРС / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 394-398.
7. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.
8. Петрова, О. В. Внедрение интеллектуальных систем освещения на птицефабриках Кировской области / О. В. Петрова, И. А. Петров // Инновации в АПК: опыт и перспективы. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – С. 112–115.
9. Салеева, И. П. Влияние спектрального состава света на продуктивность и физиологическое состояние кур / И. П. Салеева, Е. В. Кузьминова // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2020. – № 3 (51). – С. 189–194.
10. Системы управления микроклиматом в птицеводстве: каталог решений / под редакцией А. В. Смирнова. – Москва : Агротехпресс, 2023. – 88 с.
11. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.]. // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
12. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.

13. Солонщиков, П. Н. Инженерное обеспечение процесса приготовления жидких кормовых смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию создания кафедры "Ремонт машин и технология конструкционных материалов", Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 128-131.
14. Технология получения комбикормов в хозяйствах / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. С. Ткачев [и др.] // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мичуринск, 13 февраля 2020 года. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – С. 144-149.
15. Толстоухова, И. А. Методы оценки качества дозирования при раздаче кормов мобильным кормораздатчиком / И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 222-223.
16. Фисинин, В. И. Научные основы светодиодного освещения в птицеводстве / В. И. Фисинин, И. А. Егоров, Т. М. Околелова // Птица и птицепродукты. – 2018. – № 4. – С. 12-16.

УДК 614.842

ИСПЫТАНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Скурихин А. Ю. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются полигонные испытания роботизированной установки пожаротушения для объектов энергетики
Ключевые слова: энергетика, робототехника, огнетушащие вещества, исследования, пожаротушение, технические требования

Энергетика является ключевой отраслью экономики как для России, так и для других стран, обеспечивающей внутренние потребности народного хозяйства и населения в электроэнергии. Она обеспечивает работу базовых отраслей экономики, таких как добыча сырьевых ресурсов, тяжёлая и оборонная промышленность, машиностроение и др. От её функционирования зависят состояние систем жизнеобеспечения и развитие экономики страны. Постоянно растущий спрос на электроэнергию привёл к тому, что в настоящее время энергетика России перенапряжена [1].

Мобильная робототехника представляет собой дистанционно-управляемое оператором средство, которое выполняет функции или предписанные виды работ без непосредственного участия человека в опасной зоне [2].

Основным условием является то, что конструкция робототехнического средства (РТС) пожаротушения должна быть оснащена средством подачи огнетушащих веществ с расходом, обеспечивающим заданную интенсивность подачи огнетушащих веществ 0,20 л/м 2 с для тушения пожаров в машинных залах электростанций. При этом выбранное средство подачи огнетушащих веществ должно обеспечивать их подачу на защиту строительных конструкций.

Габаритные размеры робототехнического средства должны обеспечивать его свободное перемещение в условиях объекта. Это условие во многом обеспечивается за счёт отсутствия собственного запаса огнетушащих веществ [3].

Особенностью данной конструкции является то, что с учётом специфики тушения пожаров необходима подача огнетушащих веществ с расходом не менее 15 л/с, за счёт чего обеспечивается эффективное тушение пожара, защита строительных конструкций и осаждение взвешенных частиц пыли, в том числе радиоактивной [4,5,6,7,8,9,10,11].

На рисунке 1 представлена исследуемая робототехника.

Для проведения испытаний были разработаны стенды, необходимые для оценки ходовых и огнетушащих возможностей МРУП Испытания проходили на полигоне Научно-исследовательского центрапожарно-спасательной и робототехники ВНИИПО МЧС России. Прошла проверка огнетушащих возможностей МРУП при тушении модельного очага с горящими нефтепродуктами.

Проверялись тяговые характеристики при движении с рукавной линией.

При этом движение осуществлялось по снежному покрову, что создавало дополнительные трудности , но МРУП свободно перемещался с водозаполненной рукавной линией, состоящей из двух рукавов с диаметром условного прохода 50 мм.

Испытания подтвердили заявленные характеристики МРУП, а также позволили сформировать требования по дальнейшей модернизации опытного образца и постановке его на серийное производство.

Разработанный опытный образец мобильной дистанционно-управляемой установки пожаротушения является одним из первых образцов мобильной робототехники пожаротушения, специально разработанной для объектов энергетики. Совместное его применение с личным составом пожарно-спасательных подразделений позволит повысить эффективность тушения пожаров, при этом обеспечив безопасность людей на наиболее опасных участках работ.



Рисунок 1 – Робототехника МРУП

На рисунке 2 изображены стенды для оценки возможностей.



Рисунок 2 – Стенды для оценки возможностей

На основании проведенных исследований были сформированы технические требования к конструкции, которой должна обладать мобильная роботизированная установка пожаротушения (МРУП), относящаяся к робототехническим средствам пожаротушения.

Основными преимуществами МУПР являются наличие дистанционно-управляемого лафетного ствола с изменяемым расходом огнетушащих веществ до 20 л/с и изменяемой геометрией струи с дальностью подачи до 70 м. Подача распылённых струй огнетушащих веществ позволяет наиболее эффективно использовать МРУП не только для охлаждения и защиты объектов и технологического оборудования от воздействия потоков лучистой и тепловой энергии на пожарах, но и создания водяных завес при локализации и ликвидации химических и радиационных аварий.

Для проведения разведки и поиска скрытых очагов горения при пожаре дополнительно установлены 2 светодиодные фары и тепловизор, передача информации с которого осуществляется на пульт оператора; Снаряжённая масса составляет 110 кг, что позволяет осуществлять его транспортировку к месту проведения работ при пожарах (авариях) непосредственно личным составом подразделений пожарной охраны методом переноски или с использованием малогабаритных подъёмных механизмов.

Сравнивая разработанный образец с мобильной роботизированной установкой пожаротушения, необходимо отметить, что МРУП обладает преимуществами, а именно увеличено время непрерывной работы до 4 ч; установлено гусеничное шасси, увеличен дорожный просвет; корпус обработан специальным термостойким составом; установлено две камеры технического зрения (курсовая и управления стволом); установлен тепловизор; увеличена дальность дистанционного управления

Литература

1. Толстоухова, И. А. Обзор модуля пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы

III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 155-158.
2. Кокорина, П. П. Социально-экологические аспекты влияния автотракторных двигателей на окружающую среду / П. П. Кокорина, А. В. Шевченко // Тепловые двигатели, автомобили и тракторы : материалы Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2021 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – С. 247-253.
3. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.
4. Шевченко, А. В. Обзор насосного оборудования для обеспечения водоснабжения ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 171-174.
5. Солонщиков, П. Н. Анализ экономических затрат при травматизме / П. Н. Солонщиков, О. В. Солонщикова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 195-198.
6. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
7. Баранов, Н. Ф. Вакуумное нанесение покрытий / Н. Ф. Баранов, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 01 января – 31 января 2010 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 11. – С. 54-57. – EDN YJQRPN.
8. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке: заявл. 26.05.2025: опубл. 24.11.2025 / П.Н. Солонщиков, П.А. Савиных, В. Е. Саитов, А.В. Шевченко; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".
9. Патент № 2851500 C1 Российская Федерация, МПК A01J 11/02. установка для приготовления жидких кормовых смесей с загрузкой сухих компонентов в потоке : заявл. 26.05.2025 : опубл. 24.11.2025 / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных, В. Е. Саитов, А. В. Шевченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет".

УДК 656.025.4

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МТА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ЗЕРНА

Скурихин А. Ю. – обучающийся 3 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрена возможность улучшения показателей транспортирования зерна машинно-тракторным агрегатом в системе агропромышленного комплекса. Приведены современные методы и технологии, направленные на совершенствование процесса перевозки.

Ключевые слова: МТА, тракторист-машинист, зерно, прицеп, бункер

Продовольственная безопасность России в первую очередь определяется уровнем развития производства зерна в государстве [1].

Перевозка зерна является не менее значимой и отчасти сложной задачей. Поэтому машины для его перевозки должны соответствовать ряду характеристик и требований [1, 2, 8].

Технология перевозки зерна предполагает его перемещения на малые расстояния от комплекса КЗС на склад более длительного хранения либо элеватор [8, 9].

Машинно-тракторные агрегаты (МТА) используются для перевозки зерна в сельском хозяйстве, например, при уборке зерновых. Транспортные средства для перевозки зерна составляют единую систему вместе с комбайнами и являются основным звеном в общем процессе.

Для перевозки зерна могут применяться:

- Колёсные тракторы общего назначения с тракторными прицепами. Например, распространённый вариант — транспортный агрегат из энергосредства и двух тракторных прицепов общей грузоподъёмностью 21 т (К-701+ПТС-9+ПТС-12) [2, 5].
- Бункеры-перегрузчики. Предназначены для приёма зерна от комбайнов прямо в поле и транспортировки его к автомашинам. Например, накопительный бункер-перегрузчик GT-30 (ПБН-30) — принимает зерно с комбайнов, перевозит его к краю поля и перегружает в автотранспорт (рисунок 1).
- Навесные зернопогрузчики на базе тракторов — используются для погрузки зерна в автомобили и прицепы, а также для механического перелопачивания и формирования буртов на полевых зерноочистительных и сушильных токах.



Рисунок 1 – Перегрузочный прицеп тракторный РР-20

При уборке зерновых используют разные способы обслуживания зерноуборочных комбайнов транспортными средствами:

- Прямые перевозки — зерно от комбайнов на ток автомобильным или тракторным транспортом.

- Комбитрейлерный способ — сбор зерна от комбайнов в оборотные автомобильные прицепы, буксируемые трактором. После загрузки прицепа трактор доставляет его на край поля или дорогу и меняет на пустой. Автомобиль загружается от комбайнов и выезжает на край поля (дорогу), к нему присоединяют прицеп с зерном и отвозят на ток (рисунок 2).

- Комбинированный способ — зерно из бункеров комбайна выгружают в накопитель, а из него с помощью выгрузных шнеков — в транспортные средства. Это позволяет сократить потребность в автомобилях и водителях.

Выбор схемы перевозки зависит от географического положения района уборки урожая, расстояния от места уборки до элеватора, станции или пристани, состояния зерна и обеспеченности автомобильным транспортом в период уборки.

Некоторые правила эксплуатации МТА при транспортировке зерна [6, 7]:

- Ежесменное техническое обслуживание. Тракторист-машинист должен провести обслуживание трактора и машин, входящих в агрегат.

- Осмотры и регулировка. Технические уходы, осмотры, регулировку и очистку машин и механизмов следует проводить во время остановок и перерывов в работе при заглушенном двигателе.



Рисунок 2 – Полуприцеп тракторный ПСП-3565 в процессе уборки

- Безопасность труда. Тракторист-машинист должен осматривать поле, выявлять естественные препятствия (глубокие ямы, большие камни) и обозначать их вешками.

- Работа на склонах. При уклоне свыше 9° применяют агрегаты, приспособленные для работы в горных условиях. Ширина разворотной полосы должна быть не менее двойной ширины захвата агрегата [2, 3].

При перемещении на более значимые расстояния в пределах области, страны, либо на экспорт, зерно транспортируют в крытых средствах по правилам перевозки грузов [4], действующими на каждом виде транспорта, в универсальных контейнерах по ГОСТ 18477.

Безопасность транспортировки

Перевозка зерна разрешается на транспортных средствах, удовлетворяющих ряду следующих требований:

- швы кузова герметичны и исключают просыпание зерна;

- покрытие, контактирующее с зерном, должно отвечать санитарным нормам;

- допускается применение фурнитуры, изготовленной из оцинкованной или нержавеющей стали;

- для защиты зерна в кузове следует использовать специальные герметичные тенты.

Поскольку зерно транспортируется насыпью, важно соблюдать скоростной режим, ехать без тряски и не допускать рассыпания. Также стоит исключать попадание влаги на зерно, обеспечивая сухость и температурный режим.

Меры по сохранности качества зерна при транспортировке урожая

После загрузки зерна, открытые кузова обязательно накрывают тентом, защищающим продукт от сдувания, попадания вредных примесей и обеспечивающим стабильность влаги засыпанной массы. Это важный показатель для сохранности качества зерна. Например, при выявлении в нем влаги выше 15%, загрузку отменяют, потому что это показатель наличия в массе патогенов либо активизации процесса самосогревания [1, 2, 3].

Зерно в больших количествах – при нарушении правил складирования или транспортировки, может самовозгораться. Поэтому его перевозку важно осуществлять под строгим контролем, на технически безупречной технике, с учетом массы загружаемого и физических свойств бортов прицепов зерновозов.

Безупречное состояние технических средств для перевозки зерна должно подтверждаться документально [1, 4, 11].

Из всего сказанного можно сделать вывод: конкретная технология проведения работ должна подбираться исключительно под определенные условия непосредственного хозяйства.

На сегодняшний день выбор составных элементов МТА весьма обширен. Они определяют огромную составляющую всей сельскохозяйственной продукции [12, 13, 14], обеспечивается выполнение множества работ в агропромышленном комплексе [10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24]. Большинство агрегатов, когда-либо разработанные производителем, в последствие получают усовершенствованные и доработанные аналоги.

Литература

1. Зерновое производство. – URL: https://studfile.net (дата обращения: 25.03.2026).
2. Сельскохозяйственный портал о зерне. – URL: https://zernoinfo.ru (дата обращения:).
3. Рекомендации по сохранной перевозке. – URL: https://issa.ru/prdoc/prdoc_56.html (дата обращения: 25.03.2026).
4. ГОСТ 26791-89. Продукты переработки зерна. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. Издание официальное.
5. Полуприцеп-цистерна ТС-21.2 для перевозки муки, зерна, кормов. – URL: https://www.becema.ru (дата обращения: 25.03.2026).
6. Карабаницкий, А. П. Теоретические основы производственной эксплуатации МТП : учебное пособие для вузов / А. П. Карабаницкий, Е. А. Кочкин. – Москва : Колос, 2009. – 95 с.
7. Зангиев, А. А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А. А. Зангиев, Г. П. Лышко, А. Н. Скороходов. – Москва : Колос, 1996. – 320 с.
8. Ресурсосберегающие технологии производства и послеуборочной обработки зерна : учебное пособие для лабораторных и практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 112 с.
9. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.
10. Жолобов, Н. В. Ресурсосберегающий пневмосепаратор / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов, К. В. Маишев // Сельский механизатор. – 2013. – № 6 (52). – С. 12-13.
11. Курбанов, Р. Ф. Требования к структуре и правила оформления выпускной квалификационной работы : учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность (профиль) «Автомобили и технические системы в агробизнесе», квалификация – бакалавр / Р. Ф. Курбанов, В. В. Шилин, А. В. Созонтов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 36 с.
12. Шилин, В. В. Сравнение эксплуатационных показателей при использовании отечественных и зарубежных тракторов / В. В. Шилин, И. П. Бессолицын // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 212-218.
13. Шилин, В. В. Совершенствование технологии хранения машинно-тракторного парка в условиях предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, В. А. Салангин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы

XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 232-235.
14. Шилин, В. В. Совершенствование технологии технического обслуживания и текущего ремонта автомобильного транспорта в условиях подразделений предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, Д. П. Сысоев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 236-240.
15. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V. L. Andreev, V. V. Shilin, V. V. Ilichev, T. S. Holodenina. – DOI 10.1051/bioconf/20224203009 // BIO Web of Conferences. – 2022. – Vol. 42. – P. 03009. – EDN PMXYFM.
16. Вараксин, В. И. Особенности технологического расчета станций технического обслуживания индивидуальных автомобилей: метод. пособие к практическим занятиям / В. И. Вараксин, В. В. Шилин, А. В. Созонтов. – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – 58 с.
17. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян / С. О. Лопатин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 142-144.
18. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 277-279.
19. Шиврин, В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 294-297.
20. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК, 2012. – № 6. – С. 51-54.
21. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
22. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
23. Саитов, В. Е. Современные энергосберегающие посевные комплексы : учебное пособие / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов. – Saarbrucke : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 73 с., ил.
24. Курбанов, Р. Ф. Влияние эффлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – С. 43-52.

УДК 636.2.034

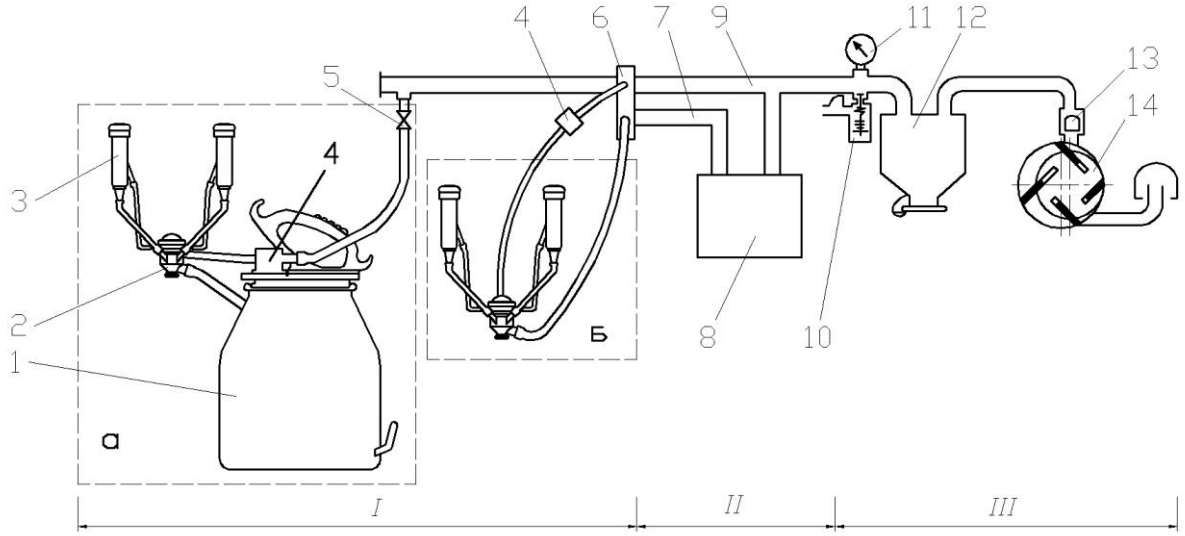
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ДОИЛЬНЫХ СИСТЕМ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КЛАССИЧЕСКИХ И АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ НА ФЕРМАХ РФ

Скурихин А. Ю. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос технической модернизации молочного животноводства в Российской Федерации через внедрение добровольных систем доения (VMS). Проводится сравнительный анализ традиционных доильных залов (линейного типа и залов типа «Елочка», «Параллель») и роботизированных установок. Оцениваются экономические показатели, влияние на здоровье поголовья, качество молока и производительность труда.

Ключевые слова: роботизированные доильные системы, добровольное доение (VMS), автоматизация животноводства, молочная ферма, сравнительный анализ, производительность труда, качество молока

Современный этап развития агропромышленного комплекса (АПК) России характеризуется дефицитом квалифицированных кадров и необходимостью снижения себестоимости продукции. В этих условиях роботизация ферм становится не просто трендом, а стратегическим инструментом повышения конкурентоспособности. Автоматизация процессов доения позволяет минимизировать «человеческий фактор», который является причиной до 70% ошибок в технологическом цикле [1, 2].



а – доильный аппарат для доения в ведро; б – доильный аппарат для доения в молокопровод; I – помещение для содержания животных или доильный зал; II – молочная; III – вакуумная; 1 – доильное ведро; 2 – коллектор; 3 – доильный стакан; 4 – пульсатор; 5 – вакуумный кран; 6 – соединительный кран для доения в молокопровод; 7 – молокопровод; 8 – оборудование молочной; 9 – вакуумпровод; 10 – вакуумрегулятор; 11 – вакуумметр; 12 – вакуумбаллон; 13 – предохранитель; 14 – вакуумный насос

Рисунок 1 – Технологическая схема доильной установки

Для анализа были использованы статистические данные животноводческих комплексов Центрального и Приволжского федеральных округов. Сравнение проводилось по трем группам критериев:

1. Технологическая эффективность (кратность доения, надой на одну фуражную корову).
2. Ветеринарные показатели (состояние здоровья вымени, уровень соматических клеток).
3. Экономическая целесообразность (соотношение капитальных затрат и операционной прибыли) [3, 6].

Основное отличие роботов-дояров от классических схем заключается в принципе «добровольности». В классических залах график диктуется человеком, что создает стрессовые ситуации для животных. Роботизированные системы позволяют корове посещать бокс в среднем 2,8–3,2 раза в сутки, что физиологически ближе к естественному ритму [4].

Анализ данных показал, что переход на автоматические линии способствует увеличению продуктивности на 10-15%. Это объясняется более частым опорожнением вымени и точным соблюдением гигиены каждой доли вымени индивидуально, что труднодостижимо при поточном методе в доильном зале [5].

Таблица 1 – Сравнительный анализ показателей

Показатель	Классический зал (Параллель)	Роботизированная система
Затраты труда (чел.-час на 100 гол.)	4,5 – 6,0	1,0 – 1,5
Кратность доения	Строго 2 или 3 раза	Индивидуально (2,5 – 3,5)
Качество молока (сомат. клетки)	200–300 тыс./0,001 л	100–150 тыс./0,001 л
Срок окупаемости (лет)	5 – 7	8 – 12

Главным барьером для внедрения роботов в РФ остаются высокие первоначальные капитальные вложения. Стоимость одного роботизированного бокса значительно превышает стоимость дизельных или вакуумных установок для линейного доения.

Математическая модель окупаемости может быть выражена формулой прибыли P:

$$P = (Q \cdot C - V) - (F + A)$$

(1)

где Q – объем реализованного молока;

C – цена реализации (зависящая от сорта);

V – переменные затраты;

F – фиксированные затраты;

A – амортизационные отчисления на высокотехнологичное оборудование.

Несмотря на высокие A, роботизированные системы позволяют реализовывать молоко преимущественно сортом «экстра» за счет прецизионного контроля чистоты и автоматической отбраковки молока, не соответствующего нормам [2,7].

Автоматические системы оснащены датчиками проводимости молока, цвета и температуры, что позволяет диагностировать мастит на субклинической стадии. В классических залах выявление заболевания часто происходит уже при наличии видимых изменений, что влечет за собой дорогостоящее лечение и потери продукции. На фермах с роботами выбраковка скота по причине болезней вымени снижается на 15% [5,11].

Сравнительный анализ показывает, что роботизированные системы доения превосходят классические по качественным показателям продукции и уровню комфорта животных. Однако для крупных комплексов (свыше 1200 голов) в условиях РФ классические залы типа «Карусель» пока сохраняют преимущество по скорости оборота поголовья [6,10].

Роботизация наиболее эффективна для племенных хозяйств и ферм среднего размера (от 120 до 500 голов), где во главу угла ставится долголетие животных и высокая продуктивность каждой единицы поголовья. Дальнейшее развитие отрасли в России будет зависеть от мер государственной поддержки и доступности сервисного обслуживания сложных технических систем в регионах.

Литература

1. Иванов, Ю. Г. Влияние роботизированного доения на здоровье вымени и качество молока / Ю. Г. Иванов, Т. П. Леонова // Ветеринария и кормление. – 2025. – № 2. – С. 18–22.

2. Кирсанов, В. В. Эксплуатация доильных установок: монография / В. В. Кирсанов, А. Б. Морозов. – Москва : Росинформагротех, 2023. – 260 с.

3. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
4. О состоянии молочного животноводства в Российской Федерации : аналитический обзор / Министерство сельского хозяйства России, ФГБНУ «Росинформагротех». – Москва, 2025. – 84 с.
5. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
6. Романенко, И. А. Производительность труда при различных технологиях доения / И. А. Романенко // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2024. – № 4. – С. 33-37.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.
8. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
9. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.
10. Уваров, В. А. Роботизация молочного животноводства: опыт и перспективы / В. А. Уваров, Д. А. Ермолин // Вестник ВНИИМЖ. – 2024. – № 2 (46). – С. 45–51.
11. Шахов, А. В. Экономическая эффективность применения роботизированных доильных систем в молочном скотоводстве / А. В. Шахов, И. П. Поляков, Е. Н. Соколова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2025. – Т. 26, № 1. – С. 98–106.

УДК 631.3:636

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УБОРКИ НАВОЗА НА ФЕРМЕ КРУПНОГО РОГАТО СКОТА

Смердов М. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор роботизированных установок для уборки навоза на ферме.

Ключевые слова: навоз, подстилка, расчёт, навозоуборочный транспортёр, животные, поток, механизм.

Актуальность внедрения роботизированных систем уборки навоза на фермах крупного рогатого скота обусловлена необходимостью глубокой модернизации агропромышленного комплекса и переходом к формату «умной фермы».

В современных условиях дефицит квалифицированной рабочей силы в сельской местности становится критическим фактором, что заставляет владельцев хозяйств искать способы автоматизации наиболее трудоемких и монотонных процессов. Роботизированные уборщики способны функционировать в круглосуточном режиме без участия человека, что полностью снимает проблему поиска персонала для этой специфической задачи.

Гигиена помещений напрямую влияет на здоровье поголовья и качество производимой продукции. Регулярная очистка полов с помощью роботов минимизирует контакт копыт и вымени животных с агрессивной средой, что значительно снижает заболеваемость маститами и болезнями конечностей. Это ведет к сокращению затрат на ветеринарное обслуживание и увеличению продуктивного долголетия коров.

С точки зрения экологии и экономики, автоматизированные системы обеспечивают более эффективный сбор органических отходов для их последующей переработки в удобрения или биогаз. Роботы, в отличие от стационарных дельта-скреперов, не требуют монтажа сложных направляющих и бетонных работ, что делает их актуальными как для новых комплексов, так и для реконструируемых ферм с беспривязным содержанием.

Технологическое преимущество роботов заключается в их маневренности и способности очищать проходы без создания стресса для животных. Тихая работа оборудования не нарушает покой стада, что благоприятно сказывается на удоях. Таким образом, инвестиции в роботизацию уборки навоза являются стратегическим шагом к повышению рентабельности и конкурентоспособности современного животноводческого предприятия.

Навоз – это ценное органическое удобрение, содержащее питательные вещества, необходимые для роста растений. Количество мочи и кала, получаемого от каждого вида животных, зависит от их возраста и веса, интенсивности кормления и вида применяемых кормов, стадии лактации и ряда других факторов.

В зависимости от применяемой подстилки различают несколько видов навоза: соломистый, торфяной, навоз с подстилочным материалом из опилок и бесподстилочный. Поэтому физико-механические свойства навоза разнообразны и колеблются в широких пределах.

Общая технология удаления навоза для всех видов животных и птицы (независимо от содержания, вида или половозрастной группы) заключается в следующем: сбор и удаление навоза из производственных помещений; транспортирование навоза в навозоприемник, в навозохранилище или на поле.

Для удобства проектирования, расчета и согласования потоков навоза всю поточно-технологическую линию рассматривают как состоящую из двух отдельных частей:

– сбор и транспортировка навоза из основных производственных помещений;

– транспортирование навоза от производственных помещений непосредственно в навозохранилище (или на поле) или через навозоприемник.

В зависимости от конкретных условий способа содержания животных и птицы; наличия подстилки или без нее (способа транспортировки и хранения навоза; приготовления

компостов или внесение навоза непосредственно на поля и других задач) применяются различные технологии и оборудование для сбора, уборки, транспортировки, переработки, обеззараживания навозной массы. Однако любые технологические расчеты начинают с определения выхода навоза на ферме с конкретного животноводческого помещения.

Автоматизированные системы удаления навоза – будущее навозоуборочной техники. Конструктивное исполнение роботов навозо- удаления зависит от целевого назначения. Возможно использование двух схем роботизированных устройств – адаптированных к сплошным полам (обеспечивающих сбор навоза с поверхности и транспортировку массы к поперечному навозному потоку) либо применяемых в условиях щелевого пола [1,2,3,4,5,6].

Первый вариант представляет автоматизированную систему, в основе которой лежит, как правило, скреперная система навозоудаления с регулируемыми лопастями, совершающими движения в вертикальной плоскости (поднимающимися) и имеющими автономное (аккумуляторное) питание. Программа устройства и двигатель обеспечивают перемещение «умного» скрепера по сложной траектории с возможностью подзарядки от станции питания. Безопасность эксплуатации робота обеспечивается за счет алгоритма остановки при обнаружении препятствий.

Роботы подобных конструкций разработаны в Peter Priming GmbH (Германия), Farmtec (Чехия), Sermap 5Л5 (Франция). В случае уборки навоза с поверхности навозных проходов, имеющих щелевые поверхности, основной задачей является проталкивание навозной массы через щели в подпольное пространство, где в дальнейшем используют для удаления механические или гидравлические системы.

Конструкция роботов для щелевого проталкивания навоза в большей мере позволяет применять алгоритм «грязного пола». Такие системы компактны, имеют электропровод с электроснабжением от аккумуляторной батареи. В качестве рабочего органа применяют фронтальное скребковое устройство дельтообразного типа. Примером такого робота может служить разработанный компактный GEA Farm Technologies (Германия) робот Srone. Все основные элементы конструкции робота размещены на трехопорном шасси с двумя большими ведущими и одним управляемым колесом. Энергоснабжение электропривода обеспечивают аккумуляторы, вместимость которых позволяет роботу непрерывно совершать работу в течение 20 ч в сутки. Рабочая скорость передвижения 0,07 м/с; при этом робот способен очищать от навоза поверхность решетчатых полов в животноводческих помещениях на площади от 6000 до 8600 м^2. Зарядная станция позволяет за 4,5 ч производить полную зарядку аккумуляторных батарей. Высокое качество уборки угловых зон достигается оснащением робота боковыми створками с роликами и сменными резиновыми скребками. Для разворота на 180° автономному навозо- уборщику требуется 2 м. Масса робота 400 кг позволяет без скольжения перемещать навозные массы до 100 кг. Перемещение по заданному маршруту обеспечивает сенсорно-датчиковый механизм, размещенный на окончании створок скребков и кромок навозного канала. Программа работы робота определяет как периодичность использования устройства, так и режим зарядки аккумуляторов.

Навозоуборочный робот RS 250 шведской фирмы De Laval аналогичен по конструкции. Подобно Srone, программирование маршрута передвижения осуществляется как вручную, так и с применением контроллера. Емкость батарей аккумуляторов робота PS 250 позволяет очистить щелевые полы с проталкиванием навоза пять раз в сутки без подзарядки, что обеспечивает обслуживание примерно 250 животных беспривязного содержания. Лидер в инновационных технологиях роботизированных систем – фирма Lely (Нидерланды) разработала робот Discovery для удаления навоза со щелевых полов. Отличие данной системы от описанных выше заключается в оперативном управлении устройством. Оператор с помощью дистанционного пульта управления в режиме online может корректировать маршрут движения робота с целью очистки наиболее загрязненных участков.

Литература

1. Бякова, О. В. Иммунобиохимический статус свиней при содержании на различных полах / О. В. Бякова, Л. В. Пилип // Иппология и ветеринария. – 2019. – № 4 (34). – С. 67-73.
2. Пилип, Л. В. Анализ экологических рисков отрасли свиноводства в Кировской области // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 1. – С. 1.
3. Пилип, Л. В. Химический метод устранения запахов в промышленном свиноводстве / Л. В. Пилип, М. Э. Казакова // Бутлеровские сообщения. – 2020. – Т. 62, № 4. – С. 88-93.
4. Пилип, Л. В. Анализ экологических рисков отрасли свиноводства в Кировской области / Л. В. Пилип // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 1 (3). – С. 1.
5. Пилип, Л. В. Выбор средства обучения – залог успеваемости студента в вузе / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Воронеж, 15–17 ноября 2017 года / под общей редакцией: Н. И. Бухтоярова, Н. М. Дерканосовой, В. А. Гулевского. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2017. – С. 309-312.
6. Пилип, Л. В. Научно-исследовательская работа как составляющая образовательного процесса в ВУЗе / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : сборник статей Международной научно-практической конференции, Киров, 12–13 марта 2018. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – С. 143-147.
7. Пилип, Л. В. Новые подходы к дезодорации свиного навоза / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина // Иппология и ветеринария. – 2018. – № 4 (30). – С. 99-106.
8. Пилип, Л. В. Отходы свиноводческих комплексов - проблемы, пути решения / Л. В. Пилип, Т. Я. Ашихмина // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 04–06 декабря 2017 года / ответственный редактор Т. Я. Ашихмина ; Вятский государственный университет, Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. – Киров : Вятский государственный университет, 2017. – Кн. 2. – С. 180-183.
9. Пилип, Л. В. Промышленные свинокомплексы как источники загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина, Т. Я. Ашихмина // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2021. – № 5 (51). – С. 88-91.
10. Solonshickov, P. Preparation of liquid feed mixtures with continuous introduction of components / P. Solonshickov, I. Tolstoukhova, A. Shevchenko // E3S Web of Conferences, Termez, Uzbekistan, 29–30 апреля 2024 года. – Les Ulis Cedex A: EDP Sciences, 2024. – P. 6010. – DOI 10.1051/e3sconf/202454806010. – EDN NBQEYW.
11. Solonshickov, P. Investigation of the installation for the preparation of mixtures in the vane pump mode / P. Solonshickov, I. Tolstoukhova, A. Shevchenko // E3S Web of Conferences, Termez, Uzbekistan, 29–30 апреля 2024 года. – Les Ulis Cedex A: EDP Sciences, 2024. – P. 6009. – DOI 10.1051/e3sconf/202454806009. – EDN MECDQF.
12. Солонщиков, П. Н. Исследование центробежного насоса с новыми рабочими органами и оптимизация режима его работы / П. Н. Солонщиков. – DOI 10.24412/2227-9407-2024-9-17-28 // Вестник НГИЭИ. – 2024. – № 9 (160). – С. 17-28. – EDN ZBVVCR.
13. Солонщиков, П. Н. Исследование эксплуатационных показателей смесительной установки для приготовления смесей / П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 146-150. – EDN DQLWBY.

УДК 621.565

КОМПРЕССИОННЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Смехов К. Д. – студент 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной научной статье мы рассмотрим компрессионные холодильные машины, их устройство, назначение их составных частей и применение самих машин.

Ключевые слова: компрессионные холодильные машины, хладагент, конструкция, компрессор, конденсатор, дросселирующее устройство, компрессор, энергоэффективность

Холодильные машины являются неотъемлемой частью современного технологического уклада. Их применение охватывает широкий спектр отраслей: от хранения продуктов и медикаментов до систем кондиционирования воздуха в жилых и промышленных зданиях. Существуют различные типы холодильных машин: компрессионные, абсорбционные, термоэлектрические, вихревые и другие. Однако наиболее широкое распространение получили компрессионные холодильные машины, благодаря высокой энергоэффективности, универсальности конструкции и технологической зрелости [4]. Они составляют основу как бытовых холодильников и кондиционеров, так и крупных промышленных холодильных установок. В связи с глобальной урбанизацией и повышением стандартов комфорта наблюдается устойчивый рост спроса на эффективные и экологически безопасные холодильные технологии, что обуславливает **актуальность** использования компрессионных холодильных машин.

Целью исследования является определение принципа работы компрессионных холодильных машин, определение их конструктивных элементов и классификация направлений применения.

В соответствии с целью были поставлены следующие **задачи:**

1. Определить принцип работы компрессионных холодильных машин.
2. Определить конструктивные элементы.
3. Классифицировать направления применения.

Компрессионные холодильные машины работают по замкнутому циклу, в котором рабочее тело (хладагент) последовательно проходит четыре термодинамических процесса: сжатие, конденсацию, дросселирование и испарение. Этот цикл известен как парокомпрессионный холодильный цикл. Он является приближением к идеальному обратному циклу Карно, который устанавливает теоретически возможный максимум эффективности холодильного процесса [2,4,6].

В реальных условиях эффективность ограничена необратимостями – потерями на трение, дросселирование, теплопередачу и т.д. Парокомпрессионный цикл можно удобно представить на диаграмме давление-энтальпия (i-lgP), где процессы формируют замкнутую петлю, наглядно иллюстрируя тепловой и механический вклад в процесс [2

В качестве хладагентов применяются как традиционные (R134a, R22), так и экологически чистые вещества: аммиак (R717), углекислый газ (R744), изобутан (R600a), а также новые поколения фторированных соединений (R1234yf). Их выбор определяется множеством факторов: рабочими параметрами, теплопередачей, токсичностью, горючестью и потенциальным воздействием на климат [2].

Конструкция компрессионной холодильной машины включает четыре основных элемента: компрессор, конденсатор, дросселирующее устройство и испаритель (рисунок 2). Эффективность всей системы во многом зависит от выбора и параметров этих узлов.

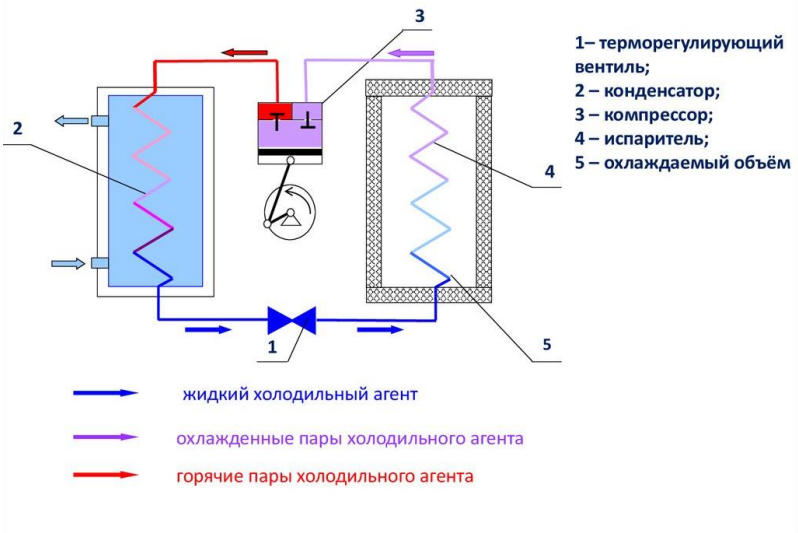


Рисунок 1 – Конструкция компрессионной холодильной машины

Компрессор служит для сжатия паров хладагента до высокого давления и температуры, обеспечивая циркуляцию в контуре. Наиболее распространённые типы:

- Поршневые – широко применяются в бытовых и промышленных установках. Отличаются простотой, но шумны и подвержены вибрации.
- Винтовые компрессоры – обеспечивают более плавную работу, повышенную энергоэффективность и используются в промышленности.
- Спиральные – компактны, надёжны, отличаются низким уровнем шума. Применяются в бытовых кондиционерах и холодильниках.
- Центробежные компрессоры – эффективны при больших объёмах холодопроизводительности и высоких оборотах. Используются в чиллерах и крупных установках. [4]

Конденсатор служит для отвода теплоты от хладагента в окружающую среду.

В зависимости от вида охлаждающей среды конденсаторы можно разделить на следующие группы:

- С газовым, преимущественно воздушным, охлаждением;
- С жидкостным, преимущественно водяным, охлаждением;
- С жидкостно-газовым, преимущественно водовоздушным охлаждением;
- С охлаждением кипящей жидкостью;
- С охлаждением путем отвода теплоты к грунту – грунтовые. [5]

Дросселирующие устройства предназначены для снижения давления хладагента перед его поступлением в испаритель. Используются:

- Капиллярные трубки – простейший и дешевый вариант, применяются в маломощных системах (до 5кВт)
- Термостатические расширительные вентили (ТРВ) – автоматически регулируют подачу хладагента в зависимости от температуры, обеспечивая стабильную работу испарителя
- Электронные расширительные клапаны (ЭРВ) – используются в современных энергоэффективных установках, позволяют точно контролировать расход. [7]

Испаритель – элемент, в котором происходит отбор тепла из охлаждаемого объёма. В зависимости от условий циркуляции охлаждаемой жидкости различают:

- Испарители открытого типа (с открытым уровнем охлаждаемой жидкости, циркуляция которой создается мешалкой): вертикально-трубные и панельные испарители.
- Испарители закрытого типа (с закрытой системой циркуляции охлаждаемой жидкости, прокачиваемой насосом): кожухотрубные и кожухозмеевиковые испарители.

По характеру заполнения хладагентом испарители разлеляют на:

- Затопленные;
- Незатопленные. [5]

Энергоэффективность компрессионной холодильной машины определяется количеством полученного холода на единицу затраченной энергии. В технической литературе это выражается через коэффициент холодильной эффективности (ε):

$$\varepsilon = \frac{Q_0^{об}}{L_0},$$

Где:

ε – КПД

$Q_0^{об}$ – количество тепла, отведённого от охлаждаемого объекта (холодопроизводительность), Дж;

L^0 – работа, совершённая компрессором, Дж. [3]

На КПД компрессионной холодильной машины влияют следующие факторы:

- Тип и рабочее давление хладагента – разные хладагенты имеют различную теплоту испарения и плотность, что определяет эффективность цикла.
- Температура окружающей среды – при повышенной температуре конденсации возрастает затрачиваемая работа, снижается КПД.
- Тип компрессора – винтовые и спиральные компрессоры обеспечивают более высокий COP при частичной нагрузке по сравнению с поршневыми.
- Состояние теплообменников – загрязнённые испарители или конденсаторы приводят к ухудшению теплообмена и снижению эффективности.

Сейчас энергопотребление компрессионных холодильных машин в России регулируется ГОСТ Р 51565-2012 – Энергетическая эффективность. Приборы холодильные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения. [1]

Применение компрессионных холодильных машин. Компрессионные холодильные машины находят широчайшее применение в различных отраслях промышленности и быту благодаря высокой надёжности, универсальности и доступности компонентов. Они используются как для производства холода, так и для обеспечения климатического комфорта и криогенных процессов.

Промышленные холодильные установки.

- Пищевая промышленность. Компрессионные холодильные машины применяются в холодильных складах, туннелях шоковой заморозки, установках хранения и транспортировки скоропортящихся продуктов.
- Химическая и нефтехимическая промышленность. Используются в технологических цепочках для охлаждения реакционных смесей, сжижения газов, стабилизации продуктов.
- Фармацевтика и медицина. Обеспечение холодовой цепи при хранении вакцин и биоматериалов (2–8 °C, -20 °C, -80 °C), а также в установках криоконсервации.

Бытовые холодильники и кондиционеры. Компрессионные машины составляют основу бытовых холодильников, морозильных камер, мобильных холодильников, а также кондиционеров воздуха и тепловых насосов.

- Бытовые холодильники – в качестве компрессора применяются герметичные агрегаты малой мощности, чаще всего со спиральным или ротационным компрессором.
- Кондиционеры – от оконных моделей до мультисплит-систем с инверторными компрессорами.

Системы кондиционирования воздуха. Централизованные и децентрализованные системы на основе компрессионных холодильных машин широко применяются в жилых

зданиях, торговых центрах, офисах и транспорте.

- Чиллеры с водяным охлаждением – применяются в крупных зданиях.
- VRF-системы – позволяют управлять несколькими внутренними блоками с переменным расходом хладагента.
- Повсеместно используются инверторные компрессоры, системы автоматического управления, модуляции мощности.

Вывод.

Компрессионные холодильные машины работают по замкнутому циклу, относительно просты по конструкции, обладают высокой энергоэффективностью, универсальностью конструкции и технологической зрелостью, благодаря чему получили повсеместное распространение и, на данный момент, ими представлены большинство холодильных установок в мире, будь то бытовой кондиционер или промышленная холодильная установка.

Литература

1. ГОСТ Р 51565-2012. Энергетическая эффективность. Приборы холодильные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения : дата введения 01.01.2014. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 16 с.

2. Азизов, Д. Основы холодильной техники и технического обслуживания холодильных систем : руководство для технических специалистов – холодильщиков : пособие / Д. Азизов. – Ташкент : Baktria press, 2017. – 176 с.

3. Дзино, А. А. Теплоиспользующие холодильные машины : учебно-методическое пособие / А. А. Дзино, О. С. Малинина. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. – 70 с.

4. Холодильные машины : учебник для студентов втузов специальности «Техника и физика низких температур» / А. В. Бараненко, Н. Н. Бухарин, В. И. Пекарев, И. А. [и др.] ; под общей редакцией Л. С. Тимофеевского. – Санкт-Петербург : Политехника, 1997. – 992 с.: ил.

5. Холодильные установки / И. Г. Чумак, В. П. Чепурненко [и др.] ; под редакцией И. Г. Чумака. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1991.– 495 с.: ил.

6. Академик : сайт. – URL: https://academic.ru/ (дата обращения: 26.05.2025).

7. Likhanov, V. A. Investigation of the portion size of rapeseed oil for ethanol ignition in a diesel engine / V. A. Likhanov, A. N. Kozlov, M. I. Araslanov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62053. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062053. – EDN FAASYL.

УДК 331.45

МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИНСТРУКТАЖЕЙ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Смирнов В. Н. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается вопросы по обучению по охране труда на предприятиях, по проведению инструктажей, обязанности работника и работодателя, режимы труда и отдыха.

Ключевые слова: охрана труда, инструктаж, работник, работодатель, режим труда, режим отдыха

Охрана труда – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, посредством правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий (ст. 209 Трудового кодекса Российской Федерации, далее – ТК РФ).

Если посмотреть на нормы действующего ТК РФ, то в ст. 209 содержится понятие «охрана труда» в качестве механизма «сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающей в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия»[1]. На сегодняшний день утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 апреля 2009 г. № 138-ст национальный стандарт РФ ГОСТ [3], в котором изложен многоступенчатый контроль состояния условий труда на рабочих местах. Причем, расписан алгоритм работы руководителей, специалистов, работников организаций, осуществляющих текущий контроль за состоянием условий труда на рабочих местах в виде многоступенчатого механизма контроля. Для большинства организаций Российской Федерации рекомендуется применять трехступенчатый контроль в следующем виде:

- I ступень. Мастер и уполномоченное (доверенное) лицо по охране труда профессионального союза обходят все рабочие места ежедневно. Обнаруженные неполадки устраняются немедленно. Для наиболее квалифицированных работников на своем рабочем месте допускается применение самоконтроля с устранением всех обнаруженных отклонений до начала работы;
- II ступень. Начальник цеха (большого участка) и уполномоченный по охране труда с инженером по охране труда совершают обход один раз в неделю. Результаты проверки заносят в журнал с назначением исполнителей и установлением срока устранения несоответствия;
- III ступень. Комиссия организации изучает состояние охраны труда в подразделении один раз в месяц. По итогам проверки оформляют акт о нарушениях и издают приказ об их устранении.

Организациям с незначительной численностью работников рекомендуется применять двухступенчатый контроль:

- I ступень. Ежедневный осмотр руководителем всех рабочих мест , возможность применения самоконтроля с устранением всех обнаруженных отклонений до начала работы для наиболее квалифицированных работников;
- II ступень. Ежемесячное углубленное обследование комитетом (комиссией) по охране труда с участием ведущих специалистов малого предприятия, уполномоченного (доверенного) лица по охране труда профессионального союза или трудового коллектива. По результатам проверки комиссии в специальном журнале регистрируют отмеченные недостатки, предложения по их устранению, отмечают сроки выполнения и исполнителя. Исполнитель, ответственный за выполнение намеченного мероприятия, ставит свою подпись.

Порядок выполнения работ и ответственные лица за проведение Производственного контроля за охраной труда должны быть предусмотрены приказами или распоряжениями руководителя организации. Координация работ и организация взаимодействия между подразделениями по обеспечению безопасных методов и здоровых условий труда осуществляется специалистами служб охраны труда организаций, на них также следует возложить ответственность за организационно-методическую работу по управлению процессом и (или) его отдельными процедурами. Соответствующие элементы системы выполняются руководителями согласно должностным инструкциям и положениям по подразделениям организации.

В современных условиях эффективное управление как предприятием в целом, так и охраной труда, предполагает активное участие в этих процессах всего персонала. Но в нашей стране предприниматели в лучшем случае готовы предоставить работникам право выражать свое мнение, но, не собираясь его каким-то образом учитывать. По мнению многих работодателей, личная безопасность работников – их дело. Именно на этом уровне будет вестись большая часть деятельности по внедрению в жизнь политики в области охраны труда. Причем, ответственность работников на каждом уровне организации должна быть четко и логично делегирована. Важна их компетентность для выполнения положений политики организации с гарантией, что они понимают и принимают свои обязанности [3].

В соответствии с положениями ст. 212 ТК РФ (редакция от 07.11.2011 г.) обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда в организации и на предприятии возлагаются на работодателя. Работник в соответствии со ст. 214 ТК РФ обязан: – соблюдать требования охраны труда; – правильно применять СИЗ и СКЗ; – проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи, пострадавшим на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда; – немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, 53 о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о проявлении признаков острого профессионального заболевания (отравления); – проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования), а также проходить внеочередные медицинские осмотры (обследования) по направлению работодателя в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами. Рабочее время и время отдыха Рабочее время – время, в течение которого работник в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и условиями трудового договора должен исполнять трудовые обязанности, а также иные периоды времени, которые в соответствии с ТК РФ, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами РФ относятся к рабочему времени (ст. 91 ТК РФ). Работодатель обязан вести учет времени, фактически отработанного каждым работником. Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно правовому регулированию в сфере труда. Продолжительность рабочей недели в соответствии с законами и иными нормативными правовыми актами, коллективным договором либо трудовым договором может устанавливаться: пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, с предоставлением выходных дней по "скользящему" графику и для отдельных категорий работников с ненормированным рабочим днем. Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю (ст. 91 ТК РФ), а согласно ст. 92 и ст. 94 ТК РФ для ряда категорий работников устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени без уменьшения заработной платы: – не > 24 часов в неделю (не > 5 часов в день) для лиц в возрасте от 14 до 16 лет; – не > 35 часов в неделю (не > 7 часов в день) для лиц в возрасте от 16 до 18 лет и инвалидов I и II группы (в соответствии с медицинским заключением); – не > 36 часов в неделю для лиц за-

нятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, список которых установлен Правительством РФ с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений; – не более половины норм соответствующего возраста для учащихся образовательных учреждений, работающих в течение учебного года в свободное от учёбы время (в возрасте от 14 до 16 лет – не > 2,5 часов в день и от 16 до 18 лет – не > 3,5 часов в день); – педагогических, медицинских и других категорий работников. Продолжительность рабочего дня (смены), непосредственно предшествующего нерабочему праздничному дню, уменьшается на один час, а при шестидневной рабочей недели неделе не может превышать пяти часов (ст. 95 ТК РФ).Право на отдых обеспечивается законодательным ограничением продолжительности рабочего дня и предоставлением ежедневного и ежегодного времени отдыха. Время отдыха – это время, в течение которого работник свободен от исполнения трудовых обязанностей и может использовать по своему усмотрению (ст. 106 ТК РФ). Виды времени отдыха: перерывы в течение рабочего дня (смены); ежедневный (междусменный) отдых; выходные дни (еженедельный непрерывный отдых); нерабочие праздничные дни и отпуска. Право на использование отпуска за первый год работы возникает у работника по истечении шести месяцев его непрерывной работы у данного работодателя. По соглашению между работодателем и работником оплачиваемый отпуск работнику может быть предоставлен и до истечения шести месяцев или разделен на две части, одна из которой должна быть не менее 14 календарных дней (ст. 125 ТК РФ). Отпуск за второй и последующие годы работы может предоставляться в любое время рабочего года в соответствии с очерёдностью предоставления отпусков. Очерёдность предоставления оплачиваемых отпусков определяется в соответствии с графиком отпусков, утверждаемым работодателем с учётом мнения органа первичной профсоюзной организации не позднее, чем за две недели до наступления календарного года.

Руководители и специалисты организаций проходят обучение в течение месяца после оформления на работу. Затем обучение нужно проводить по мере необходимости, но не реже одного раза в три года. Его можно организовать внутри организации, если есть комиссия по проверке знаний требований охраны труда, а можно в учебном центре при наличии лицензии на право ведения образовательной деятельности и аккредитации Минтруда России [6].

Литература

1. Кокорина, П. П. Социально-экологические аспекты влияния автотракторных двигателей на окружающую среду / П. П. Кокорина, А. В. Шевченко // Тепловые двигатели, автомобили и тракторы : материалы Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2021 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – С. 247-253.

2. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005. – DOI 10.1051/e3sconf/202447103005. – EDN BVTAWW.

3. Солонщиков, П. Н. Обзор вредных производственных факторов, влияющих на условия труда работников оперативно-выездных бригад / П. Н. Солонщиков, А. В. Владимиров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 181-183. – EDN OOGUBY.

УДК 629.11

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МТА НА ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТАХ

Смирнов В. Н. – обучающийся 3 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается эксплуатация МТА на транспортных работах с участием современного агрегата. Предложены пути повышения производительности МТА за счет улучшения показателей работы трактора, и сформированного агрегата в целом. Затронута роль обслуживания и сервиса в эксплуатации МТА.

Ключевые слова: агрегат, рулон, подборщик-транспортировщик, трактор, сервис

Эксплуатация машинно-тракторного агрегата (МТА) – это система организационных, технических, технологических и других мероприятий, выполняемых при использовании парка тракторов и сельскохозяйственных машин. [1].

В процессе выполнения различных операций, в сельскохозяйственном производстве возникает необходимость в выполнении МТА определенных транспортных (рисунок 1) работ [2, 3, 4, 6, 10].

Транспортирование продукции агропромышленного комплекса можно осуществлять с помощью различных агрегатов. Рассмотрим перевозку рулонов сена (сенажа) с поля к месту хранения. Их перемещают преимущественно на транспортировщиках рулонов (рисунок 1).

Транспортировщик рулонов — агрегат, который механизирует процессы подбора, транспортировки рулонов и последующей разгрузки. Предназначен для перевозок рулонов сена, соломы, сенажа, льна, сформированных в рулон пресс-подборщиками.

Конструктивно транспортировщик рулонов состоит из нескольких элементов: рамы, погрузочного устройства, опрокидывающего кузова с выгрузным клапаном, гидроцилиндра привода погрузочного устройства, платформы. Для повышения надёжности процесса выгрузки транспортировщики рулонов имеют увеличенный угол опрокидывания кузова.

Используют два типа транспортировщиков рулонов:

1. Саморазгружающиеся. Управление такими агрегатами выполняется одним механизатором из кабины трактора.

2. Без саморазгрузки.

Также транспортировщики рулонов могут быть:

- С трубчатой рамой. Позволяет надёжно уложить рулоны и компактно разместить их в два ряда к шасси и основной раме, что повышает устойчивость к опрокидыванию.

- С направляющими и толкателем рулонов. Удерживают рулоны во время транспортировки и регулируются в соответствии с диаметром транспортируемых рулонов.

Подборщик-транспортировщик рулонов TRB20 заменяет три различных агрегата [3]. Предназначен для:

- подбора рулонов корма (сенажа или сена) в поле,
- их транспортировки к месту хранения,
- разгрузки.

Весь процесс выполняется одним механизатором.

Конструкция транспортировщика спроектирована для работы в суровых условиях.

Из отечественных аналогов можно отметить ПТР-12С, ПРТ-12, ПТР-10С-01.

Последний из них способен обеспечить:

- высокую производительность (грузоподъемность до 10 тонн за один проход);
- высокую вместимость (до 20 рулонов длиной 1,2 метра);
- отличную проходимость и удобство в эксплуатации.

ПТР-10С-01 является прицепной машиной и агрегатируется с тракторами 3 класса и более [2].

Все, ранее описанное, относится к машине или агрегату в составе МТА.



Рисунок 1 – Подборщик-транспортировщик рулонов серии TRB

Обозначим пути повышения производительности МТА со стороны энергетического средства - трактора.

Одним из основных путей повышения производительности агрегатов является поддержание высокого уровня мощности двигателя благодаря своевременному обслуживанию, диагностированию, восстановлению регулировок. Это позволяет поддерживать номинальное значение мощности. Как показывают обследования, большая часть двигателей в условиях эксплуатации имеет пониженную мощность (до 10-15%), чаще всего из-за нарушения регулировок топливной аппаратуры [5].

Очень велики и потери эффективной мощности в трансмиссии (до 9%), на самопередвижение трактора (12-19%), на буксование (12-16% для колесных тракторов). Тяговый КПД трактора на поле, подготовленном под посев, чуть превышает значение 0.5.

Потери в трансмиссии растут от излишнего уровня масла или повышения его вязкости. Существенно сказываются неправильные регулировки зацепления шестерен, механизмов поворота. Тяговый КПД имеет максимум при определенной скорости и тяговом усилии, отход от этого оптимального сочетания снижает КПД [4, 5, 9].

Безусловно, обеспечит повышение производительности агрегата снижение удельного сопротивления рабочих машин за счет их хорошего технического состояния, использования комплексных агрегатов, правильного соединения машин в агрегате, работы в наиболее оптимальные агротехнические сроки.

Задача получения максимальной производительности агрегата определяет выбор режима его работы, маневрирование передачами и всережимным регулятором скорости, правильное использование маркеров и следоуказателей, способ и направление движения и др.

Однако, наибольшие резервы повышения производительности агрегатов заключены в рациональном использовании времени смены, непроизводительные потери которого могут достигать 25-48% времени смены.

Особенно велики потери времени на устранение технических неисправностей, в ожидании транспорта, заправки топливом, комплектование агрегата. Существенно снижает простои посевных и уборочных агрегатов увеличение вместимости семенных ящиков и бункеров [4, 7], механизация загрузки сеялок семенами и разгрузка бункеров комбайна на ходу.

Сокращает потери времени параллельное выполнение основных и вспомогательных операций - предварительная разбивка поля на загоны специально выделенным агрегатом, распашка клиньев агрегатом с трактором малой мощности, комплектование агрегатов на машинном дворе силами специально выделенных слесарей, проведение технического обслуживания машин специализированными звеньями в нерабочее для основного механизатора время, проведение полевого ремонта по устранению неисправностей также

специализированным звеном ТО, в это же время механизатор работает на резервном агрегате. Потому что любая самоходная машина, а так\же узел и агрегат, расположенный на ней, имея самый большой срок службы, рано или поздно сломается. Причиной этому может стать как условия эксплуатации, так и естественное старение. В этом случае на помощь должен прийти сервис. Чем быстрее будет оказана помощь со стороны сервиса, тем меньше потерь будет со стороны владельца техники. Характер работы сервиса должен нести [8]:

- Планово-предупредительный характер. Это когда сервис заблаговременно предупреждает о возможном возникновении в дальнейшем какой-либо неисправности, а также необходимости планового или непланового технического обслуживания.

- Обеспеченность запасными частями. У хорошего сервиса в наличии все ликвидные (более популярные) запасные части по ценам равным рыночным. При отсутствии каких-либо запчастей должна быть возможность их заказа и доставки в кратчайшие сроки.

- Компетентность специалистов. Специалисты сервиса должны хорошо знать технику, которую обслуживают.

- Оперативность сервисной службы. Специалисты сервисной службы должны оперативно выезжать на место неисправности и устранять её в кратчайшие сроки. Это способствует минимизированию издержек, связанных с простоем техники [8, 11].

Из всего сказанного можно сделать вывод: можно добиться повышения производительности МТА под усредненные показатели. Однако, конкретная технология проведения работ должна подбираться исключительно под определенные условия непосредственного хозяйства. Ключевыми факторами при выборе технологии и параметров МТА являются: условия работы и сервисное обслуживание [8].

На сегодняшний день выбор составных элементов МТА весьма обширен. Они определяют огромную составляющую всей сельскохозяйственной продукции [12, 13, 14, 15], обеспечивается выполнение множества работ в агропромышленном комплексе [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22]. Все модели, когда-либо разработанные производителем, в последствие получают усовершенствованные и доработанные аналоги.

Литература

1. Карабаницкий, А. П. Теоретические основы производственной эксплуатации МТП : учебное пособие для вузов / А. П. Карабаницкий, Е. А. Кочкин. – Москва : Колос, 2009. – 95 с.
2. Подборщик-транспортировщик рулонов – URL: https://agropuls.com/production/selhoztehnika/podborschik-transportirovschik-rulonov (дата обращения : 25.03.2026).
3. Подборщик-транспортировщик рулонов TRB20 – URL: https://moas.ru/catalog/transportirovshchiki-rulonov/podborshchik-transportirovshchik-rulonov (дата обращения: 25.03.2026).
4. Зангиев, А. А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А. А. Зангиев, А. А. Зангиев, Г. П. Лышко, А. Н. Скороходов. – Москва : Колос, 1996. – 320 с.
5. Родичев, В. А. Тракторы : учебник для начального профессионального образования / В. А. Родичев. – 11-е изд., стер. – Москва : Издательский центр «Академия», 2013 – 288 с.
6. Рекомендации по сохранной перевозке. – URL: https://issa.ru/prdoc/prdoc_56.html (дата обращения: 25.03.2026).
7. Шилин, В. В. Пути повышения эффективности очистки и погрузки зерна при транспортировке автомобильным транспортом на хранение / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение». – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – Вып. 18. – С. 304-307.
8. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы

XIV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение». – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.
9. Шилин, В. В. Сравнение эксплуатационных показателей при использовании отечественных и зарубежных тракторов / В. В. Шилин, И. П. Бессолицин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 212-218.
10. Шилин, В. В. Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственной продукции за счет реализации энергосберегающих технологий при совершенствовании логистических систем управления материальными и информационными потоками / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 219-224.
11. Шилин, В. В. Математические модели принятия решений в исследовании предпочтений покупателей кроссоверов / В. В. Шилин, Е. Н. Суслопарова // Технические науки - от теории к практике. – 2015 – № 42. – С. 121-126.
12. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.
13. Andreev, V. L. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V. L. Andreev, V. V. Shilin, V. V. Ilichev, T. S. Holodenina // BIO Web of Conferences, Vol. 42 (2022) 03009. doi:10.1051/bioconf/20224203009.
14. Жолобов, Н. В. Ресурсосберегающий пневмосепаратор / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов, К. В. Маишев // Сельский механизатор. – 2013. – № 6 (52). – С. 12-13.
15. Жолобов, Н. В. Исследование рабочего процесса сепаратора зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 12. – С. 22-26.
16. Жолобов, Н. В. Сепаратор зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Сельский механизатор. – 2017. – № 10. – С. 20-21.
17. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 277-279.
18. Саитов, В. Е. Современные энергосберегающие посевные комплексы : учебное пособие / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов. – Saarbrucken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 73 с., ил.
19. Курбанов, Р. Ф. Влияние эффлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – С. 43-52.
20. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
21. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С.51-54.
22. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян / С. О. Лопатин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 142-144.

УДК 631.3:005.934.4

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Смирнов О. Е. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Большинство отечественных сельскохозяйственных предприятий практикуют устаревшие формы организации и управления мероприятиями ТО машин без использования современных информационных технологий. Невозможность оперативного контроля над своевременностью проведения плановых ТО, особенно на предприятиях с большим парком машин, является распространенной производственной проблемой. С учетом сказанного можно выделить направления совершенствования организации и проведения ТО машин на сельскохозяйственных предприятиях с применением информационных технологий.

Ключевые слова: информационные технологии, ЕИП, программное обеспечение, ИТР

Представленное многообразие методов организации и исполнителей ТО машин показывает всю сложность системы технического сервиса. Сравнительный анализ зарубежных и отечественных методов управления работоспособностью машин говорит о технологической отсталости отечественных методов. В основном это связано с широким использованием в отечественном сельском хозяйстве машин старых поколений, не имеющих бортовых информационных систем и ориентированных на ТО в рамках планово-предупредительной (регламентной) стратегии C_2. Так же существенно сказывается отсутствие специализированного программного обеспечения для инженерно-технических работников (ИТР) сельхозпредприятий, которое позволило бы автоматизировать ряд инженерных задач в сфере эксплуатации и технического сервиса МТП и работало на основе концепции процессного управления. Рассмотренные нами ранее продукты MS Axapta, EAM, MRO и CMMS системы, как правило, не адаптированы к отечественному сельскохозяйственному производству, а их внедрение сопровождается существенными затратами [1].

Затраты труда на ремонт и содержание промышленного транспорта весьма значительны. Роль ремонтной индустрии и зависимость от нее основной деятельности транспорта увеличивается в связи с ростом цен на новый подвижной состав. Длительные сроки службы подвижного состава приводят к необходимости наращивания ремонтной базы.

Большинство отечественных сельскохозяйственных предприятий практикуют устаревшие формы организации и управления мероприятиями ТО машин без использования современных информационных технологий. Такие бумажные системы управления характеризуются относительно низкой производительностью инженерной деятельности в части решения задач планирования технического обслуживания и постановки машин на ТО. В результате ИТР часто отказываются от планирования графиков ТО, теряют контроль над наработкой машин, что приводит к нарушению заводских регламентов относительно периодичности обслуживания. Невозможность оперативного контроля над своевременностью проведения плановых ТО, особенно на предприятиях с большим парком машин, является распространенной производственной проблемой. С учетом сказанного можно выделить направления совершенствования организации и проведения ТО машин на сельскохозяйственных предприятиях с применением информационных технологий, показанные на схеме рисунка 1 [2].

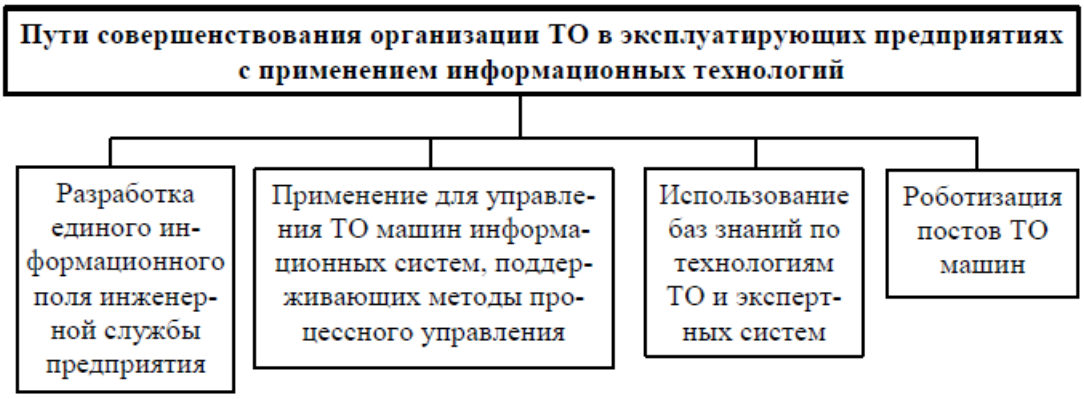


Рисунок 1 – Пути совершенствования организации и проведения ТО в сельскохозяйственных предприятиях

Для более эффективной работы исполнителей ТО и ремонта в условиях сельскохозяйственного предприятия необходима разработка единого информационного поля (ЕИП) ИТР, представляющего собой совокупность баз данных, в которых функционируют стандартные нормы обработки, обновления, хранения, поиска и передачи информации. При наличии ЕИП инженерной службы и специализированного ПО на сельскохозяйственном предприятии появится возможность централизованного хранения данных по каждой единице техники на этапе ее эксплуатации, как это уже делается в других отраслях в системах типа EAM [3]. Согласно ГОСТ Р 27.003-2011 программное обеспечение является одним из элементов системы управления надежностью машин.

Также в последнее время появились исследования и их практические результаты по применению роботов на постах ТО машин. Актуальна роботизация технологических операций, сопряженных с опасностью производственного травматизма обслуживающего персонала, в частности это относится к операциям, связанным с подъемом, вывешиванием и перемещением по территории пункта ТО машин, отдельных агрегатов и деталей, имеющих большую массу.

Применяемая в сельском хозяйстве страны техника нового поколения и системы ГЛОНАСС/GPS мониторинга позволяют решать задачи контроля местоположения, навигации и учета показателей работы машин. При этом они не способны в полной мере осуществлять поддержку управленческих решений при обеспечении работоспособности эксплуатируемых объектов, планирование мероприятий ТО и их учет, давать оценку уровня эксплуатационной надежности машин. Для решения подобных задач необходимо новое ПО с принципиально новой информационной моделью данных. Курочкин В.Н. отмечает необходимость в новом ПО, с помощью которого ИТР смогут также осуществлять контроль надежности машин.

ПО для управления мероприятиями ТО и ремонта машин должно составлять основу автоматизированных рабочих мест (АРМ) ИТР, ответственных за поддержание работоспособности техники предприятия, в соответствии с их трудовыми действиями, выполняемыми функциями и имеющимся документооборотом. На схеме рисунка 2 представлен набор функций для перспективного программного обеспечения ИТР. Данное ПО должно иметь интерфейс с преобладанием графических символов и картинок, способность работать с двумя единицами измерения периодичности ТО (кг израсходованного топлива и мото-час) и реализовывать методы процессного управления производством, а также иметь возможность интеграции с существующими системами мониторинга работы машин.

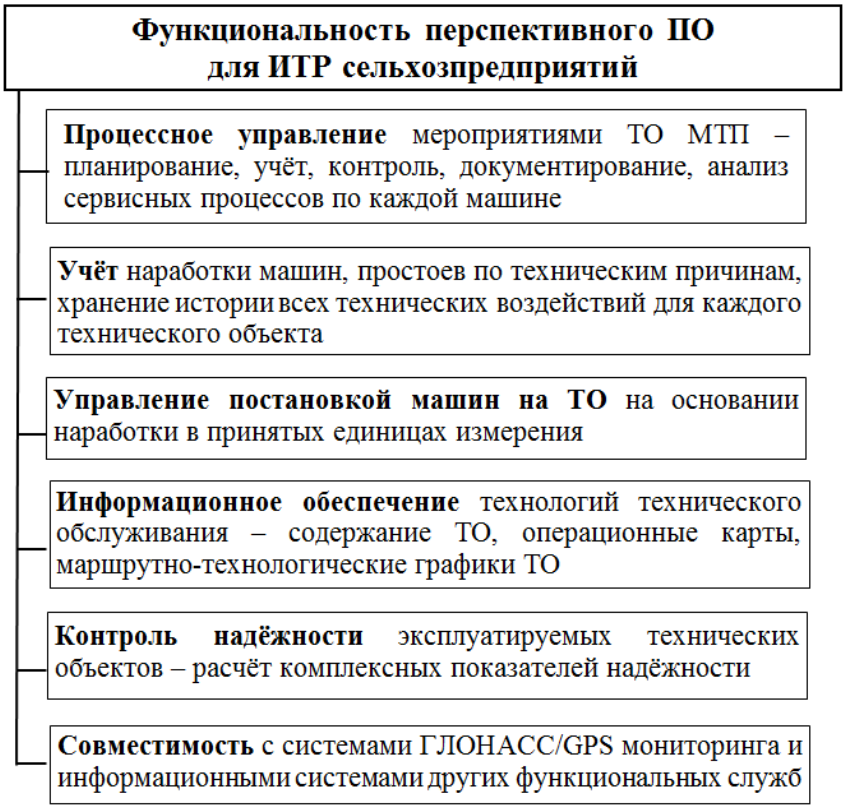


Рисунок 2 – Функциональность перспективного программного обеспечения для ИТР сельхозпредприятий

Здесь же желательно наличие Web-версии программного продукта и беспроводного доступа к базе данных информационной системы из любой точки предприятия. В рамках дальнейшего совершенствования данного ПО следует добавить возможность проектирования технологических процессов ТО и ремонта машин с автоматизацией процесса разработки операционных карт и маршрутных технологий сервисных работ.

Литература

1. Созонтов, А. В. Развитие системы технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов, В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 143-147.

2. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 194-197.

3. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.

УДК 621.436

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ И ИЗМЕЛЬЧАЮЩИЕ МАШИНЫ

Сморкалова У. И. – студентка 2 курса института инженерии и агробиотехнологии ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия**.**

Аннотация. Исследование направлено на изучение основных аспектов процесса измельчения, его технологическое значение и влияние на качество конечного продукта. Измельчение является критическим этапом в различных отраслях, включая горнодобывающую, пищевую, химическую и строительную промышленность.

Ключевые слова: измельчение, измельчающие машины, классификация, конусные, щековые, вальцовые

Измельчение имеет важное значение в различных отраслях промышленности. Этот процесс уменьшает размеры частиц твёрдого тела путём механического воздействия, что позволяет улучшить обработку материалов и повысить эффективность технологических процессов. При измельчении происходит образование новых поверхностей в результате раздавливания, удара, истирания. При этом основное значение имеет деформация сжатия и сдвига. Под действием внешних сил в твёрдых частицах образуются микротрещины, которые приводят к разрушению частицы; одновременно самые тонкие частицы под действием сил молекулярного сцепления могут укрупняться (слипаться) с образованием агрегатов.

Горнодобывающая промышленность

Измельчение руды превращает большие куски в мелкий порошок или суспензию, что облегчает отделение ценных минералов от отходов. Увеличение площади поверхности частиц способствует химическим реакциям, которые используются для извлечения минералов.

Пищевая промышленность

Измельчение сырья позволяет получить однородную массу (пасту или порошок), что важно для производства продуктов (например, муки, специй). Упрощение пищеварения — измельчённые продукты быстрее готовятся и заквашиваются, легче смешиваются.

Химическая промышленность

Ускорение химических реакций — чем больше поверхность веществ, вступающих в реакцию, тем интенсивнее она протекает. Выделение компонента из смеси — например, руда представляет собой мелкозернистую смесь, из которой нужно выделить чистую руду [1].

По размеру измельчённого продукта измельчение разделяют на два типа:

Дробление: грубое (300-100 мм), среднее (100—25 мм) и мелкое (25—1 мм). Цель дробления — получение кускового продукта необходимой крупности, а также подготовка к помолу.

Помол: грубый (1000—500 мкм), средний (500—100 мкм), тонкий (100—40 мкм) и сверхтонкий (<40 мкм). Цель помола — увеличение дисперсности твёрдого материала, придание ему определённого гранулометрического состава и формы частиц, дезагрегирование. Граница между измельчением (помолом) и дроблением условна.

Целью настоящего исследования стало исследование процессов измельчения и их значение в различных отраслях, а также изучение машин для измельчения, их процессы работы, преимущества и недостатки.

Задачи:

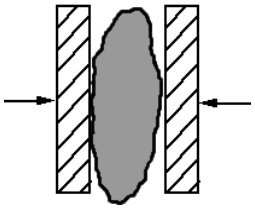
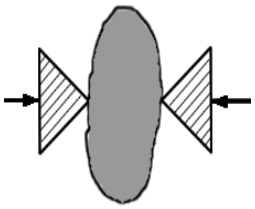
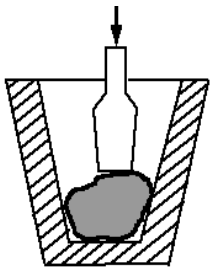
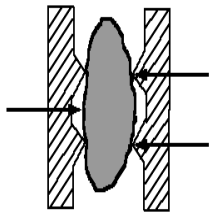
1. Провести обзор литературы по теме измельчения и технологий измельчающих машин
2. Сравнить различные типы измельчающих машин по их принципам работы
3. Определить ключевые технологические параметры, влияющие на процесс измельчения
4. Рассмотреть современные решения и тенденции в области измельчения

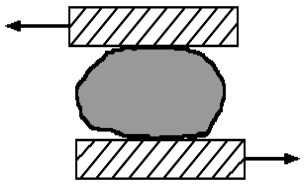
Технология измельчения развивалась с древнейших времён, проходя этапы от ручных методов до современных машин.

Древние времена и Средневековье - прообразы механических мельниц — ручные мельницы для измельчения зёрен, корней, орехов, красок. Простейшая ручная мельница имела вид каменной плиты с углублением, где помол производился возвратно-поступательным или круговым движением камня меньшего размера. В Средневековье для измельчения руд использовались толчеи — падающие песты, которые приводились в действие от водяного колеса. Также в этот период появились ветряные мельницы — механизмы, приводимые в движение силой ветра. Промышленная революция - машинное измельчение стало развиваться со второй половины XIX века благодаря созданию парового двигателя. Появились первые дробилки, работающие на принципах истирания, раскалывания и других. В текстильном и металлургическом производствах для измельчения сырья использовали вращающиеся жернова. XX век - специализация и автоматизация, классификация оборудования. Появились: струйные мельницы (для сверхтонкого помола до 0.1 мкм), вибрационные мельницы (интенсификация процессов), вальцевые мельницы (для цемента и зерна). Энергоэффективность: внедрение двухстадийных схем (например, пресс-валки + шаровая мельница) снизило энергозатраты на 30% в цементной промышленности.

Основными процессами измельчения являются: раздавливание, удар, истирание и раскалывание. Для достижения максимального эффекта часто применяются комбинированные способы, например, сочетание удара и истирания. Также существуют способы дробления, такие как сжатие, сдвиг и другие. (таблица 1).

Таблица 1 – Процессы измельчения

Раздавливание		Раздавливание материала наступает после перехода напряжений за предел первичности сжатия.
Раскалывание		Раскалывание кусков происходит в результате их расклинивания и последующего разрыва вследствие возникновения в них напряжений растяжений.
Удар		Ударное измельчение – это результат действия динамических нагрузок с возникновением в материале сжимающих, растягивающих, изгибающих и сдвиговых напряжений.
Излом		Излом куска происходит в результате его изгиба.

Истирание		При истирании внешние слои куска подвергаются деформации сдвига и постепенно срезаются скользящими рабочими поверхностями измельчителя вследствие перехода касательных напряжений за предел прочности.

Процесс измельчения можно представить следующим образом (независимо от вида деформации): Внешние механические силы вызывают в материале накопление внутренней энергии упругих деформаций. Напряжение в куске материала возрастает до тех пор, пока в каком-либо месте вследствие концентраций напряжений, вызванных местными дефектами, они не превысят предела прочности, что приводит к развитию трещины, сопровождающиеся перераспределением энергии упругих деформаций, часть которых превращается в поверхностную энергию. Поверхностная энергия является полезной энергией дробления. Остальная энергия расходуется главным образом на упругие деформации сжатия и рассеивается в виде теплоты и других видов энергии. Измельчение идёт с образованием новой поверхности, что сопровождается появлением электрических зарядов (знак и величина которых зависит от природы измельчаемого вещества и размера частиц). По мере измельчения электрический потенциал частиц настолько возрастает, что происходит самопроизвольное их агрегирование (т.е. слипание) с уменьшение удельной поверхности и увеличением комковатости и неоднородности продукта. Исходя из выше изложенного следует, что на третьей стадии измельчения большая часть энергии затрачивается не на измельчение исходного материала, а на разрушение вновь образовавшихся агрегатов (агломератов). Поэтому вводятся определённые ограничения, устанавливающие целесообразную степень измельчения каждого материала в зависимости от его назначения. Выбор способа и схемы измельчения в свою очередь зависит как от свойств измельчаемого материала, так и от требований, предъявляемых к измельчаемому продукту (дисперсность, гранулометрический состав, влажность) [2].

Измельчающие машины, или дробилки, бывают разных типов, в зависимости от принципа работы и назначения. Основные типы: щековые, конусные, роторные, молотковые, валковые и центробежные.

Щековые дробилки чаще всего применяются для крупного и среднего дробления твердых пород. Эти дробилки работают на принципе раскалывания и разламывания кусков. Максимальная степень дробления, которую можно достичь в щековых дробилках, составляет 8. Основным показателем дробилки любой конструкции является затрата энергии на дробление. Для щековых дробилок, работающих при степени дробления 6, расход электроэнергии на дробление колеблется от 0,3 до 1,3 кВт ч/т. Конусные дробилки являются высокопроизводительными машинами и широко используются для переработки различных горных пород на всех стадиях дробления. Материал в этих машинах измельчается раздавливанием, изломом и частично истиранием между двумя коническими поверхностями. Максимальная степень дробления в конусных дробилках составляет 6.

Расход электроэнергии на дробление у конусных дробилок несколько ниже, чем у щековых, и составляет от 0,1 до 1,2 кВт ч на тонну дробленного материала.

Валковые машины находят применение в химической промышленности и промышленности строительных материалов для измельчения вязких и влажных материалов, для вторичного дробления твердых пород (известняка, угля, различных руд и т.д.). Широкое применение валковые машины находят при измельчении зерна с целью получения сортовой муки. Измельчение материалов в валковых машинах с гладкими валками происходит за счет раздавливания и частично истирания, в машинах с зубчатыми валками измельчение происходит за счет раскалывания и раздавливания. Степень измельчения в зависимости от свойств измельчаемого материала колеблется от 4 до 10 и более. В дробилках ударного действия измельчение материала происходит вследствие механического удара, при котором

кинетическая энергия движущихся тел полностью или частично переходит в энергию деформации и разрушения. Дробилки ударного действия применяются в основном для измельчения материала средней прочности (известняк, доломит, мергель, уголь, каменная соль и т.п.). Новые конструкции дробилок с массивными ударными телами применяются и для дробления твердых горных пород. Ударные дробилки характеризуются большой степенью дробления (до 50) и большой удельной производительностью на единицу массы машины. Дробилки ударного действия по устройству основного измельчающего органа – ротора разделяют на два основных типа: роторные и молотковые. В роторных дробилках измельчение осуществляется жестко закрепленными на роторе билами из износостойкой стали, а в молотковых за счет удара молотков, которые подвешены к ротору. Резательные машины предназначены для измельчения растительного сырья на частицы правильной формы (столбики, кружки, кубики) и определенных размеров для соблюдения одинаковых режимов при дальнейшей обработке и дозировке. Качество резки зависит от конструктивных особенностей машины, режима ее эксплуатации, от вида и состояния сырья [3].

Сравнение эффективности различных типов

Молотковые дробилки - Принцип работы: используют молотки для разрушения материала. Преимущества: высокая производительность, хорошо подходят для мягких и средне-твердых материалов. Недостатки: меньшая эффективность при измельчении твердых материалов, возможное загрязнение продукта металлическими частями.

Щековые дробилки - Принцип работы: разрушают материал за счет сжатия между двумя щековыми плитами. Преимущества: высокая прочность и надежность, эффективны для крупных кусков твердых материалов. Недостатки: ограниченная производительность по сравнению с молотковыми дробилками, меньшая гибкость в отношении типа обрабатываемого материала.

Конусные дробилки - Принцип работы: используют конусообразный механизм для сжатия и разрушения материала. Преимущества: отличная способность к измельчению твердых материалов, регулируемая степень измельчения. Недостатки: более высокая стоимость и сложность в обслуживании, может потребоваться предварительное измельчение крупных фракций [4].

Роторные дробилки - Принцип работы: используют вращающиеся роторы для разрушения материала. Преимущества: хороши для измельчения хрупких и средне-твердых материалов, высокая скорость обработки. Недостатки: ограниченная эффективность для очень твердых материалов, могут требовать частого обслуживания [4].

Шаровые мельницы - Принцип работы: измельчают материал с помощью металлических шаров, которые вращаются внутри цилиндра. Преимущества: очень эффективны для тонкого измельчения, позволяют достигать однородности продукта. Недостатки: низкая производительность по сравнению с другими типами, длительное время обработки [4].

Выбор типа машины для измельчения зависит от характеристик материала, который нужно обработать, желаемой степени измельчения, производительности и бюджета. Каждое оборудование обладает своими особенностями, что делает его более подходящим для конкретных задач [4].

Основные технологические параметры, влияющие на процесс измельчения, включают тип измельчительного оборудования, характеристики исходного материала и методы его обработки. Также важным аспектом является настройка рабочих параметров измельчителя, таких как скорость вращения и режим измельчения, включая влажность материала.

Современные подходы в области измельчения направлены на повышение энергоэффективности, снижение экологической нагрузки и адаптацию технологий под специфику различных отраслей. Основные направления и инновации: Энергоэффективные технологии измельчения - вертикальные мельницы с перемешиванием среды (используют истирание частиц керамическими мелющими телами (2–6 мм) при помощи роторов). Оптимизация степени дробления: Увеличение степени дробления в дробилках ККД-1500/180

с 1:5 до 1:6 снижает энергозатраты на последующих стадиях. Инновационное оборудование и методы - струйные мельницы (применяются в фармацевтике для сверхтонкого помола (до 0.1 мкм). Принцип работы основан на столкновении частиц в газовом вихре). Модернизация дробилок: например, в дробилках ККД-1500/180 увеличение мощности привода. Устойчивое развитие и автоматизация - снижение водопотребления: Развитие технологий сухого измельчения (например, вибрационные мельницы) для замены мокрых процессов. Современные подходы к измельчению интегрируют инженерные решения (оптимизация оборудования), цифровизацию (анализ данных) и экологию (снижение энерго-/водопотребления). Ключевой тренд — замена традиционных барабанных мельниц на специализированные установки. Эти подходы отражают стремление отрасли к повышению эффективности, снижению затрат и минимизации воздействия на окружающую среду. Внедрение современных технологий и подходов открывает новые возможности для оптимизации процессов измельчения и улучшения качества конечного продукта. [5].

Заключение. Существует множество типов измельчающих машин, каждая из которых предназначена для обработки различных материалов и достижения определенной степени измельчения. Выбор оборудования должен основываться на характеристиках обрабатываемого материала и требуемых результатах. Также эффективность процесса заключается в правильном выборе измельчающей машины, что значительно увеличивает эффективность процессов переработки и позволяет снизить затраты на энергоресурсы и улучшить качество конечного продукта. Еще важно учитывать производительность оборудования в зависимости от объемов переработки, что помогает избежать простоев и оптимизировать производственные процессы. Современные измельчающие машины разрабатываются с учетом экологических норм, что позволяет снижать негативное воздействие на окружающую среду и уменьшать выбросы вредных веществ. Продолжающиеся исследования и разработки в области измельчения приводят к появлению новых технологий и улучшению существующих машин, что способствует повышению их эффективности и надежности.

Литература

1. Оборудование для переработки сыпучих материалов : учебное пособие / В. Я. Борщев, Ю. И. Гусев, М. А. Промтов, А. С. Тимонин. – Москва : Машиностроение-1, 2006. – 208 с. – 400 экз. – ISBN 594275-298-2.

2. Дробление и измельчение материалов : методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» для студентов, обучающихся по специальности 130400 «Горное дело» очной формы обучения / составитель А. В. Анучин ; Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета. – Юрга : Типография ООО «Медиасфера», 2014. – 18 с.

3. Борщев, В. Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы : учебное пособие / В. Я. Борщев. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2004. 75с.

4. Бурмак, И. В. Строительные, дорожные и мелиоративные машины : учебное пособие / И. В. Бурмак. – Минск : БНТУ, 2020. – 186 с.

5. История техники /А. А. Зворыкин (и др.). – Москав : Соцэкгиз, 1962. – 772 с.

6. Самойлов, В. А. Технологическое оборудование для переработки зерновых культур в пищевые продукты : учебное пособие / В. А. Самойлов, В. Н. Невзоров, А. И. Ярум. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2015. – 196 с.

7. Гренков, О. Ю Оборудование механических процессов в химической технологии : учебное пособие / О. Ю. Гренков, О. Ю. Еренков, А. П. Богачев. – Хабаровск : Тихоокеанский государственный университет, 2014.-80 с.

НЕДОСТАТКИ РАЗОМКНУТЫХ ПНЕВМОСИСТЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН: АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Смышляев В. В., студент 1 курса магистратуры университета инженерии и агробиотехнологий ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Разомкнутые пневмосистемы получили широкое распространение в зерноочистительных машинах благодаря простоте конструкции и возможности забора чистого воздуха из атмосферы. Однако практика эксплуатации и результаты научных исследований выявляют ряд существенных недостатков, ограничивающих эффективность их применения. В статье проведен системный анализ недостатков разомкнутых пневмосистем, включая повышенную энергоемкость, нестабильность аэродинамических характеристик, зависимость от внешних условий, недостаточную эффективность очистки воздуха и повышенное травмирование зерна. Рассмотрены конструктивные особенности, усугубляющие данные недостатки, и обозначены направления их устранения.

Ключевые слова: разомкнутая пневмосистема, зерноочистительная машина, аспирация, энергоемкость, травмирование зерна, пневмосепарирующий канал, осадочная камера

Пневматические системы в зерноочистительных машинах критически важны для удаления из зернового потока легких загрязнений, включая пыль и фуражные частицы. Существуют три основных типа таких систем, различающихся по циркуляции воздуха: замкнутые, разомкнутые и комбинированные. В зерноочистительной технике доминируют разомкнутые пневмосистемы. Их принцип действия таков: атмосферный воздух всасывается, проходит через сепарирующие каналы, где происходит очистка зерна, а затем, после осаждения примесей в специальных камерах, либо выпускается наружу, либо подается в пылеуловитель.

Актуальность анализа недостатков разомкнутых пневмосистем обусловлена необходимостью повышения эффективности послеуборочной обработки зерна в условиях роста требований к качеству очистки и снижению энергозатрат. Как отмечают исследователи, ежегодное производство зерна в России требует совершенствования технических средств и методов его обработки, на которую приходятся основные энерго- и трудозатраты .

Цель настоящей работы — систематизация и анализ недостатков разомкнутых пневмосистем зерноочистительных машин на основе данных научных исследований и патентной литературы.

1. Классификация и принципы функционирования разомкнутых пневмосистем

Разомкнутые пневмосистемы характеризуются тем, что воздух, совершив рабочий цикл, удаляется за пределы машины, а забор свежего воздуха осуществляется непосредственно из атмосферы . В двухаспирационных зерноочистительных машинах такие системы включают пневмосепарирующие каналы дорешетной и послерешетной аспирации, две осадочные камеры с устройствами вывода примесей, воздухозаборные патрубки и вентилятор, работающий на всасывание .

Преимуществами разомкнутых систем являются: независимость параметров воздушного потока от рециркулирующего воздуха, возможность забора чистого воздуха с оптимальными параметрами, упрощение конструкции пылеулавливающих устройств. Однако, как показывает анализ, каждый тип пневмосистем обладает определенными недостатками и требует целенаправленной модернизации, основанной на эффективности пневматического сепарирования .

2. Основные недостатки разомкнутых пневмосистем

2.1. Повышенная энергоемкость

Наиболее существенным недостатком разомкнутых пневмосистем является повышенная энергоемкость. В классических схемах с внешним забором воздуха каждой аспирацией отдельно общий расход воздуха увеличивается, что ведет к росту затрат мощности на работу аспирационной системы .

В двухаспирационных пневмосистемах с независимыми каналами дорешетной и послерешетной аспирации и внешним забором воздуха для каждого канала суммарный расход воздуха может превышать рациональные значения. Как показывают исследования, использование одного и того же воздушного потока, прошедшего последовательно через оба канала, позволяет уменьшить общий расход воздуха и затраты энергии .

Дополнительным фактором, повышающим энергоемкость, являются аэродинамические потери на поворотах и протяженных участках воздуховодов. Повороты пневмосепарирующих каналов и существенно увеличенная длина каналов ведут к росту сопротивления пневмосистемы и, соответственно, затратам энергии .

2.2. Нестабильность аэродинамических характеристик

Разомкнутые пневмосистемы подвержены влиянию внешних факторов, что приводит к нестабильности аэродинамических характеристик. Исследования устойчивости функционирования разомкнутой пневмосистемы показывают необходимость оценки взаимовлияния пневмосепарирующих каналов на скоростные показатели при различных частотных воздействиях на них .

Применение численных методов позволяет на стадии проектирования оценить устойчивость функционирования пневмосистемы при различных входных параметрах, однако в реальных условиях эксплуатации колебания скорости и направления ветра, изменение температуры и влажности воздуха могут существенно влиять на эффективность сепарации .

2.3. Экологические проблемы и недостаточная очистка выбрасываемого воздуха

В разомкнутых пневмосистемах запыленный воздух после прохождения через осадочные камеры выбрасывается в атмосферу или направляется к пылеотделителю . Эффективность осаждения примесей в осадочных камерах часто оказывается недостаточной, особенно для мелкодисперсной пыли.

Экспериментальные исследования показывают, что даже при оптимальных параметрах расширительных камер эффект осаждения фуражного зерна может достигать 97,1%, однако полное улавливание всех примесей не обеспечивается . В результате происходит загрязнение окружающей среды и ухудшение условий труда обслуживающего персонала.

2.4. Травмирование зерна

Проблема травмирования зерна в пневмосистемах является одной из наиболее актуальных. Фракционирование зернового вороха на стадии предварительной очистки позволяет снизить травмирование за счет уменьшения количества операций очистки . Однако в традиционных разомкнутых пневмосистемах зерно может подвергаться ударным нагрузкам при взаимодействии с элементами воздуховодов и вентиляторов.

В центробежно-пневматических сепараторах с замкнутым циклом воздуха при увеличении скорости потока для повышения качества очистки трудноотделимые примеси проходят через колесо вентилятора, что усиливает дробление зерна, износ колеса и создает повышенный шум . Хотя это относится к замкнутым системам, аналогичные проблемы могут возникать в разомкнутых системах при использовании вентиляторов, через которые проходит зерновой материал.

3. Сравнительный анализ с альтернативными типами пневмосистем

Сравнение разомкнутых пневмосистем с замкнутыми и комбинированными позволяет выявить их относительные недостатки.

Замкнутые пневмосистемы обеспечивают циркуляцию одного и того же объема воздуха, что снижает энергозатраты на его нагрев или охлаждение и уменьшает выбросы пыли в атмосферу. Однако они требуют эффективных пылеуловителей для очистки

рециркулирующего воздуха и могут накапливать мелкодисперсную пыль, ухудшающую условия сепарации .

Комбинированные (замкнуто-разомкнутые) системы позволяют использовать преимущества обоих типов. Например, в зерноочистительных машинах с замкнуто-разомкнутой пневмосистемой часть воздуха рециркулирует, а часть обновляется, что обеспечивает компромисс между энергоэффективностью и качеством воздушной среды .

Разомкнутые системы проигрывают замкнутым в энергоэффективности, так как требуют постоянного нагрева или охлаждения забираемого воздуха при работе в условиях низких или высоких температур. Они также менее эффективны с экологической точки зрения из-за выбросов запыленного воздуха.

4. Направления совершенствования разомкнутых пневмосистем

Анализ научных и патентных источников позволяет выделить основные направления устранения недостатков разомкнутых пневмосистем:

4.1. Оптимизация аэродинамической схемы

Применение последовательного прохождения воздуха через каналы дорешетной и послерешетной аспирации позволяет уменьшить общий расход воздуха и снизить энергозатраты . Горизонтальное выполнение пневмосепарирующих каналов и оснащение их регулировочными клапанами обеспечивает возможность настройки скоростных режимов.

4.2. Совершенствование пылеулавливающих устройств

Разработка эффективных осадочных камер с оптимальными параметрами позволяет повысить степень очистки выбрасываемого воздуха. Исследования показывают, что при оптимальных параметрах расширительной камеры (глубина выходного окна 0,2 м, радиус отражательной перегородки 0,1 м, общая длина камеры 0,5 м) эффект осаждения достигает 97,1% .

4.3. Применение поперечноточных диаметральных вентиляторов

Использование диаметральных вентиляторов в конструкциях машин предварительной очистки зерна, работающих по пневмофракционной технологии, позволяет создавать равномерный воздушный поток по всей ширине, что положительно влияет на эффективность сепарации материала . Такие вентиляторы хорошо компонуются с другими элементами пневмосистемы и обеспечивают стабильность аэродинамических характеристик.

4.4. Применение фракционной технологии

Использование пневмофракционной технологии на этапе предварительной очистки позволяет выделить фуражную фракцию до обработки на решетах, что снижает нагрузку на подсевные и сортировальные решета, повышает качество очищенного материала и уменьшает травмирование зерна .

Заключение

Проведенный анализ позволяет систематизировать основные недостатки разомкнутых пневмосистем зерноочистительных машин:

1. Повышенная энергоемкость, обусловленная увеличенным расходом воздуха и аэродинамическими потерями в протяженных воздуховодах и поворотах.
2. Нестабильность аэродинамических характеристик под влиянием внешних факторов и взаимовлияния параллельных пневмосепарирующих каналов.
3. Экологические проблемы, связанные с недостаточной очисткой выбрасываемого воздуха от мелкодисперсной пыли.
4. Ограниченная эффективность сепарации из-за неравномерности воздушного потока в зоне сепарации и невозможности выделения крупных и мелких примесей без решетных рабочих органов.
5. Травмирование зерна при взаимодействии с элементами пневмосистемы и вентиляторами.
6. Конструктивная сложность и повышенная металлоемкость двухаспирационных систем.

Перспективными направлениями совершенствования разомкнутых пневмосистем являются: оптимизация аэродинамических схем с последовательным использованием воздуха, применение поперечноточных вентиляторов, разработка эффективных пылеулавливающих устройств, использование пневмосепарирующих каналов с развитой нижней частью и внедрение фракционной технологии очистки зерна.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку методов расчета и оптимизации параметров разомкнутых пневмосистем с учетом всего комплекса требований: энергоэффективности, качества очистки, экологической безопасности и сохранности зерна.

Литература

1. Саитов, В. Е. Конструктивно-технологические параметры скальператора / В. Е. Саитов, В. Г. Фарафонов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2010. – № 10. – С. 47-48.
2. Саитов, В. Е. Малогабаритная машина для первичной очистки зерна / В. Е. Саитов, Р. Г. Гатауллин // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. – № 4. – С. 7-10.
3. Саитов, В. Е. Совершенствование технологического процесса замкнутых малогабаритных пневматических сепараторов // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 7. – С. 49.
4. Сычугов, Н. П. Режим работы вентилятора в замкнуто-разомкнутой пневмосистеме зерноочистительных машин / Н. П. Сычугов // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 1 (3). – С. 3. – EDN EAAAUY.
5.. Классификация пневмосепарирующих систем очистки зерна и анализ их устройств / В. П. Чеботарев, И. В. Барановский, А. А. Князев, П. М. Немцев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник. 2010. Т. 44, № 1. – С. 152-157.

УДК 517.1

ПРЕДЕЛЫ, ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ

Солодянкина М. В. – студентка 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрено историческое происхождение понятия предела в математике, а также его фундаментальное и прикладное значение.

Ключевые слова: предел функции, математический анализ, непрерывность

Идеи, близкие к понятию предела, можно найти еще в Древней Греции. Метод исчерпывания, используемый Евдоксом и Архимедом, позволял вычислять площади фигур, вписывая в них многоугольники с увеличивающимся числом сторон. Увеличивая число сторон n, погрешность измерения уменьшалась, и искомая площадь рассматривалась как предел, к которому стремится площадь вписанной фигуры [5].

В XVII веке с развитием физики и механики потребность в описании переменных процессов стала критической. Исаак Ньютон ввел понятие производных, рассматривая их как мгновенные скорости изменения величин. Готфрид Лейбниц заложил основы современного дифференциального и интегрального исчисления, оперируя бесконечно малыми величинами. Однако строгое логическое обоснование предела было дано лишь в XIX веке. Огюстен Коши первым дал чёткое определение предела, а Карл Вейерштрасс создал строгую теорию пределов, исключив интуитивные представления о движении [1].

Под пределом функции $f(x)$ в точке x_0 понимается величина A, к которой стремится значение функции при приближении аргумента к x_0 (рисунок1).

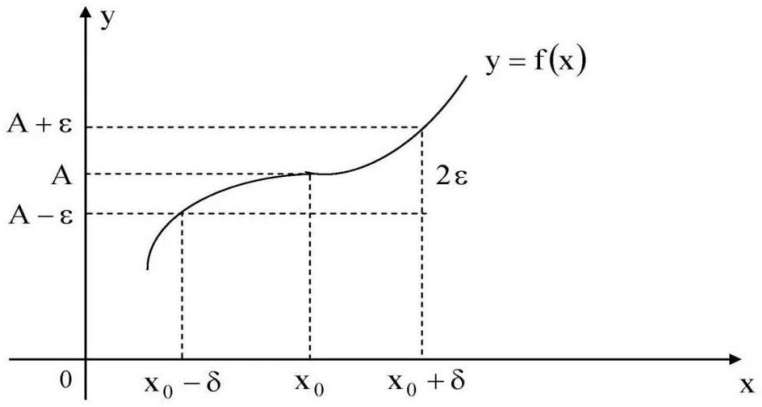


Рисунок 1 – Геометрическая интерпретация предела.

Если для любого $\varepsilon > 0$ можно найти такое $\delta > 0$, что для всех x, удовлетворяющих условию $0 < |x - x_0| < \delta$, значения $f(x)$ попадают в интервал $(A - \varepsilon;\ A + \varepsilon)$, то

$$\lim_{x \to x_0} f(x) = A$$

Пусть существуют конечные пределы:

$$\lim_{x \to a} f(x) = A$$

и

$$\lim_{x \to a} g(x) = B.$$

Тогда справедливы следующие свойства:

$$\lim_{x\to a} f(x) \pm g(x) = A + B \text{ ;} \quad (1)$$

$$\lim_{x\to a} f(x) \cdot g(x) = A \cdot B \text{ ;} \quad (2)$$

$$\lim_{x\to a} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{A}{B}, \text{ при } B \neq 0 \text{ , } \frac{A}{B} \not\equiv 0 \text{ ;} \quad (3)$$

$$\lim_{x\to a} C = C, \text{ где } C - const \text{ ;} \quad (4)$$

$$\lim_{x\to a} C \cdot f(x) = C \cdot A \text{ ;} \quad (5)$$

$$\lim_{x\to a} f(x)^n = A^n, \text{ где } n - \text{натуральное число;} \quad (6)$$

$$\lim_{x\to a} \sqrt[n]{f(x)} = \sqrt[n]{A}, \text{ если } A \geq 0 \text{ при четном } n. \quad (7)$$

Пределы являются фундаментом для определения производной, которая характеризует скорость изменения функции. Рассмотрим механический смысл: пусть материальная точка движется по закону $S(t)$. Её мгновенная скорость $v(t_0)$ в момент времени t_0 определяется как предел отношения приращения пути ко времени

$$v(t_0) = \lim_{\Delta t\to 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \lim_{t\to t_0} \frac{S(t)-S(t_0)}{t-t_0} \text{ .}$$

Это выражение является определением производной функции $S(t)$ в точке t_0:

$$v(t_0) = S'(t_0) \text{ .}$$

Пределы являются мощным математическим инструментом, который находит широкое применение в различных инженерных расчётах и технических задачах [2, 3, 4]. В расчётах прочности конструкций пределы используются для определения касательных напряжений. При анализе деформации тел важно учитывать предельные значения напряжений, которые могут возникнуть в материале. В электротехнических расчётах пределы помогают анализировать переходные процессы в электрических цепях. При решении инженерных задач численными методами также используются пределы. В механике и электротехнике пределы применяются при исследовании колебательных систем.

Происхождение понятия предела неразрывно связано с попытками человечества описать бесконечность и непрерывность. Из философской идеи предел превратился в строгий математический инструмент, без которого невозможны современная физика и инженерия [6].

Литература

1. Вейерштрасс, К. Избранные труды по анализу. – Москва : Изд-во АН СССР, 1987. – 356 с.

2. Гукасова, Е. В. Анализ математической грамотности / Е. В. Гукасова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология –

Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 25-26.

3. Гукасова, Е. В. Значение математических знаний и уровень владения математическим языком обучающихся 1 курса Вятского ГАТУ / Е. В. Гукасова, О. А. Казакова // Цифровая экономика и управление знаниями: проблемы и перспективы развития : сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции, Киров, 14 июня 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 102-105.

4. Гукасова, Е. В. Математическая грамотность студентов 1 курса Вятского ГАТУ / Е. В. Гукасова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 155-157.

5. История математики с древнейших времен до начала XIX столетия : в 3 т. / под редакцией А. П. Юшкевича. – Москва : Наука, 1970. – Т. 1–3.

6. Фарафонов, В. Г. О преподавании математики на инженерном факультете вятского ГАТУ / В. Г. Фарафонов, Е. В. Гукасова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 14 февраля 2022 года.. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – Вып. 22. – С. 145-150.

УДК 531.43

УСЛОВИЕ НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ КАТКА ПО ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Солодянкина М. В. – студентка 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрено условие необходимое для равномерного движения катка по горизонтальной поверхности.

Ключевые слова: цилиндрический каток, равновесие, качение, скольжение, уравнение

Цилиндрический каток (рисунок 1) радиусом R, сила тяжести которого $\overline{G}$, приводится в движение посредством силы $\overline{Q}$, приложенной к нити, намотанной на барабан катка радиусом r. Угол схода нити с барабана α, коэффициент трения качения δ, коэффициент сцепления катка с поверхностью качения $f_{сц}$. Освобождая каток от связи – поверхности движения, покажем ее действие на каток в виде нормальной реакции N, смещенной вперед по ходу движения катка на величину коэффициента трения качения δ, и горизонтальной реакции $F_{сц}$. Рассмотрим равновесие катка, находящегося под действием активных сил $\overline{G}$ и $\overline{Q}$, а также реакций связи $\overline{N}$ и $\overline{F}_{сц}$.

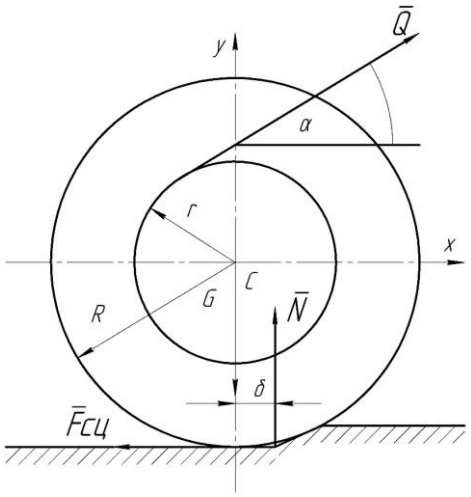


Рисунок 1 – Схема расстановки сил, действующих на каток

Запишем уравнения равновесия катка в проекциях на оси координат, показанных на рисунке 1. Уравнение моментов составим относительно центра катка С:

$$\sum_{k=1}^{n} F_{kx} = Q\cos\alpha - F_{сц} = 0; \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^{n} F_{ky} = Q\sin\alpha + N - G = 0; \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^{n} M_C(\bar{F}_k) = Qr + F_{сц}R - N\delta = 0. \quad (3)$$

Из первого уравнения системы уравнений равновесия найдем силу сцепления $F_{сц}$ и подставим ее в третье. Получим

$$Q(r + R\cos\alpha) - N\delta = 0. \quad (4)$$

Исключим из написанного уравнения нормальную реакцию N, найдя ее из второго уравнения системы уравнений равновесия:

$$N = G - Q\sin\alpha;$$
$$Q(r + R\cos\alpha) - G\delta + \delta Q\sin\alpha = 0.$$

Определим силу

$$Q = G\frac{\delta}{r+R\cos\alpha+\delta\sin\alpha}. \quad (5)$$

Подставим значение Q в первое уравнение системы, рассчитаем

$$F_{сц} = G\frac{\delta\cos\alpha}{r+R\cos\alpha+\delta\sin\alpha}. \quad (6)$$

Далее с учетом выражения для N найдем

$$N = G\frac{r + R\cos\alpha + \delta\sin\alpha - \delta\sin\alpha}{r + R\cos\alpha + \delta\sin\alpha} =$$
$$= G\frac{r+R\cos\alpha}{r+R\cos\alpha+\delta\sin\alpha}. \quad (7)$$

Определим максимальную силу сцепления по закону Кулона

$$F_{сц}^{max} = Nf_{сц} = f_{сц}G\frac{r+R\cos\alpha}{r+R\cos\alpha+\delta\sin\alpha}. \quad (8)$$

Каток будет катиться без скольжения, если имеет место неравенство или

$$F_{сц} \le F_{сц}^{max},$$
$$G\frac{\delta\cos\alpha}{r+R\cos\alpha+\delta\sin+} \le f_{сц}G\frac{r+R\cos\alpha}{r+R\cos\alpha+\delta\sin\alpha}.$$

Упрощая неравенство, получим условие качения катка без скольжения

$$\delta\cos\alpha \le (r + R\cos\alpha)f_{сц}. \quad (9)$$

Литература

1. Патент на полезную модель № 20941 U1 Российская Федерация, МПК F04D 17/04. Прямоточный диаметральный вентилятор : № 2001109905/20 : заявл. 11.04.2001 : опубл. 10.12.2001 / Н. П. Сычугов, В. Е. Саитов, С. М. Куклин ; заявитель Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN PVCQQU.

2. Патент на полезную модель № 18955 U1 Российская Федерация, МПК B07B 4/02, A01F 12/44. Зерноочистительная машина : № 2001101790/20 : заявл. 23.01.2001 : опубл. 10.08.2001 / В. Е. Саитов, С. М. Куклин ; заявитель Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN TLHMIS.
3. Авторское свидетельство № 1165456 A1 СССР, МПК B02B 1/02, B07B 4/00. Замкнутая пневмосистема зерноочистительной машины : № 3452750 : заявл. 14.06.1982 : опубл. 07.07.1985 / В. Д. Олейников, Н. И. Грабельковский, А. А. Гехтман [и др.] ; заявитель Головное специализированное конструкторское бюро по комплексу машин для послеуборочной обработки зерна в хозяйствах, кировский сельскохозяйственный институт. – EDN MCWVJW.
4. Регулирование скорости воздуха в пневмосепарирующем канале машины МПО-50 / С. М. Куклин, Н. П. Сыгугов, А. И. Бурков, Н. И. Одинцов // Методы и средства повышения эффективности процесов с.-х. машин : сборник научных трудов. – Ленинград, 1983. – С. 48-50.
5. Козлов, А. Н. Проблемы применения рапсового масла в качестве топлива для дизелей / А. Н. Козлов, Н. С. Анфилатова // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С. 43-49. – EDN WNBNNH.
6. . Козлов, А. Н. Сажеобразование в камере сгорания дизеля / А. Н. Козлов, М. И. Арасланов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016 года / Вып. 13. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – С. 175-182. – EDN WNIRTF.
7. Скрябин, М. Л. Исследование структур оксидных пленок на поршневых алюминиевых сплавах после микродугового оксидирования / М. Л. Скрябин // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2018. – № 12. – С. 572-576
8. Скрябин, М. Л. Изменение показателей процесса сгорания и показателей сажесодержания в зависимости от изменения частоты вращения дизеля 2Ч 10,5/12,0 / М. Л. Скрябин, А. С. Юрлов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения : сборник научных трудов. – Йошкар-Ола, 2016. – № 18. – С. 292-294.
9. Гребнев, А. В. Влияние применения природного газа на процесс сгорания дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха / А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин // Общество, наука, инновации (НПК - 2015) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : сборник материалов : Общеуниверситетская секция, БФ, ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ, Киров, 13–24 апреля 2015 года / Вятский государственный университет. – Киров : Вятский государственный университет, 2015. – С. 948-952. – EDN UIGXKR.
10. Гребнев, А. В. Динамическая модель горения капель дизельного топлива в цилиндре газодизеля / А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы I Всероссийской научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" и 54-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской ГСХА, посвященной 55-летию инженерного факультета, Киров, 06–07 февраля 2007 года.. – Киров : Вятская ГСХА, 2007. – Вып. 7. – С. 163-166. – EDN XGQLVH.
11. Фоминых, А. В. Перспективы применения биодизельного топлива / А. В. Фоминых, М. Д. Николаевский, В. Н. Копчиков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы VI Международной научно-практической конференции : сборник научных трудов, Киров, 05 февраля 2013 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2013. – Вып. 11. – С. 212-214. – EDN ZEBDPV.

УДК 631.362.3

ОБЗОР ДРОБИЛОК ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Стрелков Г. П. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен обзор основных типов дробилок, применяемых для измельчения зерновых культур в кормоприготовлении. Рассмотрены конструктивные особенности, принцип действия и технологические характеристики молотковых, роторных и вальцовых дробилок. Проведён сравнительный анализ преимуществ и недостатков каждого типа оборудования. Показано, что молотковые дробилки занимают доминирующее положение в технологических линиях по производству концентрированных кормов благодаря простоте конструкции, универсальности и надёжности в эксплуатации.

Ключевые слова: дробилка зерна, молотковая дробилка, роторная дробилка, вальцовый станок, измельчение зерна, фуражное зерно, комбикорм, гранулометрический состав

Измельчение зерновых культур является одной из ключевых операций в технологии приготовления концентрированных кормов для сельскохозяйственных животных. Степень и равномерность измельчения непосредственно влияют на усвояемость питательных веществ организмом животных и эффективность последующего смешивания компонентов комбикорма [7,13,20]. В современных условиях интенсивного животноводства возрастают требования к качеству и объёмам производства кормов, что обусловливает необходимость систематизации и критического анализа применяемых измельчающих машин.

Согласно зоотехническим требованиям, степень измельчения зерна должна различаться в зависимости от вида и возраста животных: для крупного рогатого скота допускается грубый и средний помол, для свиней — средний, для птицы — крупный помол с модулем 1,0–1,8 мм [8,14,16]. Несоответствие гранулометрического состава дерти этим требованиям снижает питательную ценность корма и повышает затраты на его производство.

Молотковые дробилки являются наиболее распространённым типом измельчающего оборудования в комбикормовой промышленности и хозяйствах. Рабочий орган машины — молотки, шарнирно закреплённые на быстровращающемся роторе. В процессе работы зерно подаётся в дробильную камеру, где подвергается ударному воздействию молотков, а также истиранию о деки и решётки. Размер получаемых частиц регулируется диаметром отверстий сменного решета [1,5,19].

По конструктивному исполнению молотковые дробилки подразделяются на машины с механической и пневматической подачей зерна. В механических дробилках зерно поступает в камеру под действием силы тяжести; в пневматических — засасывается воздушным потоком через загрузочный патрубок. Пневматическая схема позволяет совместить в одном агрегате операции загрузки сырья, измельчения и транспортировки готового продукта, что значительно упрощает компоновку технологических линий, хотя и требует несколько большего удельного расхода энергии [2,3,9,10,15,17].

К числу достоинств молотковых дробилок относятся: простота и компактность конструкции, высокая надёжность, возможность переработки зерна различных культур и влажности. Среди недостатков следует отметить неоднородность гранулометрического состава продукта — наличие как недоизмельчённых частиц, так и пылевидной фракции — а также интенсивный износ молотков и деки [4,11,12,18].

Исследования взаимодействия частиц зернового материала с рабочими органами молотковых дробилок показывают, что наибольшая вероятность угла подлёта частиц к деке составляет 6–13°. С учётом данного параметра оптимальный угол рабочей грани рифа деки относительно торцевой стенки дробильной камеры должен составлять 77–84° [4].

Роторные дробилки (иначе называемые пневматическими, или дробилками закрытого типа) отличаются от молотковых конструкцией ротора: на нём жёстко закреплены лопатки,

взаимодействующие с ситом по внутренней поверхности камеры. Зерно увлекается вращающимся ротором, разгоняется центробежными силами и измельчается в пространстве между лопатками и ситом. Частицы, достигшие необходимого размера, проходят через ячейки сита и выгружаются из дробилки [6].

Роторные дробилки обладают компактностью и меньшей массой по сравнению с молотковыми при одинаковой мощности привода. Конструкция рабочего органа проще и обеспечивает более высокую износостойкость: лопатки служат до двух лет при активной эксплуатации. Вместе с тем производительность роторных дробилок при равной мощности несколько ниже, чем у молотковых машин, что ограничивает их применение на крупных предприятиях.

Вальцовые станки основаны на принципе раздавливания и истирания зерна между двумя вращающимися навстречу цилиндрическими вальцами с рифлёной поверхностью. Данный тип оборудования получил широкое распространение на мукомольных предприятиях, однако применяется и в производстве комбикормов, когда требуется получение продукта с более выровненным фракционным составом, чем обеспечивают молотковые дробилки.

Преимуществом вальцовых станков является высокая однородность помола и относительно низкая удельная энергоёмкость по сравнению с ударным измельчением. К недостаткам относятся: сложность конструкции, необходимость точной настройки межвальцового зазора, чувствительность к загрязнению зерна твёрдыми включениями и меньшая универсальность в отношении обрабатываемых культур.

Сравнительная оценка качества измельчения зерновых на различных типах дробилок показывает, что молотковые дробилки при всех своих недостатках обеспечивают высокую производительность и универсальность, что делает их незаменимыми в условиях крупных животноводческих комплексов. Для малых и средних хозяйств роторные дробилки могут быть предпочтительнее ввиду их компактности и простоты обслуживания.

Оценка эффективности молотковых дробилок по комплексному показателю, учитывающему удельную металлоёмкость и удельные энергозатраты, показала диапазон его значений от 0,1 до 2,22 (кВт·ч·т·м)/т для машин различной производительности: от малых (до 1 т/ч) до высокопроизводительных (свыше 10 т/ч). Меньшее значение данного показателя соответствует более эффективной конструкции.

Современные тенденции в совершенствовании зернодробилок направлены на разработку новых конструкций рабочих органов, снижение удельного расхода электроэнергии, повышение равномерности гранулометрического состава дерти и увеличение ресурса работы режущих элементов. Перспективными направлениями считаются центробежно-роторные измельчители, обеспечивающие удельную энергоёмкость процесса в 1,5–2,0 раза меньше, чем у традиционных молотковых дробилок при соблюдении зоотехнических требований к качеству помола.

Литература

1. Патент на полезную модель № 96343 U1 Российская Федерация, МПК B02C 13/12. молотковая дробилка : № 2009115383/22 : заявл. 22.04.2009 : опубл. 27.07.2010 / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, А. А. Зыкин ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования (ФГОУ ВПО) Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN FTODBT.

2. Исследование рабочего процесса безрешетной молотковой дробилки фуражного зерна / В. Р. Алешкин, Р. Н. Баранов, В. С. Фуфачев, А. А. Бажин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2009 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – Вып. 9. – С. 8-11. – EDN FUPIMR.

3. Баранов, Н. Ф. Оптимизация рабочего процесса молотковой дробилки / Н. Ф. Баранов, Л. А. Лопатин, В. С. Фуфачев // Энергосберегающие агротехнологии и техника для северного земледелия и животноводства. – 2018. – С. 153-159.
4. Баранов, Н. Ф. Исследование взаимодействия частиц с рабочими органами молотковой дробилки / Н. Ф. Баранов, В. Г. Фарафонов, Л. А. Лопатин // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 4 (83). – С. 20–32.
5. Баранов, Н. Ф. Оптимизация рабочего процесса дробилки ДКР-3 с жалюзийным сепаратором / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, А. Г. Сергеев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции, "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2009. – С. 33-38.
6. Булатов, С. Ю. Результаты оценки качества измельчения зерновых дробилкой ДЗМ-6 / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Е. Шамин // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 3 (106). – С. 21–36.
7. Булатов, С. Ю. Повышение эффективности рабочего процесса малогабаритного комбикормового агрегата путём совершенствования системы загрузки и очистки фуражного зерна : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Булатов Сергей Юрьевич. – Киров, 2011. – 170 с. – EDN QFEXZB.
8. Власенко, Д. А. Исследование прочностных характеристик рабочих органов роторной молотковой дробилки / Д. А. Власенко, В. П. Долгих // Сталь. – 2021. – № 10. – С. 35-39.
9. Власенко, Д. А. Оценка эффективности молотковой дробилки с комбинированными способами подвеса молотков на роторе / Д. А. Власенко // Сталь. – 2023. – № 8. – С. 41-45.
10. ГОСТ 28098-89. Дробилки кормов молотковые. Общие технические условия. – Москва : Издательство стандартов, 1989. – 12 с.
11. Коношин, И. В. Повышение эффективности рабочего процесса молотковых дробилок закрытого типа / И. В. Коношин, А. В. Звеков // Агротехника и энергообеспечение. –2014. – № 1 (1). – С. 165–174.
12. Миронов, К. Е. Оценка равномерности измельчения зерна / К. Е. Миронов // Вестник Вятской ГСХА. – 2018. – № 2. – С. 12–17.
13. Неменущая, Л. А. Перспективные направления технологического оснащения производства комбикормов / Л. А. Неменущая // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 5 (287). – С. 25-29.
14. Палкин, А. В. Повышение эффективности функционирования молотковой безрешетной дробилки кормов : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Палкин Алексей Валентинович. – Киров, 2000. – 160 с. – EDN QDIPZH.
15. Патент № 2477180 C2 Российская Федерация, МПК B02C 13/04. молотковая дробилка : № 2011118003/13 : заявл. 04.05.2011 : опубл. 10.03.2013 / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, Р. Н. Баранов, А. Г. Сергеев ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Вятская государственная сельскохозяйственная академия (ФГОУ ВПО ВГСХА). – EDN ZITWCK.
16. Поярков, М. С. Совершенствование рабочего процесса молотковых дробилок с жалюзийными сепараторами при одно- и двухступенчатом измельчении зерна : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Поярков Михаил Сергеевич. – Киров, 2001. – 253 с. – EDN QDJNUD.
17. Савиных, П. А. Молотковые зернодробилки: классификация и методика оценки эффективности / П. А. Савиных, К. Е. Миронов // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 5 (60). – С. 84–97.

18. Созонтов, А. В. Исследование и оптимизация рабочего процесса дробилки зерна ударного действия / А. В. Созонтов, Л. А. Лопатин // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 10 (89). – С. 31–46.
19. Фуфачев, В. С. Исследование воздушного режима дробилки при подключении в сеть пневмосепаратора / В. С. Фуфачев, С. Ю. Булатов, А. А. Зыкин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы Международной научно-практической конференции, "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2009. – С. 29-32.
20. Обоснование направления совершенствования конструкций дробилок зерна / В. Е.Чуйков, В. В. Коновалов, М. В. Донцова, С. С. Петрова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3. – С. 45-55.

УДК 630.36

ОБЗОР РУБИТЕЛЬНЫХ МАШИН: КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Стрелков Г. П. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен обзор современных рубительных машин, применяемых для измельчения древесины и древесных отходов в технологическую или топливную щепу. Рассмотрены основные типы машин — дисковые, барабанные, роторные и молотковые дробилки. Проведён сравнительный анализ конструктивных особенностей, производительности, ограничений и областей применения каждого типа. Выявлены ключевые технические параметры выбора оборудования в зависимости от вида и объёма перерабатываемого сырья. Приведена ориентировочная экономическая оценка эффективности использования рубительных машин на предприятиях лесопромышленного комплекса.

Ключевые слова: рубительная машина, щепа, дисковая рубилка, барабанная рубилка, роторный измельчитель, молотковая дробилка, лесопереработка, биоэнергетика

Рубительные машины предназначены для дробления древесины и древесных отходов — веток, кусков древесины, горбыля и пр. — в технологическую или топливную щепу [1-5]. Они широко применяются в лесозаготовке (переработка хлыстов и сучьев), деревообработке (подготовка сырья для плит ДСП/ДВП), коммунальной сфере (измельчение ветровалов, веток) и биоэнергетике (щепа для котлов и пеллетных линий). Основные типы рубильных машин — дисковые, барабанные, роторные и молотковые дробилки [6-9].

Целью данной работы является систематизация сведений о конструкции и характеристиках рубительных машин различных типов для обоснованного выбора оборудования под конкретные производственные задачи.

Дисковые рубительные машины представляют собой горизонтальный диск с ножами, вращающийся с высокой угловой скоростью. Загружаемый материал срезается ножами, длина щепы регулируется выступанием ножей. Дисковые машины просты по конструкции, имеют наименьшую металлоёмкость и хорошо подходят для измельчения веток и пиломатериалов диаметром до 150–300 мм [10,11]. К недостаткам относятся ограниченный диаметр входного патрона и относительно невысокая производительность по сравнению с барабанными аналогами.

Барабанные рубительные машины оснащены массивным ротором (барабаном) с рядами ножей. Материал поступает под вращающийся барабан и измельчается; щепа выталкивается наружу. Барабанные машины перерабатывают более грубое сырьё — круглую древесину и крупные обрезки диаметром до 350–500 мм — благодаря широкому приёмному окну [12-15]. Они обеспечивают высокую производительность (десятки и сотни м³/ч), однако качество щепы несколько ниже: неоднородность фракционного состава требует применения грохотов.

Роторные измельчители используют массивный вал с зубьями или лопастями. Они достигают рекордной производительности (сотни т/ч) и способны перерабатывать крупные брёвна, корни и пни. Мобильная роторная дробилка с двигателем 315 кВт обеспечивает порядка 100 м³/ч щепы из ветвей [16]. Крупные роторные машины очень энергоёмки, тяжёлы и дороги, однако демонстрируют высокую надёжность при интенсивной эксплуатации.

Молотковые дробилки имеют барабан с шарнирно подвешенными молотками и сито в корпусе, работают на высоких оборотах (до 1000 об/мин) и измельчают древесину в мелкую фракцию — опилки и «мелочь» для пеллетных линий. Требуют предварительно нарубленного сырья; потребляют значительное количество энергии, зато обеспечивают фракцию 1–5 мм, необходимую для производства пеллет и брикетов.

Ключевыми техническими параметрами при выборе рубительной машины являются: мощность привода, производительность (м³/ч или т/ч), максимальный диаметр входного материала и выходная фракция щепы. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики основных типов рубильных машин.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики типов рубительных машин

Тип машины	**Мощность, кВт**	**Производительность**	**Макс. диаметр входа**	**Фракция щепы**
Дисковые	5–150	1–30 м³/ч	до 300 мм	5–25 мм
Барабанные	50–500	20–200 м³/ч	до 500 мм	10–50 мм
Роторные	150–1000+	50–300 м³/ч	до 1000 мм	20–100 мм
Молотковые	50–500	1–20 м³/ч	до 100 мм	1–5 мм

Выбор типа рубительной машины определяется задачей: дисковые машины предпочтительны для малых объёмов и лёгких задач, барабанные — для универсальной переработки отходов и круглого леса широкого диаметра, роторные — для высокопроизводительных операций с крупным сырьём, молотковые — для получения мелкой фракции на пеллетных линиях [10,12,14].

К ведущим производителям рубительного оборудования относятся Bruks (Швеция), Heinola и Farmi (Финляндия), Vecoplan и Doppstadt (Германия), Morbark и Bandit (США), а также отечественные заводы — Петрозаводскмаш (серия МР) и ряд белорусских предприятий.

Экономическая эффективность применения рубительных машин определяется соотношением капитальных и эксплуатационных затрат к доходу от реализации щепы. Дизельные агрегаты потребляют 15–30 л топлива в час при средней загрузке, электропривод обходится дешевле при наличии трёхфазного питания. Расчёты показывают, что при объёме переработки 5 000 м³ в год срок окупаемости стационарной установки стоимостью около 5 млн руб. составляет менее одного года при цене щепы 5 000 руб./т.

Таким образом, рубительные машины занимают ключевую роль в технологическом оборудовании лесопромышленного комплекса. Знание конструктивных особенностей и эксплуатационных характеристик каждого типа позволяет обоснованно выбирать оборудование под конкретные производственные условия с учётом требований к качеству щепы, объёму переработки и допустимым энергозатратам.

Литература

1. Азаров, В. Б. Оборудование лесопромышленных производств: учебник / В. Б. Азаров, М. Д. Мазуркин. – Москва : Инфра-Инженерия, 2019. – 456 с.
2. Баранов, Н. Ф. Влияние конструктивных технологических факторов на энергетические показатели рубительной машины / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – 2014. – С. 67-72.
3. Баранов, Н. Ф. Обоснование параметров ножевого режущего аппарата / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение". – 2016. – С.87-90.
4. Баранов, Н. Ф. Расчет параметров режущего аппарата / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энерге-тики : материалы

XVI Международной научно–практической конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 184-187.
5. Баранов, Н. Ф. Определение силы затягивания материала ножом рубительной машины / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 1. – С. 70-75.
6. Баранов, Н. Ф. Влияние скорости резания и направления подачи материала на эффективность работы рубительной машины / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин // Инновации в условиях импортозамещения в сельском хозяйстве России : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Киров : Вятская ГСХА, 2015. – С. 4-8.
7. Машины для измельчения кусковых отходов древесины / Э. О. Булатасов, В. П. Попов, В. Г. Коротков [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – С. 1156–1164.
8. Вихарев, С. Н. Рубительные машины. Теория. Конструкция. Расчет : методические указания / С. Н. Вихарев, Е. Н. Степанова. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. – 38 с.
9. ГОСТ 15815-83. Щепа технологическая. Технические условия. – Москва : Издательство стандартов, 1983. – 12 с.
10. Коваль, П. В. Анализ конструктивных особенностей рубительных машин для переработки низкокачественной древесины / П. В. Коваль // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2021. – Т. 9, № 2 (53). – С. 112-119.
11. Малюков, С. В. Анализ конструкций и режимов работы дисковых рубительных машин / С. В. Малюков, А. А. Аксенов, М. А. Малюкова // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 11, № 4. – С. 57–72.
12. Патент № 2563154 C1 Российская Федерация, МПК B27L 11/02. Рубительная машина : № 2014124772/13 : заявл. 17.06.2014 : опубл. 20.09.2015 / Н. Ф. Баранов, В. С. Фуфачев, И. В. Ступин ; заявитель Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Вятская государственная сельскохозяйственная академия" (ФГБОУ ВПО ВГСХА). – EDN ZFKKTR.
14. Петров, А. Н. Повышение эффективности процесса измельчения древесных отходов / А. Н. Петров // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26, № 4. – С. 78-85.
15. Пименов, А. А. Мобильные рубительные машины: тенденции развития и оценка эффективности / А. А. Пименов // Инновации в лесном комплексе : сборник материалов Всероссийской конференции. – Красноярск : СибГУ им. М .Ф. Решетнева, 2023. – С. 145-149.
16. Справочник по лесопилению / под редакцией Ю. А. Ширнина. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2020. – 312 с.

УДК 621.22-253

ВЛИЯНИЕ ПРОФИЛЯ ЛОПАСТИ МОЛОЧНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА НА ВЕЛИЧИНУ НАПОРА

Суслов А. Д. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор насосов и их конструктивные параметры рабочих колес, способствующих увлечению напора.

Ключевые слова: водоснабжение, установка, вода, системы, напор

Насос представляет собой энергетическую машину, в которой механическая энергия привода преобразуется в гидравлическую энергию жидкости. Чаще всего насосы используют для подъема и перемещения жидкости.

Насосы, в которых преобразование энергии основано на силовом взаимодействии лопастной системы и перекачиваемой жидкости, называются лопастными. В зависимости от характера силового взаимодействия и направления потока лопастные насосы разделяют на центробежные и осевые. В центробежных насосах поток жидкости имеет в области лопастного колеса радиальное направление и перемещается главным образом в поле действия центробежных сил.

Основной частью лопастного насоса является вращающееся рабочее колесо, снабженное лопастями. Энергия от рабочего колеса передается жидкости путем динамического взаимодействия лопастей колеса с обтекающей их жидкостью. К лопастным насосам относятся центробежные и осевые насосы [1-4].

Следует отметить, что в современных конструкциях насосов направляющие аппараты применяют редко, так как они усложняют конструкцию и увеличивают её габариты. Лопастной направляющий аппарат, кроме того, суживает область режимов с высоким КПД.

Корпус изготавливают литой, причём по мере раскрытия спирали может возрастать и его ширина. Разъём делают по вертикальной или горизонтальной плоскости т.е. в плоскости вращения колеса или в плоскости, нормальной к ней.

Для уменьшения зазора между всасывающим патрубком корпуса и колесом устраивают лабиринтное уплотнение или даже применяют сальники. Этим уменьшают обратную циркуляцию жидкости внутри насоса («короткое замыкание»), понижающую КПД насоса.

Назначением рабочего колеса является передача жидкости энергии от двигателя. Рабочее колесо центробежного насоса состоит из ведущего и ведомого (обода) диска, между которыми находятся лопатки, изогнутые, как правило, в сторону, противоположную направлению вращения колеса. Ведущим диском рабочее колесо крепится на валу.

На выходе из рабочего колеса лопатки могут быть изогнуты по направлены по направлению вращения назад $\beta_2<90^0$ или вперед $\beta_2>90^0$, либо оканчиваться радиально $\beta_2=90^0$ (рисунок 1).

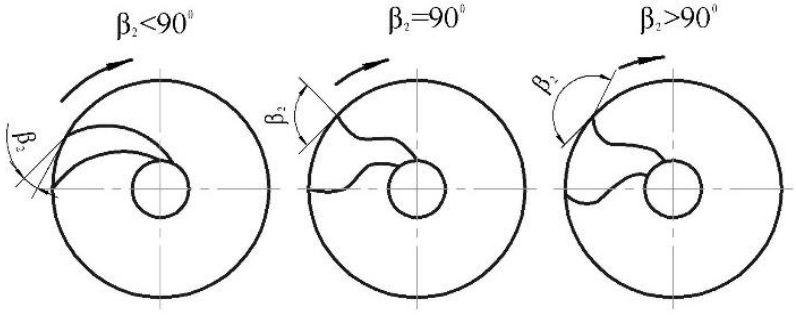


Рисунок 1 – Формы лопаток центробежного насоса

Из рисунка 2 следует, что у рабочих колес с радиальными и изогнутыми вперед лопатками канал между последними получается коротким и с большим углом расширения, вследствие чего гидравлические потери в них значительно больше, чем в колесах с лопатками, изогнутыми назад.

При вращении рабочего колеса частицы жидкости движутся вдоль лопастей. Вращаясь вместе с рабочим колесом, они приобретают окружную скорость u, а перемещаясь вдоль лопастей, приобретают относительную скорость c.

Известно, что энергия, переданная рабочим колесом единице веса проходящей через него жидкости, называется теоретическим напором $H_т$ [1].

Согласно формуле Эйлера теоретический напор лопастного насоса равен [2]:

$$H_т = \frac{u_2 \cdot c_2 \cdot \cos\alpha_2 - u_1 \cdot c_1 \cdot \cos\alpha_1}{g}, \quad (1)$$

где u_1 и u_2 – соответственно окружная скорость на входе и на выходе рабочего колеса, м/с;

c_1 и c_2 – соответственно абсолютная скорость на входе и на выходе рабочего колеса, м/с;

α_1 и α_2 – соответственно угол между абсолютной и окружной скорости на входе и на выходе рабочего колеса.

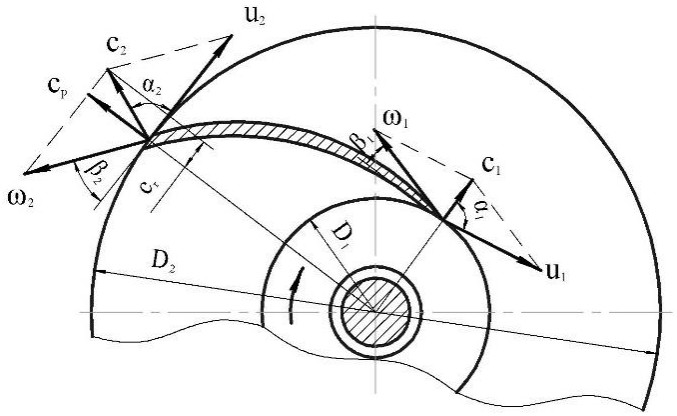


Рисунок 2 – Распределение скорости жидкости в рабочем колесе

Каждая форма лопастей имеет соответствующий треугольник скоростей на выходе. Из рисунка 2 видно, что при одинаковых частотах вращения и размерах колёс лопасти, загнутые назад, 1 сообщают жидкости сравнительно небольшую абсолютную скорость c_2, а загнутые вперёд 3 – большую скорость c_2.

При больших выходных скоростях жидкости увеличиваются гидравлические потери в насосе. В связи с этим насосы, имеющие колёса с загнутыми вперёд лопастями, обладают более низкими КПД, чем при загнутых назад лопастях. Каналы между загнутыми назад лопастями более плавные и меньше искривлены, чем каналы между лопастями, загнутыми вперёд. Поэтому в первых лопастях преобразование энергии сопровождается меньшими потерями.

Теоретический напор при $\alpha_1=90^0$ в соответствии с формулой (1) равен:

$$H_т = \frac{u_2 \cdot c_2 \cdot \cos\alpha_2}{g}, \quad (2)$$

Используя теорему косинусов к треугольникам скоростей для лопастных насосов [2], получаем выражение теоретического напора в виде

$$H_т = \frac{u_2}{g} \cdot (u_2 - c_р \cdot \mathrm{ctg}\beta_2). \quad (3)$$

При лопасти, отогнутой назад, $\beta_2<90^0$. Поэтому из выражения (4) следует:

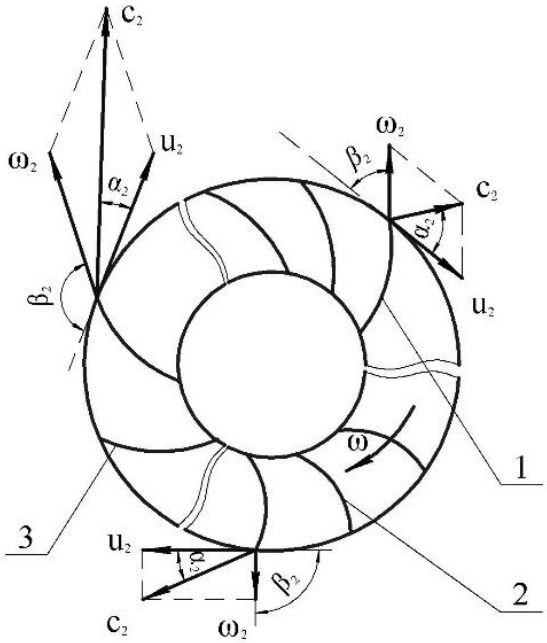
$$H_т < \frac{u_2^2}{g}. \quad (4)$$

Лопасти, заканчивающиеся радиально, имеют прямой угол выхода $\beta_2=90^0$. Теоретический напор в этом случае

$$H_т = \frac{u_2^2}{g}. \quad (5)$$

Лопасти, загнутые вперёд, имеют угол выхода $\beta_2>90^0$, поэтому

$$H_т > \frac{u_2^2}{g}. \quad (6)$$



1 – лопасть загнутая назад; 2 – лопасть заканчивающаяся радиально; 3 – лопасть загнутая вперёд

Рисунок 3 – Формы лопастей рабочего колеса

Из приведённых соотношений следует, что загнутые вперёд лопасти создают наибольший теоретический напор. Наименьший напор создают лопасти, отогнутые назад. Таким образом в современных центробежных насосах величина входного угла лопастей β_1 принимается равной $15\text{-}50^0$, чтобы обеспечить безударный подвод жидкости на лопасти. Рабочие колёса почти всегда оборудуются лопастями, отогнутыми назад. Угол выхода лопастей изменяется в пределах $\beta_2=14\text{-}60^0$.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Исследование влияния конструктивных параметров смесительной установки на показатели качества смеси / П. Н. Солонщиков, П. А. Савиных. – DOI 10.51794/27132064-2022-2-98 // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 2(46). – С. 98-103. – EDN MSJKWO.

2. Мохнаткин, В. Г. Энергетическая и экономическая эффективность установки для приготовления жидких кормовых смесей / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2014 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – Вып. 15. – С. 199-205. – EDN XDIOWT.

3. Программа управления системой дозирования сухих сыпучих компонентов комбикорма / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Н. Пронин [и др.]. – DOI 10.31857/S2500208224010187 // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 1. – С. 82-88. – EDN FMPJZS.

4. Патент на полезную модель № 140131 U1 Российская Федерация, МПК B02C 9/00. Дробилка с пневматической загрузкой материала : № 2013140549/13 : заявл. 02.09.2013 : опубл. 27.04.2014 / П. А. Савиных, В. Н. Нечаев, С. Ю. Булатов ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородский государственный инженерно-экономический институт (НГИЭИ). – EDN PNNMXR.
5. Булатов, С. Ю. Исследование процесса дозирования компонентов комбикорма шнеком ДШ-100 / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Г. Сергеев. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-10-36-40 // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 10 (292). – С. 36-40. – EDN PDGNKY.
6. Патент № 2374837 C1 Российская Федерация, МПК A01K 5/02. Устройство для внесения жидких добавок в сухие корма : № 2008124621/12 : заявл. 16.06.2008 : опубл. 10.12.2009 / В. В. Коновалов, В. П. Терюшков, А. С. Калиганов ; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN ROJPJF.
7. Борисова, М. В. Аналитическое описание показателей работы смесителя сыпучих материалов с винтовыми лопастями / М. В. Борисова, В. В. Новиков, В. В. Коновалов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 69-78. – EDN YZMYXZ.

УДК 621-57

ВЫПАРИВАТЕЛИ

Сысин В. М. – обучающийся института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Выпаривание — это процесс удаления воды из продукта путём доведения её до кипения. Выпарные установки применяют в пищевой, косметической, фармацевтической и химической промышленности. Они используются для удаления влаги из различных жидких продуктов: молока, сока, сахарных сиропов, белковых растворов, жирных эмульсий и других.

Ключевые слова: выпариватели, выпаривание, выпарные аппараты с атмосферным давлением, вакуумные выпарные установки, роторно-пленочные испарители

Выпариватели для предприятий — это оборудование, которое используется для концентрирования жидких растворов путём частичного удаления жидкости испарением.

Выпа́ривание, процесс частичного удаления растворителя из раствора при нагревании. Выпаривание применяют для концентрирования растворов, выделения растворённого вещества (в производстве пластмасс, солей и пр.), получения чистого растворителя (в том числе обессоленной воды для бытовых и технических нужд), концентрирования эмульсий и суспензий (в целлюлозно-бумажном производстве, при концентрировании молока и пр.). Чаще всего выпариванию подвергают водные растворы нелетучих или малолетучих веществ. Выпаривание – один из древнейших способов разделения жидких смесей с использованием теплоты; процесс, в частности, применялся в солеварнях для выделения поваренной соли из растворов.

Выпаривание происходит благодаря подводу теплоты [1-5] извне (чаще всего теплоносителем служит водяной пар давлением до 1,2 МПа, называемый греющим или первичным) и непрерывному удалению вторичного пара, образующегося при нагревании раствора. Движущая сила выпаривания – разность между температурами греющего пара и кипящего раствора, т. н. полезная разность температур. Она всегда меньше разности температур первичного и вторичного паров, т. к. раствор кипит при более высокой температуре, чем чистый растворитель. Разность между температурой кипения раствора и температурой кипения растворителя, называемая температурной или физико-химической депрессией, определяется химической природой раствора и часто достигает больших (до 90 °С и более) значений, возрастая с увеличением концентрации и внешнего давления. Температура кипения раствора повышается также из-за более высокого давления в растворе, чем в паровом пространстве; одна из главных причин повышения давления – гидростатическое давление раствора (т. н. гидростатическая депрессия).

Для проведения процесса применяют выпарные аппараты, работающие под атмосферным и избыточным (до 0,6 МПа) давлением или разрежением (до 0,008 МПа). Выпарные аппараты для паросиловых установок, опреснительных установок атомных электростанций и холодильных агрегатов часто называют испарителями. В зависимости от способа нагревания концентрируемого раствора выпарные аппараты делятся на поверхностные (теплота передаётся от теплоносителя через стенку аппарата) и контактные (теплопередача осуществляется при непосредственном соприкосновении теплоносителя с раствором).

Области применения оборудования:

Энергоэффективные выпарные аппараты могут быть использованы в целом ряде отраслей экономики:

Машиностроение и металлообработка: локальная очистка сточных вод машиностроительных предприятий, в т.ч. промывных вод и рабочих растворов гальванических производств.

Пищевая промышленность и производство напитков: концентрирование жидких отходов пищевой промышленности, в сахарной промышленности и пр. бытовой химии

Энергетическая промышленность - концентрирование высокоминерализованных стоков с получением обессоленного дистиллята (например, концентрат обратного осмоса после очистки сточных вод, производства минеральных удобрений, солей, обессоливания морской воды и т.д.)

Производство удобрений

Горнодобывающая промышленность и металлургия - опреснение шахтных вод с получением пресной воды и товарных солевых продуктов и пр

Парфюмерно-косметическая промышленность

Химическая промышленность - выпарные установки и кристаллизаторы для различной неорганической и сельскохозяйственной продукции. Применение варьируются от различных сбросов промышленных отходов до высокой прибавочной стоимости химической продукции

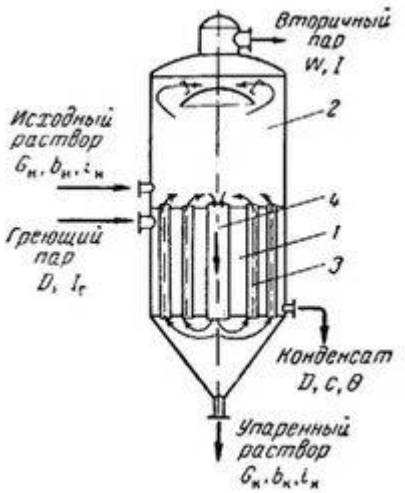
Предприятия других отраслей промышленности, например, производство пигментов и красителей, концентрирование и обессоливание минерализованных концентратов после мембранного обессоливания, солей, обессоливания морской воды и т.д.

Для предприятий используются выпарные аппараты с атмосферным давлением, вакуумные выпарные установки и роторно-плёночные испарители.

Выпарные аппараты с атмосферным давлением

Применяются для выпаривания растворов, которые не требуют работы при пониженном давлении. Некоторые конструкции таких аппаратов:

- С естественной циркуляцией. Раствор циркулирует под действием силы тяжести за счёт разности плотностей в различных точках аппарата.
- С принудительной циркуляцией. Обеспечивается с помощью насосов, мешалок или подачи пара, а также вращением или вибрацией частей аппарата.
- Прямоточные. Раствор выпаривается за один проход и движется в виде тонкой плёнки.



Вакуумные выпарные установки

Создают условия для испарения жидкости при пониженном давлении, что позволяет проводить процесс при низких температурах. Используются в пищевой, химической и фармацевтической промышленности для концентрирования растворов, удаления растворителей и других процессов.

Некоторые типы вакуумных выпарных установок:

- Шаровые. Представляют собой многослойную ёмкость с теплообменной рубашкой и приводом-мешалкой.

- Трубчатые. Поверхность нагрева — пучок тонких кипятильных трубок и циркуляционная труба. Выпариваемая жидкость кипит в трубках, пар увлекает за собой часть сырья.
- С естественной и принудительной циркуляцией. Естественное перемещение жидкости происходит за счёт отличающейся плотности среды в зоне кипения и в сепараторе, принудительная циркуляция обеспечивается насосом.

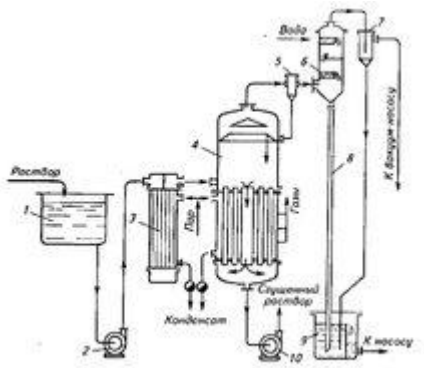
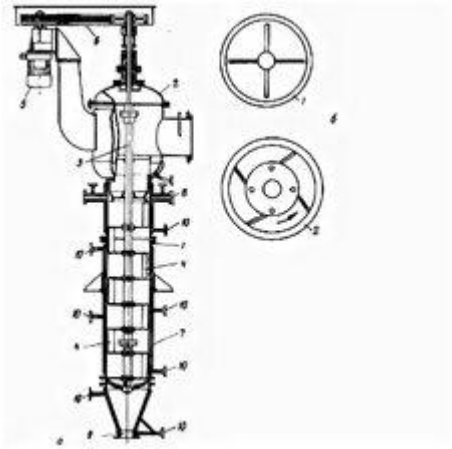


Рис. 26.2. Схема однокорпусной вакуумной выпарной установки

Роторно-пленочные испарители

Предназначены для приготовления концентрированных продуктов путём интенсивного выпаривания исходного сырья. Работают по принципу: жидкость движется по поверхности корпуса в виде плёнки под действием силы тяжести и динамического воздействия ротора. Вращающиеся лопасти создают в плёнке вихревые структуры, которые ускоряют тепло-массообменные процессы.

Роторно-плёночные испарители используются, например, для производства сгущённого молока, фруктовых и овощных пюре, концентрированных соков.



Литература

1. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 16-4. – С. 170-173. – EDN QIPLVD.
2. Лиханов, В. А. Сгорание, тепловыделение и образование оксидов азота в дизеле, работающем на альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – 173 с. – ISBN 978-5-6045024-5-7. – EDN TBGZKI.
3. Лиханов, В. А. Исследование скоростного режима дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – № 1 (61). – С. 12. – EDN XEQEDT.
4. Лиханов, В. А. Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения оксидов азота в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 408 с. – EDN YPVGZN.

УДК 331.45

ОСОБЕННОСТИ ТРУДОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ТРУДА ЖЕНЩИН

Сюзев Д. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассматриваются общие требования к условию труда женщин.
Ключевые слова: охрана труда женщин, требования к трудовому процессу, условия труда женщин в период беременности

Правовое регулирование трудовых и непосредственно связанных с ними отношений исходит из общепризнанных принципов и норм международного права и осуществляется в соответствии с Конституцией РФ. Целью такого регулирования является создание благоприятных и справедливых условий труда, обеспечивающих равенство прав и возможностей работников, в том числе право каждого работника на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены; на ограничение рабочего времени; предоставление ежедневного отдыха, выходных и праздничных дней, оплачиваемого ежегодного отпуска; на заработную плату, позволяющую вести достойное человека существование ему самому и его семье, и др [1,2,3,4,5,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14].

Законодательством установлены специальные нормы по охране отдельных категорий работников. Так, женщины имеют право на следующие дополнительные гарантии по охране труда:

Ограничивается применение труда женщин на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на подземных работах, за исключением нефизических работ или работ по санитарному и бытовому обслуживанию. Перечень тяжёлых работ и работ с вредными условиями труда, на которых запрещается применение труда женщин, утвержден Постановлением Правительства РФ от 25.02.2000 № 162 «Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин».

Постановлением Правительства РФ № 105 от 6 февраля 1993 года для женщин установлен предел переноски и передвижения тяжестей: постоянно в течение рабочей смены - 7 кг; при чередовании с другой работой (до 2-х раз в час) - 10 кг. Допустимые величины физических нагрузок для беременных женщин установлены СанПиН 2.2.0.555-96 «Гигиенические требования к условиям труда женщин»: подъём и перемещение тяжестей при чередовании с другой работой (до 2-х раз в час) -2,5кг; подъём и перемещение тяжестей постоянно в течение рабочей смены - 1,25 кг; суммарная масса грузов, перемещаемая в течение каждого часа на расстояние до 5 м (допускается с рабочей поверхности) - 60 кг; суммарная масса грузов, перемещаемая за 8-часовую рабочую смену (допускается с рабочей поверхности) - 480 кг.

Нормирование трудовых нагрузок на женщин должно проводиться с учетом анатомо-физиологических и психологических возможностей женского организма и обеспечивать физиологические нормативы тяжести труда.

Женщины, работающие в производстве, должны быть обеспечены спецодеждой, обувью и защитными приспособлениями в соответствии с действующими типовыми нормами.

При несоответствии условий труда допустимым нормативам планирование и осуществление мероприятий по их оздоровлению необходимо проводить в первую очередь на рабочих местах и в профессиях, занимаемых женщинами детородного возраста и имеющими отклонения в состоянии здоровья.

На рабочих местах женщин устанавливаются оптимальные или допустимые параметры микроклимата. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при

минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для сохранения высокого уровня работоспособности в течение рабочей смены. Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать требованиям Санитарных правил и норм «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый период года. Микроклимат следует считать вредным и опасным, если на рабочих местах не обеспечены допустимые величины его показателей.

Все женщины - работницы со дня установления у них беременности должны быть взяты под тщательное диспансерное наблюдение с обязательным трудоустройством в ранние сроки на работу, не связанную с воздействием вредных производственных факторов на весь период беременности и лактации.

Технологические процессы и оборудование, предназначенные для труда беременных женщин, не должны быть источником повышенных уровней физических, химических, биологических и психофизиологических факторов. При выборе технологических операций для их труда следует предусматривать такие величины физических нагрузок, которые являются допустимыми для беременных.

Беременные женщины не должны выполнять производственные операции, связанные с подъемом предметов труда выше уровня плечевого пояса, подъемом предметов труда с пола, преобладанием статического напряжения мышц ног и брюшного пресса, вынужденной рабочей позой (на корточках, на коленях, согнувшись, упором животом и грудью в оборудование и предметы труда), наклоном туловища более 15 град. Для беременных женщин должны быть исключены работы на оборудовании, использующем ножную педаль управления, на конвейере с принудительным ритмом, работы, сопровождающиеся нервно-эмоциональным напряжением.

Технологические операции, подходящие для выполнения беременными женщинами, выбираются из числа имеющихся на предприятии (или не свойственных данному предприятию), при условии, что они удовлетворяют показателям допустимой трудовой нагрузки. К таким работам могут быть отнесены легкие операции по сборке, сортировке, упаковке, удовлетворяющие гигиеническим требованиям к трудовому процессу, организации рабочего места и производственной среде.

Не допускаются беременные женщины к выполнению работ, связанных с воздействием возбудителей инфекционных, паразитарных и грибковых заболеваний. Исключаются виды деятельности, связанные с намоканием одежды и обуви, работы на сквозняке. Запрещается работа в условиях резких перепадов барометрического давления (летный состав, бортпроводницы, персонал барокамер и др.), в безоконных и бесфонарных помещениях, т.е. без естественного света. Женщины со дня установления беременности и в период кормления ребенка грудью к выполнению всех видов работ, профессионально связанных с использованием видеодисплейных терминалов и персональных электронно-вычислительных машин, не допускаются.

Для беременных женщин должны оборудоваться стационарные рабочие места для возможности выполнения трудовых операций в свободном режиме и позе, допускающей перемену положения по желанию. Постоянная работа сидя, стоя, перемещаясь (ходьба) исключается. Рабочее место оборудуется специальным вращающимся стулом, имеющим регулируемые по высоте спинку, подголовник, поясничный валик, подлокотники и сиденье. Следует предусмотреть наличие подставки для ног, регулируемой по высоте и углу наклона, имеющей рифленую поверхность. Рабочая поверхность стола должна иметь вырез в столешнице для корпуса, округленные углы и матовое покрытие во избежание отраженной блесткости. Рабочий стол, производственное оборудование должны иметь пространство для ног: высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 - 600 мм, глубиной не менее 450 мм на уровне колен и не менее 650 мм на уровне ступней.

Беременным женщинам в соответствии с медицинским заключением и по их заявлению снижаются нормы выработки, нормы обслуживания либо эти женщины переводятся на другую работу, исключающую воздействие неблагоприятных производственных факторов, с сохранением среднего заработка по прежней работе. До решения вопроса о предоставлении беременной женщине другой работы, исключающей воздействие неблагоприятных производственных факторов, она подлежит освобождению от работы с сохранением среднего заработка за все пропущенные вследствие этого рабочие дни за счет средств работодателя.

Женщины, имеющие детей в возрасте до полутора лет, в случае невозможности выполнения прежней работы переводятся по их заявлению на другую работу с сохранением среднего заработка по прежней работе до достижения ребенком возраста полутора лет.

Женщинам по их заявлению и в соответствии с медицинским заключением предоставляются отпуска по беременности и родам. По заявлению женщины ей предоставляется отпуск по уходу за ребенком до достижения им возраста 3 лет. По заявлению женщины во время нахождения в отпусках по уходу за ребенком она может работать на условиях неполного рабочего времени или на дому с сохранением права на получение пособия по государственному социальному страхованию.

Увольнение беременных женщин и женщин, имеющих детей в возрасте до трех лет (одиноких матерей - при наличии у них ребенка в возрасте до четырнадцати лет или ребенка-инвалида до шестнадцати лет), по инициативе администрации (работодателя) не допускается, кроме случаев полной ликвидации предприятия, когда допускается увольнение с обязательным трудоустройством.

Большая часть дополнительных гарантий распространяется исключительно на женщин, поскольку они выполняют важную социальную функцию материнства. Так, с учетом физиологических особенностей женского организма и выполнения женщинами функции материнства трудовым законодательством установлены дополнительные гарантии для женщин, имеющие целью предупредить воздействие на здоровье женщин и их грудных детей вредных и опасных производственных факторов, а также обеспечить создание условий, позволяющих женщинам сочетать труд с материнством. По своему содержанию эти гарантии либо ограничивают сферу применения труда женщин, либо устанавливают дополнительные льготы для женщин в период выполнения ими функции материнства.

Литература

1. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693390 Российская Федерация. Программа с алгоритмом прогнозирования электрической нагрузки жилых домов по данным месячного электропотребления : заявл. 14.10.2025 : опубл. 27.11.2025 / С. Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А. И. Сидоров [и др.] ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет ». – EDN WXDKHC.

3. Солонщиков, П. Н. Обзор вредных производственных факторов, влияющих на условия труда работников оперативно-выездных бригад / П. Н. Солонщиков, А. В. Владимиров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 181-183. – EDN OOGUBY.

УДК 656.086

ВНЕДРЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ

Сюзев Д. М. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена исследованию современных тенденций внедрения роботизированных систем на опасных производственных объектах. Проанализированы ключевые преимущества автоматизации технологических процессов, среди которых повышение уровня безопасности персонала и рост производственной эффективности. Рассмотрены потенциальные риски, обусловленные техническими отказами, киберугрозами, а также социально-экономическими последствиями роботизации. Особое внимание уделено вопросам балансирования между технологическим развитием и обеспечением промышленной безопасности, а также перспективам эволюции человеко-машинного взаимодействия в условиях опасных производств.

Ключевые слова: роботизация, опасные производства, промышленная безопасность, автоматизация, искусственный интеллект, человеко-машинное взаимодействие, кибербезопасность

Современные промышленные предприятия сталкиваются с необходимостью оптимизации производственных процессов при одновременном обеспечении безопасности персонала. Особенно актуальна эта задача для опасных производств – химических комбинатов, нефтеперерабатывающих заводов, атомных электростанций и горнодобывающих предприятий. Роботизация таких объектов предлагает принципиально новые возможности для минимизации человеческого участия в потенциально опасных операциях, но одновременно создаёт новые вызовы в области управления технологическими рисками [3,4].

Мировой опыт показывает, что внедрение робототехнических комплексов позволяет сократить количество аварий, связанных с человеческим фактором, на 40-60%. Однако полный переход к автономным системам пока остаётся невозможным из-за технических ограничений и необходимости сохранения контрольных функций за человеком. Это создаёт сложную систему взаимодействия между автоматизированными системами и персоналом, требующую новых подходов к обеспечению безопасности [1,2].

Преимущества роботизации опасных производств. Одним из наиболее значимых преимуществ использования робототехники является возможность выполнения работ в экстремальных условиях, представляющих непосредственную угрозу для жизни человека. На атомных электростанциях, например, роботы-манипуляторы успешно применяются для работ в зонах с повышенной радиацией, где присутствие персонала строго ограничено. Подобные системы оснащаются специальными защитными экранами и сенсорами, позволяющими проводить точные операции в условиях, недоступных для человека.

Экономический эффект от внедрения роботизированных систем проявляется не только в снижении затрат на компенсации профессиональных заболеваний и травматизма, но и в повышении точности технологических процессов. На нефтехимических производствах автоматизированные системы контроля позволяют поддерживать параметры процессов с точностью до 0,1%, что существенно снижает вероятность аварий, связанных с отклонениями от технологических норм. При этом современные системы машинного зрения способны выявлять микротрещины и коррозию оборудования на ранних стадиях, предотвращая масштабные аварии [9,10,11].

Важным аспектом является возможность круглосуточной работы роботизированных систем без снижения качества выполнения операций. Это особенно ценно для непрерывных производственных циклов, где остановка оборудования может привести к значительным финансовым потерям. В горнодобывающей промышленности автономные буровые

установки и системы транспортировки позволяют вести работы в условиях, когда человеческое присутствие было бы сопряжено с неоправданным риском.

Потенциальные риски и ограничения. Несмотря на очевидные преимущества, массовая роботизация опасных производств несёт в себе ряд существенных рисков. Технические сбои в работе автоматизированных систем могут привести к катастрофическим последствиям, особенно на объектах с повышенной опасностью. Примером может служить инцидент на одном из химических заводов Германии, где ошибка в алгоритме управления привела к неконтролируемому повышению давления в реакторе и последующему выбросу токсичных веществ.

Особую озабоченность специалистов вызывает уязвимость роботизированных систем к кибератакам. Современные промышленные роботы представляют собой сложные киберфизические системы, подключённые к корпоративным сетям. Их взлом может привести не только к остановке производства, но и к созданию преднамеренных аварийных ситуаций. Исследования показывают, что более 35% промышленных роботов имеют критические уязвимости в системе защиты [7,8].

Социально-экономические последствия роботизации также требуют внимательного рассмотрения. Массовое вытеснение человеческого труда может привести к росту безработицы в моногородах, где градообразующие предприятия являются основным работодателем. Кроме того, существует риск потери ценного практического опыта, который невозможно полностью формализовать и передать автоматизированным системам.

Перспективы развития и рекомендации. Будущее роботизации опасных производств видится в развитии гибридных систем, сочетающих преимущества автоматизации с уникальными когнитивными способностями человека. Перспективным направлением является создание коботов (коллаборативных роботов), способных работать в непосредственном взаимодействии с персоналом без дополнительных защитных барьеров. Такие системы уже успешно применяются на автомобильных производствах и постепенно внедряются в более опасные отрасли [5,6].

Для минимизации рисков необходимо развитие комплексных систем кибербезопасности, специально адаптированных для промышленной робототехники. Это включает регулярное обновление программного обеспечения, использование аппаратных средств защиты и постоянный мониторинг сетевой активности. Особое внимание следует уделять подготовке персонала, который должен обладать навыками как работы с роботизированными системами, так и их аварийного отключения.

На законодательном уровне требуется разработка новых стандартов безопасности для роботизированных производств, учитывающих специфику различных отраслей. Важным аспектом является создание системы страхования рисков, связанных с эксплуатацией промышленных роботов, что позволит предприятиям более уверенно внедрять перспективные технологии.

Заключение. Роботизация опасных производств представляет собой сложный процесс, требующий взвешенного подхода и комплексного учёта всех факторов. С одной стороны, она открывает беспрецедентные возможности для повышения безопасности и эффективности производственных процессов. С другой – создаёт новые виды рисков, требующие инновационных подходов к управлению. Оптимальным путём представляется постепенное, поэтапное внедрение робототехнических систем с обязательным сохранением человеческого контроля над критически важными процессами. Дальнейшее развитие этого направления должно основываться на принципах разумного баланса между технологическим прогрессом и обеспечением промышленной безопасности.

Литература

1. Ensuring transport security during cargo transportation / P. Solonshickov, I. Tolstoukhova, A. Shevchenko, P. Kokorina // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03010.

2. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005.
3. Компьютерное моделирование определения реакций опор гибких барьеров / В. В. Коновалов, Д. А. Тарасов, В. Ю. Зайцев, Н. В. Байкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 72-79.
4. Коновалов, В. В. Моделирование состояния экологической системы / В. В. Коновалов, О. А. Логвина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 159-162. – EDN PIIICX.
5. Моделирование безопасности и рисков на газопроводах / Ю. О. Логвин, К. Р. Таранцева, О. А. Логвина, В. В. Коновалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 125-132. – EDN PIIIAP.
6. Никитин, Е. А. Разработка роботизированного устройства по оптимизации процесса кормления крупного рогатого скота на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Молодой ученый. – 2020. – № 43 (333). – С. 2-5.
7. Никитин, Е. А. Система роботизированного обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 26-30.
8. Современная наука: теория, методология, практика : материалы IV Всероссийской национальной научно-практической конференции, Тамбов, 20–21 апреля 2022 года. – Тамбов : Издательство ИП Чеснокова А.В., 2022. – 336 с. – ISBN 978-5-6046669-9-9. – EDN KKLGNW.
9. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
10. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
11. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709.

УДК 331.46

ОСНОВНЫЕ МЕРЫ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

Татьянкина К. Ю. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассматриваются производственные травмы, их виды и классификация. Также рассматривается производственный травматизм и меры по его предупреждению.

Ключевые слова: Травмы, производство, производственная травма, работник, работодатель, ущерб, меры, безопасность, несчастный случай, степень

Что такое производственная травма. Производственная травма, или несчастный случай на производстве – это травма, которую сотрудник получил во время работы или когда выполнял задание работодателя. При этом неважно, работает он на стройке, в офисе или из дома.

Работодатель в ответе за травмы сотрудников, стажеров или студентов на практике, учеников по ученическим договорам и тех, кого отправили на исправительные работы. Единственные, на кого не распространяется закон – исполнители по договорам услуг.

Степень тяжести травмы.

Все производственные травмы можно разделить на тяжелые и легкие.

Тяжелая степень

Производственными травмами тяжелой степени считаются такие виды повреждений, которые несут прямую угрозу жизни и/или здоровью сотрудника. К ним относятся:

- ожоги (всех видов);
- увечья с общей потерей крови 20% и более;
- потеря слуха, речи, зрения;
- психические нарушения;
- переломы костей;
- черепно-мозговые травмы и др.
- профессиональные заболевания, вызывающие потерю трудоспособности и/или стойкие нарушения здоровья, тоже входят в список возможных травм на производстве.
- легкая степень

Повреждения легкой степени – это незначительный ущерб здоровью сотрудника, который не угрожает его жизни и не грозит длительной потерей работоспособности или изменением группы здоровья. К незначительным повреждениям относятся:

· царапины;
· уколы;
· ушибы;
· ссадины и др.[1]

Классификация производственных травм.

Классифицировать производственные травмы довольно сложно, не являясь специалистом в этой области. Они различаются по ряду факторов, которые представлены ниже.

Обратите внимание, что физический вред, причиненный работнику другими людьми, может квалифицироваться двояко. Здесь следствие будет изучать все обстоятельства.

Производственный травматизм и мероприятия по его профилактике [6]

Целью каждой плановой проверки ГИТ является в первую очередь профилактика производственных травм, а каждой внеплановой – детальное изучение обстоятельств, которые привели к несчастному случаю, наказание виновных и выработка мер недопущения повторения подобной ситуации в будущем.

Производственный травматизм – это следствие недостатков в организации труда, пренебрежения безопасными методами и приемами выполнения работ, а также отсутствия многоступенчатого контроля за их выполнением. Наиболее характерными предпосылками для возникновения несчастных случаев являются:

- личностные (человеческий фактор);
- конструктивные;
- организационные.

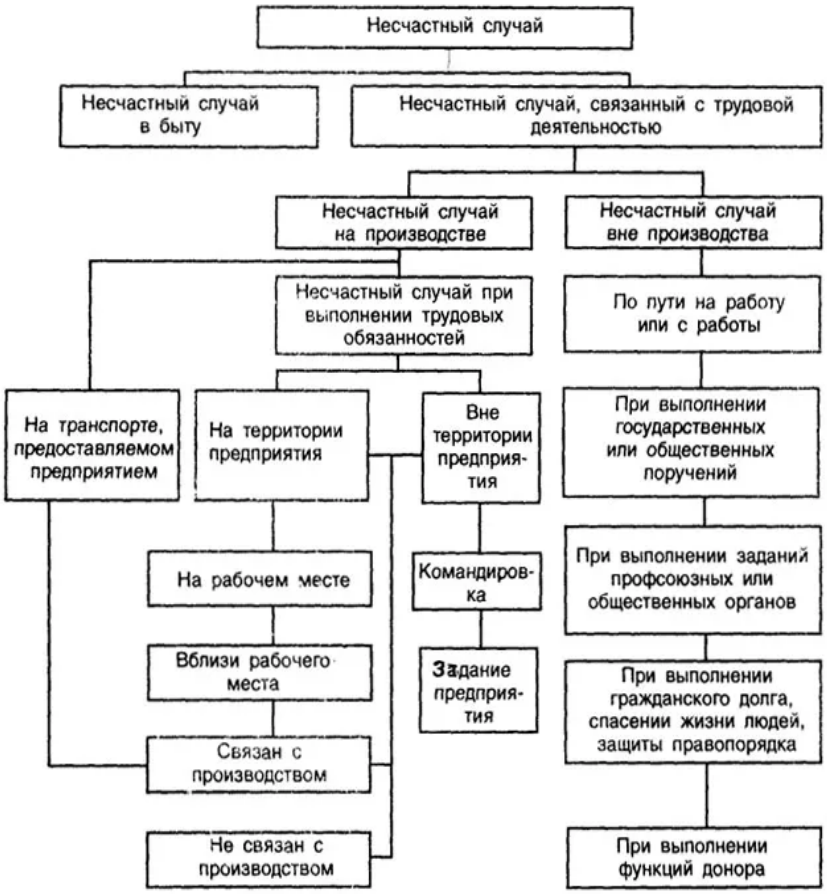


Рисунок 1 – Схема "Классификация несчастных случаев" [2]

Что не расценивается как производственная травма: [4]

Не каждая травма – производственная. В ряде случаев, даже если работник получил увечья непосредственно на работе, травму нельзя будет вменить в вину работодателя.

Что не относится к производственной травме: [5]

- самоповреждение, самоубийство – если это подтвердилось следствием;
- травмы, которым сопутствовало алкогольное либо наркотическое опьянение;
- бытовые травмы, не связанные с производственным процессом, независимо от времени и места получения;
- повреждения, возникшие во время проведения корпоратива или других коллективных праздников;
- увечья, полученные в процессе или после совершения преступления.

К конструктивным факторам относится заводской брак, который в определенных обстоятельства привел к поломке оборудования и к несчастному случаю. Нередко производители отзывают свою продукцию в связи с обнаружившимися недостатками в конструкции. Таким образом компании не только сохраняют свою репутацию на рынке, но и предотвращают возможные несчастные случаи.

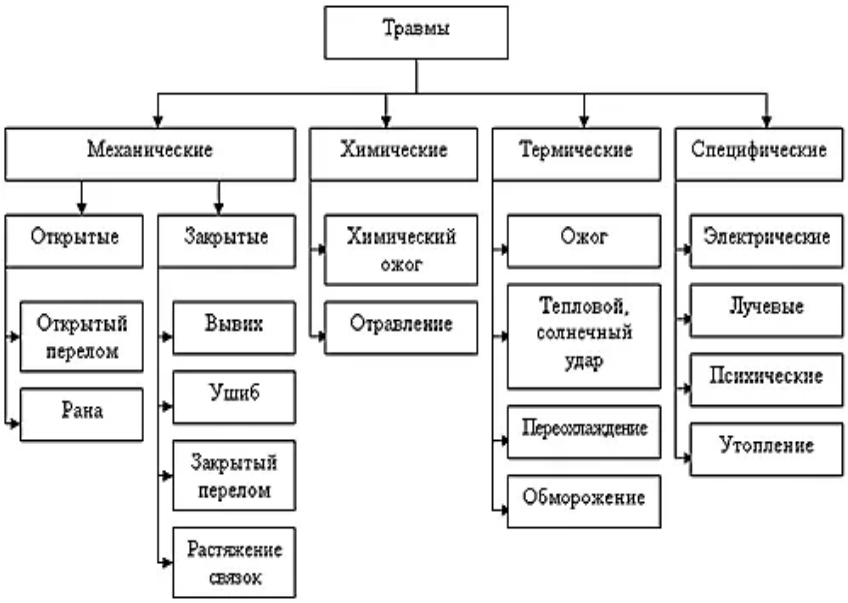


Рисунок 2 – Схема "Классификация травм" [3]

Если на предприятии не проводится техобслуживание крана, произойдет авария. В этой ситуации предпосылкой будут уже не дефекты конструктивных элементов крана, который был изготовлен согласно ГОСТ, то есть изготовитель не допустил брак при производстве. Нарушением станет отсутствие своевременно проведенных техосмотров крана, безразличие ответственных лиц. Такие факторы относятся к организационным.

Также к организационным причинам производственных травм относятся: [7]

- отсутствие контроля установленного режима труда и отдыха;
- нарушения в технологических операциях из-за недостаточности мер безопасности в ИОТ или в производственной инструкции.
- плохо проведенный инструктаж, например, целевой.

Недостаточное освещение также не является конструктивной причиной. То, что работодатель поставил на стройплощадке всего один прожектор, а остальные три угла оставил без освещения в ночное время, не будет виной производителя прожекторов.

Как можно предотвратить личностные причины

В отмененном в настоящее время приказе Росстата от 19.06.2013 № 216 к причинам производственных травм относились личностные. Еще их называют психофизиологическими. Они, в свою очередь, подразделяются на физические и нервно-психические нагрузки на персонал, которые способны привести к необдуманным действиям.

Ошибки в работе, как правило, происходят из-за режима многозадачности. Многозадачность означает, что внимание работника рассредоточено, ни одно из дел не выполняется в полном объеме и с установленными требованиями к качеству на выходе. Это негативно влияет на работника и может привести к поспешности, чрезмерной эмоциональности, потере контроля, вспыльчивости, а затем – к стрессу.

Если один работник выполняет несколько трудовых функций, он устает из-за неравномерности статической и динамической нагрузки. Перенапрягаются органы движения, зрительный аппарат, мышечная активность, слух, притупляется инстинкт самосохранения, операции выполняются монотонно. Всё это может стать причиной ошибочных действий и получения травмы с различным исходом.

Кроме режима многозадачности, к несчастным случаям приводят и конструктивные недостатки в организации рабочего места, не учитывающие анатомические особенности человеческого организма.

У несчастного случая всегда несколько предпосылок. Их разделяют на основные и сопутствующие. Сопутствуют наступлению несчастных случаев недостаточное обучение,

усталость, раздражительность, торопливость. К группам риска относятся как молодые сотрудники (до 4 лет работы), так и возрастные – 50 лет и свыше.

Таким образом, травмы при работе с оборудованием происходят не только из-за того, что работник не выполнил в должном объеме указания своего мастера, но и из-за психофизиологических причин, таких как нарушение режима труда и отдыха, усталость и т.п.

Именно поэтому степень вины пострадавшего в несчастном случае не может превышать 25%, а после получения травмы на его рабочем месте должна быть проведена СОУТ, даже в том случае, если комиссия приняла решение о вине работника в случившемся.

Меры по предупреждению [8]. Все обязательные мероприятия указаны в 214 статье ТК РФ, а все рекомендованные работодатель определяет сам. В перечень мер по предотвращению производственного травматизма входят:

1. СОУТ – проводится каждые пять лет, а если рабочие места были задекларированы, то результаты продлеваются на 5 лет. Но для этого на этом рабочем месте за данный период не должно быть НС. Отдельные требования к внеплановой спец.оценке установлены в статье 17 законе № 426-ФЗ.
2. Плановые медосмотры – проводят один раз в 1 или 2 года.
3. Применение средств коллективной защиты и СИЗ.
4. Установка различного предупреждающего оборудования (световая и звуковая сигнализация, датчики и т.п.).
5. Установка физических ограждений и блокировок аппаратуры и машин. Нанесение знаков – запрещающих, предупреждающих и других, дорожная разметка, цвета безопасности. Светоотражающие СИЗ. Дистанционные технологии.
6. Механизация погрузочных, пылевыделяющих работ.
7. Монтаж систем отопления, вентиляции, кондиционирования, обеспечение качественной питьевой водой.
8. Повышение показателей комбинированного и естественного освещения рабочих зон
9. Оснащение комнат отдыха и комнаты приема пищи, закупка кулеров.
10. Рационализация обучения по ОТ.
11. Правильная организация режимов труда и отдыха.

Таким образом, в данной статье рассмотрено, что является производственной травмой, виды производственных травм и меры по предупреждению травматизма на производстве.

Литература

1. Шевченко, А. В. Обзор насосного оборудования для обеспечения водоснабжения ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 171-174.
2. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАтУ, 2024. – С. 199-201.
3. Баранов, Н. Ф. Вакуумное нанесение покрытий / Н. Ф. Баранов, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 01 января – 31 января 2010 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 11. – С. 54-57. – EDN YJQRPN.

4. Солонщиков, П. Н. Анализ производственного травматизма на сельскохозяйственных предприятиях Кировской области / П. Н. Солонщиков, О. В. Солонщикова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 192-194. – EDN XQXRFP.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693390 Российская Федерация. Программа с алгоритмом прогнозирования электрической нагрузки жилых домов по данным месячного электропотребления : заявл. 14.10.2025 : опубл. 27.11.2025 / С. Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А. И. Сидоров [и др.] ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет ». – EDN WXDKHC.
6. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85. – EDN ZVZKDO.
7. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.

УДК 656.086

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Татьянкина К. Ю. – обучающаяся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена исследованию современных технологических решений в области радиационной и химической безопасности на фоне роста масштабов промышленного производства и усиления техногенных угроз. Анализируются инновационные подходы к мониторингу, защите и ликвидации последствий аварий, обусловленных радиационным и химическим загрязнением. Представлены данные о перспективных материалах, методах детекции и средствах индивидуальной защиты. Отдельное внимание уделено цифровым инструментам и автоматизированным системам управления рисками.

Ключевые слова: радиационная безопасность, химическая безопасность, защитные технологии, мониторинг загрязнений, средства индивидуальной защиты, аварийное реагирование

Современное промышленное производство, энергетика и научные исследования связаны с использованием радиоактивных и химически опасных веществ, что требует постоянного совершенствования методов защиты человека и окружающей среды. Радиационная и химическая безопасность становятся критически важными направлениями в условиях увеличения числа техногенных аварий и ужесточения экологических норм. Новые технологии позволяют не только минимизировать риски, но и повысить эффективность реагирования на чрезвычайные ситуации [1-4]. Радиационная опасность возникает при эксплуатации атомных электростанций, использовании медицинского оборудования и в процессе утилизации радиоактивных отходов. Химическая опасность связана с производством, хранением и транспортировкой токсичных веществ, таких как аммиак, хлор, ртуть и тяжелые металлы. В последние десятилетия участились случаи аварий с выбросом опасных веществ, что подтверждает необходимость внедрения более надежных систем контроля [5].

В РФ за последний три года произошли различные аварии, связанные с радиационным и химическим загрязнением: 2023 год 14 июля в Новоуральске (Свердловская область) на Уральском электрохимическом комбинате произошла разгерметизация резервуара с обедненным гексафторидом урана объёмом один кубометр. В результате инцидента погиб один человек, при этом радиационный фон на предприятии был в норме. В этом же году 29 июня в Нижнем Новгороде на территории химического завода «Бальзам» произошло возгорание цистерны с химическим составом и 18 марта в подмосковном Долгопрудном произошло возгорание ёмкости с химической жидкостью на площади 50 квадратных метров на территории химического предприятия. Годом ранее 15 декабря в Ангарске (Иркутская область) произошёл взрыв и пожар на промплощадке комбината «Ангарской нефтехимической компании» (АНХК). Огонь охватил 2,5 тысячи квадратных метров, в результате ЧП два человека погибли и пять пострадали, 28 мая 2022 г. в Казани (Татарстан) на кровле предприятия «Нэфис Косметикс» произошёл пожар и 21 апреля в Кинешме (Ивановская область) в цехе митриевского химзавода на площади 1,5 тысячи квадратных метров вспыхнул огонь.

Динамика техногенных аварий с радиационным и химическим загрязнением увеличивается, поэтому необходимо внедрять инновационные технологии мониторинга.

Традиционные методы обнаружения радиации и химических веществ, такие как дозиметры и газоанализаторы, постепенно заменяются более точными и быстрыми решениями. Беспроводные сенсорные сети позволяют в режиме реального времени отслеживать уровень загрязнения на больших территориях. Спутниковый мониторинг используется для оперативного выявления утечек опасных веществ. Например, после аварии

на Фукусиме-1 именно спутниковые данные помогли оценить масштабы радиационного заражения.

Таблица 1 – Сравнение методов детекции радиации и химических веществ

Технология	**Преимущества**	**Недостатки**
Полупроводниковые датчики	Высокая точность, быстрый отклик	Чувствительность к температуре
Биосенсоры	Возможность обнаружения малых доз	Ограниченный срок службы
Лазерный анализ	Дистанционное измерение	Высокая стоимость

Перспективные средства защиты. В области индивидуальной защиты разрабатываются новые материалы, способные блокировать не только радиацию, но и химические агенты. Например, нанокомпозитные ткани с углеродными нанотрубками обеспечивают защиту от альфа-, бета-излучения и токсичных газов. В строительстве применяются радиационно-стойкие бетоны с добавлением бария и бора, которые снижают проникающую способность нейтронов. Для ликвидации последствий аварий используются роботизированные комплексы, позволяющие минимизировать риск для персонала [5-7].

Цифровизация и автоматизация управления рисками. Искусственный интеллект и большие данные применяются для прогнозирования аварийных ситуаций. Системы машинного обучения анализируют исторические данные и выявляют закономерности, которые могут привести к инцидентам. Внедрение цифровых двойников на промышленных объектах позволяет моделировать различные сценарии аварий и оптимизировать меры реагирования. Развитие новых технологий в области радиационной и химической безопасности способствует снижению рисков для человека и экосистем. Однако их эффективность зависит от комплексного подхода, включающего не только технические решения, но и подготовку специалистов, а также международное сотрудничество в области стандартизации и обмена данными.

Литература

1. Коновалов, В. В. Повышение эффективности средств механизации приготовления и выдачи кормосмесей в свиноводстве: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Коновалов Владимир Викторович. – Пенза, 2005. – 507 с.
2. Моделирование безопасности и рисков на газопроводах / Ю. О. Логвин, К. Р. Таранцева, О. А. Логвина, В. В. Коновалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 125-132.
3. Никитин, Е. А. Разработка роботизированного устройства по оптимизации процесса кормления крупного рогатого скота на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Молодой ученый. – 2020. – № 43 (333). – С. 2-5.
4. Никитин, Е. А. Система роботизированного обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 26-30.
5. Обзор и анализ конструкций смесительных устройств / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, А. В. Прохоров, Е. Б. Ложкина // Наука в центральной России. – 2022. – № 4 (58). – С. 91-101.
6. Отбор проб при оценке качества смешивания / С. М. Ведищев, Н. В. Хольшев, А. В. Прохоров [и др.] // Наука в центральной России. – 2023. – № 3 (63). – С. 48-56.
7. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.

УДК 669.74

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЯ 4ЧН 11,0/12,5 НА РАЗЛИЧНЫХ УГЛАХ ОПЕРЕЖЕНИЯ ВРПЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА ПРИ РАБОТЕ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

Тиунов А. Г. – студент 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

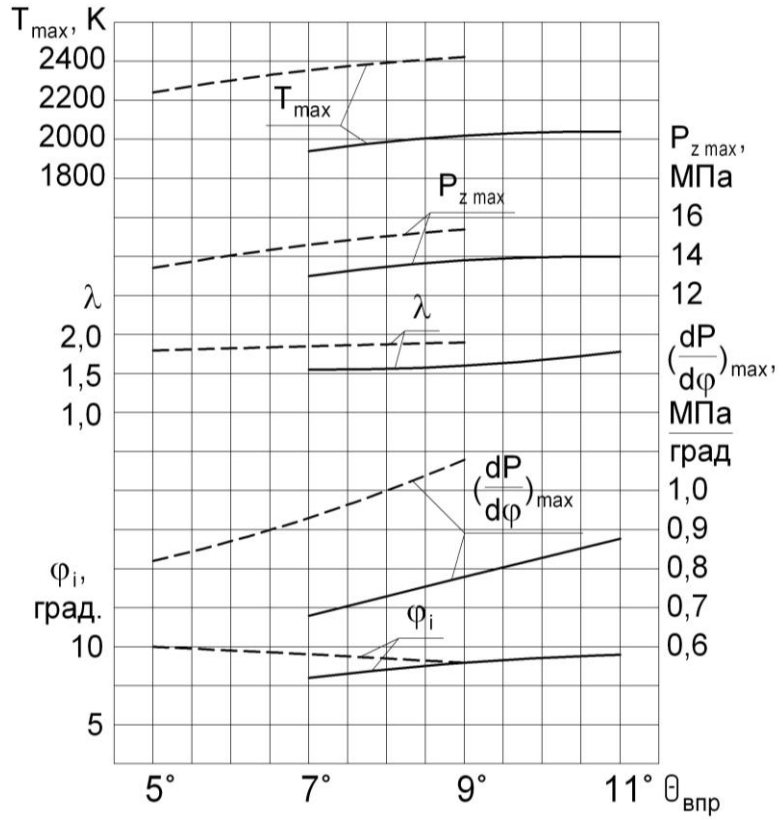
Аннотация. В статье приведены исследования процессов сгорания дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при работе на природном газе.

Ключевые слова: природный газ, процесс сгорания, теплонапряженность поршневой группы

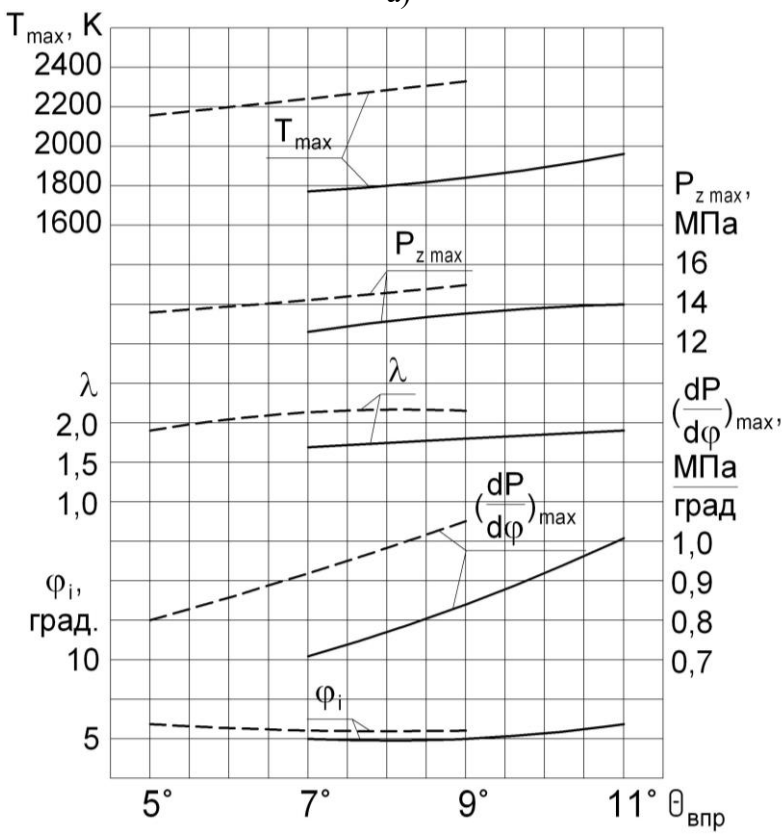
В лабораториях Вятского ГАТУ были проведены исследования по влиянию применения природного газа (ПГ) на показатели процесса сгорания дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением надувочного воздуха (ПОНВ) при различных установочных гулах опережения впрыскивания топлива (УОВТ) (рисунок 1) на режиме номинальной мощности ($n = 2400$ мин$^{-1}$) [1-3].

Анализируя графики изменения показателей процесса сгорания при работе на ДТ можно отметить следующее. Максимальная осреднённая температура газов в цилиндре дизеля T_{max} при установочном УОВТ $\Theta_{впр\ д} = 9^{o}$ составляет 2020 К. При уменьшении установочного УОВТ до $\Theta_{впр\ д} = 7^{o}$ температура T_{max} уменьшается до 1940 К, т.е. на 80 К или 4,0 %. При увеличении установочного УОВТ до $\Theta_{впр\ д} = 11^{o}$ температура T_{max} увеличивается до 2040 К, т.е. на 20 К или 1,0 %. Максимальное давление сгорания $p_{z\ max}$ при $\Theta_{впр\ д} = 9^{o}$ составляет 13,8 МПа. При уменьшении $\Theta_{впр\ д}$ до 7º давление $p_{z\ max}$ уменьшается до 13,0 МПа, т.е. на 0,8 МПа или 5,8 %. При увеличении $\Theta_{впр\ д}$ до 11º давление $p_{z\ max}$ увеличивается до 14,0 МПа, т.е. на 0,2 МПа или 1,4 %. Степень повышения давления λ при $\Theta_{впр\ д} = 9^{o}$ составляет 1,60. При уменьшении $\Theta_{впр\ д}$ до 7º значение λ уменьшается до 1,55, т.е. на 3,1 %. При увеличении $\Theta_{впр\ д}$ до 11º значение λ увеличивается до 1,78, т.е. на 11,3 %. Значение «жесткости» процесса сгорания $(dp/d\varphi)_{max}$ при $\Theta_{впр\ д} = 9^{o}$ составляет 0,78 МПа/град. При уменьшении $\Theta_{впр\ д}$ до 7º значение $(dp/d\varphi)_{max}$ уменьшается до 0,68 МПа/град, т.е. на 12,8 %. При увеличении $\Theta_{впр\ д}$ до 11º значение $(dp/d\varphi)_{max}$ увеличивается до 0,88 МПа/град, т.е. на 12,8 %. Значение угла φ_i, соответствующего ПЗВ, при $\Theta_{впр\ д} = 9^{o}$ составляет $\varphi_i = 9{,}0^{o}$ п.к.в. При уменьшении $\Theta_{впр\ д}$ до 7º угол φ_i уменьшается до 8,0º п.к.в., т.е. на 1,0º п.к.в. При увеличении $\Theta_{впр\ д}$ до 11º угол φ_i увеличивается до 9,5º п.к.в., т.е. на 0,5º п.к.в. [4-6].

Анализируя графики изменения показателей процесса сгорания дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на ПГ можно отметить, что основные зависимости сохраняются. Максимальная осреднённая температура газов в цилиндре T_{max} при установочном УОВТ $\Theta_{впр\ гд} = 7^{o}$ составляет 2350 К. При уменьшении установочного УОВТ до $\Theta_{впр\ гд} = 5^{o}$ температура T_{max} уменьшается до 2240 К, т.е. на 110 К или 4,7 %. до 2420 К, т.е. на 70 К или 3,0 %. Максимальное давление сгорания $p_{z\ max}$ при $\Theta_{впр\ гд} = 7^{o}$ составляет 14,6 МПа. При уменьшении $\Theta_{впр\ гд}$ до 5º давление $p_{z\ max}$ уменьшается до 13,4 МПа, т.е. на 1,2 МПа или 8,2 %. При увеличении $\Theta_{впр\ гд}$ до 9º давление $p_{z\ max}$ увеличивается до 15,4 МПа, т.е. на 0,8 МПа или 5,5 %. Степень повышения давления λ при $\Theta_{впр\ гд} = 7^{o}$ составляет 1,85. При уменьшении $\Theta_{впр\ гд}$ до 5º значение λ уменьшается до 1,78, т.е. на 3,8 %. При увеличении $\Theta_{впр\ гд}$ до 9º значение λ увеличивается до 1,92, т.е. на 3,8 %. Значение $(dp/d\varphi)_{max}$ при $\Theta_{впр\ гд} = 7^{o}$ составляет 0,93 МПа/град. При уменьшении $\Theta_{впр\ гд}$ до 5º значение $(dp/d\varphi)_{max}$ уменьшается до 0,82 МПа/град, т.е. на 11,8 %. При увеличении $\Theta_{впр\ гд}$ до 9º значение $(dp/d\varphi)_{max}$ увеличивается до 1,08 МПа/град, т.е. на 16,1 %, и превышает значение $(dp/d\varphi)_{max}$=1,0 МПа/град, установленное заводом-изготовителем как максимально допустимое для данного дизеля. Значение угла φ_i, соответствующего ПЗВ, при $\Theta_{впр\ гд} = 7^{o}$ составляет $\varphi_i = 9{,}5^{o}$ п.к.в.



а)



б)

Рисунок 1 – Влияние применения ПГ на показатели процесса сгорания дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ в зависимости от установочного УОВТ:
а – n = 2400 мин$^{-1}$, p_e = 0,947 МПа; б – n = 1700 мин$^{-1}$, p_e = 1,036 МПа;
—— - дизельный процесс, – – – - газодизельный процесс

При установочном УОВТ $\Theta_{впр} = 9^{o}$ при переходе на ПГ температура T_{max} увеличивается с 2020 К до 2420 К, т.е. на 400 К или 19,8 %. Максимальное давление сгорания $p_{z\,max}$ при работе на ПГ больше. При $\Theta_{впр} = 7^{o}$ давление $p_{z\,max}$ увеличивается с 13,0 МПа до 14,6 МПа, т.е. на 1,6 МПа или 12,3 %. При $\Theta_{впр} = 9^{o}$ давление $p_{z\,max}$ увеличивается с 13,8 МПа до 15,4 МПа, т.е. на 1,6 МПа или 11,6 %. При $\Theta_{впр} = 7^{o}$ степень повышения давления λ при переходе на ПГ увеличивается с 1,55 до 1,85, или на 19,4 %. При $\Theta_{впр} = 9^{o}$ значение λ увеличивается с 1,60 до 1,92, или на 20,0 %. Значение $(dp/d\varphi)_{max}$ при работе на ПГ значительно больше, чем при работе на ДТ.

На рисунке 1, б представлено влияние применения ПГ на показатели процесса сгорания дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при различных установочных УОВТ на режиме максимального крутящего момента ($n = 1700$ мин$^{-1}$) [7-9].

Анализируя графики работы дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на ДТ можно отметить следующее. Максимальная осреднённая температура газов в цилиндре дизеля T_{max} при установочном УОВТ $\Theta_{впр\,д} = 9^{o}$ составляет 1840 К. При уменьшении установочного УОВТ до $\Theta_{впр\,д} = 7^{o}$ температура T_{max} уменьшается до 1770 К, т.е. на 70 К или 3,8 %. При увеличении установочного УОВТ до $\Theta_{впр\,д} = 11^{o}$ температура T_{max} увеличивается до 1960 К, т.е. на 120 К или 6,5 %. Максимальное давление сгорания $p_{z\,max}$ при $\Theta_{впр\,д} = 9^{o}$ составляет 13,5 МПа. При уменьшении $\Theta_{впр\,д}$ до 7º давление $p_{z\,max}$ уменьшается до 12,6 МПа, т.е. на 0,9 МПа или 6,7 %. При увеличении $\Theta_{впр\,д}$ до 11º давление $p_{z\,max}$ увеличивается до 14,0 МПа, т.е. на 0,5 МПа или 3,7 %. Степень повышения давления λ при $\Theta_{впр\,д} = 9^{o}$ составляет 1,80. При уменьшении $\Theta_{впр\,д}$ до 7º значение λ уменьшается до 1,68, т.е. на 6,7 %. При увеличении $\Theta_{впр\,д}$ до 11º значение λ увеличивается до 1,90, т.е. на 5,6 %. Значение $(dp/d\varphi)_{max}$ при $\Theta_{впр\,д} = 9^{o}$ составляет 0,94 МПа/град. При уменьшении $\Theta_{впр\,д}$ до 7º значение $(dp/d\varphi)_{max}$ уменьшается до 0,81 МПа/град, т.е. на 13,8 %.

Анализируя графики работы дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с ПОНВ при работе на ПГ можно отметить, что основные зависимости изменения показателей сохраняются. Максимальная осреднённая температура газов в цилиндре T_{max} при установочном УОВТ $\Theta_{впр\,гд} = 7^{o}$ составляет 2240 К. При уменьшении установочного УОВТ до $\Theta_{впр\,гд} = 5^{o}$ температура T_{max} уменьшается до 2150 К, т.е. на 90 К или 4,0 %. При увеличении установочного УОВТ до $\Theta_{впр\,гд} = 9^{o}$ температура T_{max} увеличивается до 2320 К, т.е. на 80 К или 3,6 %. Максимальное давление сгорания $p_{z\,max}$ при $\Theta_{впр\,гд} = 7^{o}$ составляет 14,2 МПа. При уменьшении $\Theta_{впр\,гд}$ до 5º давление $p_{z\,max}$ уменьшается до 13,6 МПа, т.е. на 0,6 МПа или 4,2 %. При увеличении $\Theta_{впр\,гд}$ до 9º давление $p_{z\,max}$ увеличивается до 15,0 МПа, т.е. на 0,8 МПа или 5,6 %. Степень повышения давления λ при $\Theta_{впр\,гд} = 7^{o}$ составляет 2,15 [10-14].

Температура отработавших газов в цилиндре дизеля при работе на альтернативных топливах возрастает на всех углах опережения впрыскивания топлива, что негативно сказывается на теплонапряженности поршневой группы. В условиях жесткой работы это может привести к разрушению юбки поршня и канавок под поршневые кольца. В настоящее время считается, что для малофорсированных двигателей с ограниченным сроком службы наиболее целесообразно применять цельные поршни (литые или штампованные), изготавливаемые из специальных поршневых жаропрочных алюминиевых сплавов, что положительно влияет на жаропрочность поршневой группы [15-20].

Литература

1. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением надувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков, М. Л. Скрябин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 7. – С. 6-7.

2. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением надувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков, М. Л. Скрябин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2008. - № 6. – С. 19-21.

3. Скрябин, М. Л. Снижение содержания токсичных компонентов в отработавших газах дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 при работе на природном газе / М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – С. 209-215.

4. Скрябин, М. Л. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на номинальной частоте вращения / М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – С. 126-129.

5. Расчет периода задержки воспламенения при работе дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин, А. Н. Чувашев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – С. 84-88.

6. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Скрябин Максим Леонидович. – Санкт-Петербург, 2009. – 18 с. – EDN NKTZWF.

7. Лиханов, В. А. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением надувочного воздуха при работе на природном газе : монография / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – 146 с.

8. Скрябин, М. Л. Влияние энергии разрыва простой химической связи на константы скорости реакций термической диссоциации / М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев // Общество, наука, инновации (НПК - 2015) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : сборник материалов: Общеуниверситетская секция, БФ, ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ, Киров, 13–24 апреля 2015 года / ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет». – Киров : Вятский государственный университет, 2015. – С. 977-982. – EDN UIGXOD.

9. Торопов, А. Е. Влияние воды и поверхностно активных веществ на стабильность метаноло-топливной эмульсии / А. Е. Торопов // Науке нового века - знания молодых : материалы докладов 7-й научной конференции аспирантов и соискателей. : сборник научных статей, Киров, 07 апреля 2007 года / главный редактор С. Л. Жданов. – Киров : Вятская ГСХА, 2007. – С. 119-122.

11. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии и природного газа в дизелях на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы V Международной научно-практической конференции : сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2012 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2012. – Вып. 10. – С. 61-66.

12. Торопов, А. Е. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 / А. Е. Торопов, С. А. Романов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Санкт-Петербург -

Киров, 01 января – 31 2009 года. – Санкт-Петербург ; Киров : Вятская ГСХА, 2009. – Вып. 7. – С. 129-132. – EDN ZETAWJ.

13. Лиханов, В. А. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии насодержание токсичных компонентов в дизеле 4Ч 11,0/12,5 на частоте максимального крутящего момента / В. А. Лиханов, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С. 554-559.

14. Торопов, А. Е. Результаты теоретических расчетов массовой концентрации сажи в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на дизельном топливе и метаноло-топливной эмульсии в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала / А. Е. Торопов, М. Л. Скрябин // Современное состояние прикладной науки в области механики и энергетики : материалы Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках мероприятий, посвященных 85-летию Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, 150-летию Русского технического общества и приуроченной к 70-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного работника высшей школы Российской Федерации Акимова Александра Петровича, Чебоксары, 09–10 сентября 2016 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 518-527.

15. Лиханов, В. А. Показатели процесса сгорания и концентрация сажи в цилиндре дизеля размерности 4Ч 11,0/12,5 при работе на метаноло-топливной эмульсии и различных значениях установочного УОВТ / В. А. Лиханов, А. В. Россохин, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IV Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2011 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2011. – Вып. 9. – С. 60-64.

16. Лиханов, В. А. Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения оксидов азота в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 408 с. – EDN YPVGZN.

17. Лиханов, В. А. Использование природного газа, спиртов и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – 395 с. – EDN XOYWAX.

18. Лиханов, В. А. Исследование рабочего процесса дизеля на спиртосодержащем топливе/ В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – 205 с. – ISBN 978-5-6048477-7-0. – EDN GXGGVB.

19. Лиханов, В. А. Влияние применения этанола и рапсового масла в дизеле 2Ч 10,5/12,0 с ДСТ на экологические показатели в зависимости от изменения частоты вращения / В. А. Лиханов, М. И. Арасланов, А. Н. Козлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 121-123. – EDN WDWZJD.

20. Лиханов, В. А. Феноменологическая модель образования и выгорания частиц сажи в цилиндре дизеля / В. А. Лиханов, М. И. Арасланов, А. Н. Козлов // Общество, наука, инновации (НПК - 2014) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : сборник материалов : Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ, Киров, 15–26 апреля 2014 года / Вятский государственный университет. – Киров : Вятский государственный университет, 2014. – С. 1972-1974. – EDN UJRDQT.

УДК 621.793

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИ МИКРОДУГОВОМ ОКСИДИРОВАНИИ ПОРШНЕВЫХ СПЛАВОВ

Тиунов А. Г. – студент 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена кинетическая зависимость формирования анодного потенциала при микродуговом оксидировании поршневых сплавов.

Ключевые слова: поршневые сплавы, анодный потенциал, структуры твердых растворов

В настоящее время в связи с повышением удельной мощности современных двигателей внутреннего сгорания и возрастанием нагрузки на цилиндропоршневую группу остро встал вопрос о повышении надежности поршневых алюминиевых сплавов [1]. Кроме того, все больше транспортных средств переводится на альтернативные виды топлива. При работе тепловых двигателей на альтернативных топливах на поршень действуют более высокие механические (давление газов, силы инерции) и тепловые нагрузки, чем при работе на штатном топливе [2]. Ввиду высоких температур поверхности днища поршня, достигающих обычно более 300ºС, прочность материала поршня снижается, что может привести к образованию в нем трещин [3]. Рассматривая основные методы упрочнения поршневых сплавов, можно отметить микродуговое оксидирование (МДО). Этот метод упрочнения является одним из наиболее эффективных и перспективных в современном машиностроении.

Известные работы в большинстве носят исследовательский или прикладной характер, а теоретические разработки по механизму МДО практически отсутствуют. В целом количество работ, посвященных МДО-воздействию на поверхность металлических материалов, постоянно растет, что характеризует данный процесс упрочнения как перспективный и далеко идущий [4]. В настоящее время не существует однозначных теорий и единого механизма формирования структуры покрытий во время МДО. Но, на наш взгляд, основной является физико-геометрическая модель Келлера. Рассматривая наглядную физико-геометрическую модель можно отметить, что в начальный момент времени при микродуговом оксидировании на поверхности основного металла возникает барьерный слой [5].

Физико-геометрическая модель формирования оксидного анодно-искрового покрытия может быть представлена механизмом образования окисных слоев в доискровом режиме. Для полного понимания и обобщения процесса образования анодных оксидных пленок нужно рассмотреть схемы строения тонких окисных покрытий на группах вентильных металлах. В данной работе рассматривается образование оксидных пленок при МДО на поршневых алюминиевых сплавах. В работах [5, 6] было доказано, что искровой разряд возможен на аноде только в том случае, если обрабатываемая поверхность покрыта тонким слоем диэлектрика. Именно эти свойства имеет тонкая оксидная пленка барьерного слоя. Этот слой образуется на первоначальной стадии МДО. При повышении диэлектрической прочности тонкой пленки барьерного типа повышается напряжение начала прианодного искрообразования [6]. Прианодное окисление поршневых алюминиевых сплавов (как и других металлов вентильной группы) в электролитах, которые частично растворяют анодный оксид (с использованием водного раствора H_2SO_4) определяет кинетику формированию особых анодных оксидных пленок. Эти пленки характеризуются наличием основных пор, расположенных нормально к поверхности основного металла и отделенных от него очень плотным, барьерным слоем.

Пористые анодные оксидные пленки при оптимально подобранных режимах оксидирования могут быть выращены до толщины в сотни микрометров. Рассматривая формирование анодных покрытий можно отметить регулярность формирования ячеек на

поверхности основного металла. Для поршневых алюминиевых сплавов главная задача состоит в получении близких к идеальным пористых пленок. Эти оксидные пленки должны обладать низкой дефектностью регулярной структуры ячеек и равномерным распределением пор. Для этого необходимо использовать особенную методику - продолжительное длительное микродуговое оксидирование алюминия в водном растворе серной кислоты. В результате этого получается практически идеальная структура по типу «пчелиных сот» [7].

Кинетическая зависимость анодного потенциала U_a от времени воздействия t при постоянной плотности тока (при которой происходит формирование пористого оксидного слоя на поверхности алюминия), приведена на рисунке 1.

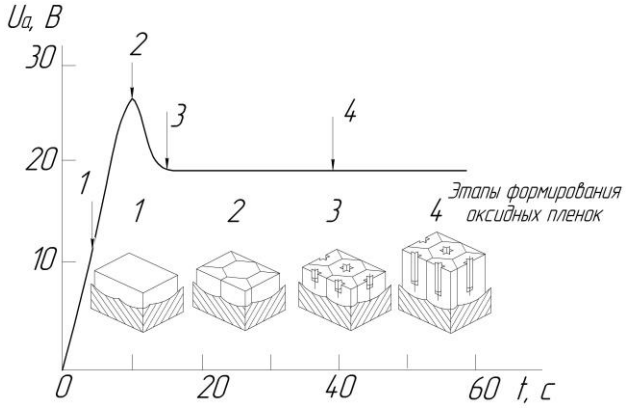


Рисунок 1 – Кинетическая зависимость формирования анодного потенциала от времени при микродуговом оксидировании алюминия в 3 % водном растворе H_2SO_4 при использовании гальваностатического режима (плотность ионного тока $\mathbf{i_и}$=25 мА/см^2)

Рассматривая и анализируя основные участки графической зависимости можно выделить четыре стадии роста пористых анодных оксидных пленок. Стадия 1 характеризуется линейной зависимостью роста анодного потенциала. Именно на этой стадии начинает образовываться плотная оксидная пленка. Толщина формируемого барьерного слоя будет зависеть от величины потенциала формирования (это подтверждается многочисленными экспериментами). К концу этой стадии можно отметить в наружных областях барьерного слоя наличие мелких образований, глубиной около 8…12 нм. На второй стадии происходит замедление скорости роста анодного потенциала. Это характеризуется началом зарождения и формирования микропор в поверхностной оксидной пленке. Также на этой стадии продолжается «расползание» наружной области оксидной пленки по поверхности основного металла и определяются преимущественные пути формирования дальнейших проникновений. Часто происходит их углубление и разветвление отдельных участков оксидной пленки. В некоторых случаях появляются разрыв, приводящие к нарушению структуры . Чаще всего подобные эффекты появляются около границы пленка – электролит [6-10]. На третьей третей стадии происходит спад потенциала, вызванный дальнейшим поперечным расширением локальных путей проникновения. Из-за этого явления общее сопротивление барьерной пленки уменьшается и одновременно с этим происходит временное снижение напряжения на аноде. На последней (четвертой) стадии напряжение на аноде остается постоянным, так как толщина барьерного слоя практически неизменна. Здесь имеет место равновесие, которое усиливается вследствие частичного растворения оксида. Основное растворение наблюдается у дна пор и на границе металл – оксид [11-14]. Это объясняется миграцией ионов O^{2-}/OH^- через барьерный слой, находящийся у основания пор. Именно на этой стадии начинается формирование регулярных пор. Обобщая все стадии можно отметить, что растворенное части оксидной пленки является главным условием роста пористого оксидного слоя. Причем чем выше «агрессивность» электролита, его концентрация и температура, тем более низким значениям напряжения на

аноде соответствуем максимальная ордината кинетической зависимости. Потенциальная эффективность образования анодных оксидных пленок на поршневых алюминиевых сплавах чаще всего не превышает 70…75% и постепенно уменьшается с продолжительностью оксидирования [15-17].

Литература

1. Улучшение токсических показателей дизеля с промежуточным охлаждением надувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков, М. Л. Скрябин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 7. – С. 6-7.

2. Улучшение эффективных показателей дизеля с промежуточным охлаждением надувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков, М. Л. Скрябин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 6. – С. 19-21.

3. Скрябин, М. Л. Снижение содержания токсичных компонентов в отработавших газах дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 при работе на природном газе / М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков / Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – С. 209-215.

4. Скрябин, М. Л. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на номинальной частоте вращения / М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – С. 126-129.

5. Расчет периода задержки воспламенения при работе дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин, А. Н. Чувашев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2009. С. 84-88.

6. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Скрябин Максим Леонидович. – Санкт-Петербург, 2009. – 18 с. – EDN NKTZWF.

7. Лиханов, В. А. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением надувочного воздуха при работе на природном газе : монография / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – 146 с.

8. Скрябин, М. Л. Влияние энергии разрыва простой химической связи на константы скорости реакций термической диссоциации / М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев // Общество, наука, инновации (НПК - 2015) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция: Сборник материалов: Общеуниверситетская секция, БФ, ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ, Киров, 13–24 апреля 2015 года / ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет». – Киров : Вятский государственный университет, 2015. – С. 977-982. – EDN UIGXOD.

9. Торопов, А. Е. Влияние воды и поверхностно активных веществ на стабильность метаноло-топливной эмульсии / А. Е. Торопов // Науке нового века - знания молодых : материалы докладов 7-й научной конференции аспирантов и соискателей. : сборник научных

статей, Киров, 07 апреля 2007 года / главный редактор С. Л. Жданов. – Киров : Вятская ГСХА, 2007. – С. 119-122.

11. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии и природного газа в дизелях на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы V Международной научно-практической конференции : сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2012 года. – Киров : Вятская ГСХА, – 2012. – Вып. 10. – С. 61-66.

12. Торопов, А. Е. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 / А. Е. Торопов, С. А. Романов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Санкт-Петербург - Киров, 01 января – 31 2009 года. – Санкт-Петербург : Киров : Вятская ГСХА, 2009. – Вып. 7. – С. 129-132.

13. Лиханов, В. А. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии насодержание токсичных компонентов в дизеле 4Ч 11,0/12,5 на частоте максимального крутящего момента / В. А. Лиханов, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С. 554-559.

14. Торопов, А. Е. Результаты теоретических расчетов массовой концентрации сажи в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на дизельном топливе и метаноло-топливной эмульсии в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала / А. Е. Торопов, М. Л. Скрябин // Современное состояние прикладной науки в области механики и энергетики : материалы Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках мероприятий, посвященных 85-летию Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, 150-летию Русского технического общества и приуроченной к 70-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного работника высшей школы Российской Федерации Акимова Александра Петровича, Чебоксары, 09–10 сентября 2016 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 518-527.

15. Лиханов, В. А. Показатели процесса сгорания и концентрация сажи в цилиндре дизеля размерности 4Ч 11,0/12,5 при работе на метаноло-топливной эмульсии и различных значениях установочного УОВТ / В. А. Лиханов, А. В. Россохин, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IV Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2011 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2011. – Вып. 9. – С. 60-64.

17. Лиханов, В. А. Влияние применения этанола и рапсового масла в дизеле 2Ч 10,5/12,0 с ДСТ на экологические показатели в зависимости от изменения частоты вращения / В. А. Лиханов, М. И. Арасланов, А. Н. Козлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 121-123. – EDN WDWZJD.

УДК 621.432

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АГРЕГАТА РВК-5,4 ПУТЁМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ НА ПОЧВУ КОЛЬЧАТО-ШПОРОВОГО КАТКА

Токарев И. А. – обучающийся 4 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрен почвообрабатывающий агрегат РВК-5,4, его назначение, устройство, принцип работы, технические характеристики, преимущества и особенности эксплуатации.

Ключевые слова: почвообрабатывающие агрегаты. РВК-5,4, культивация почвы, конструкция культиватора, техническая характеристика, принцип работы

Сельскохозяйственное производство невозможно без качественной обработки почвы — это основа успешного выращивания культур. Современные технологии позволяют сократить число проходов техники по полю, экономя время и ресурсы. Один из инструментов для этого — комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, выполняющие несколько операций за один проход.

Агрегат РВК-5,4 предназначен для предпосевной обработки почвы. За один проход он: культивирует почву на глубину до 15 см; разрушает глыбы и комки; выравнивает поверхность поля; прикатывает почву.

РВК-5,4 подходит для подготовки почвы под зерновые, технические и овощные культуры. Его применение особенно эффективно на полях с умеренной плотностью почвы и после основной обработки (вспашки или глубокого рыхления).

Конструкция РВК-5,4 включает следующие основные элементы (расположенные последовательно на раме):

- ряд рыхлительных лап на пружинных стойках — рыхлят почву, разрушают глыбы. Пружинные стойки защищают лапы от повреждений при встрече с препятствиями;
- передний разреженный кольчато-шпоровый каток — уплотняет почву в промежутках между следами лап, частично крошит комки;
- второй ряд рыхлительных лап — дополнительно рыхлит и выравнивает почву после прохода катка;
- выравнивающий брус — сглаживает неровности поверхности, создаёт равномерный слой. Его высоту и давление на почву регулируют натяжными пружинами;
- секции заднего кольчато-шпорового катка — окончательно уплотняют и прикатывают верхний слой, обеспечивая оптимальный контакт семян с почвой.

Основные параметры РВК-5,4:

- тип - полунавесной;
- ширина захвата - 5,4 м;
- глубина обработки - 4–12 см (регулируемая);
- рабочая скорость - 6,5–10,0 км/ч;
- производительность - 5,59 га/ч;
- масса агрегата - 4645 кг;
- агрегатирование - Тракторы Т-150, Т-150К, К-701;
- давление в шинах транспортных колёс - 0,35 МПа;
- размер шин транспортных колёс - 12–16 и 6–10 дюймов.

Процесс обработки почвы агрегатом РВК-5,4 происходит в несколько этапов:

- рыхление: первый ряд лап рыхлит верхний слой почвы на заданную глубину, разрушая уплотнённые участки;
- частичное уплотнение и крошение: передний каток уплотняет промежутки между следами лап и дополнительно крошит крупные комки;
- дополнительное рыхление: второй ряд лап выравнивает и разрыхляет почву после катка;
- выравнивание: брус сглаживает мелкие неровности, создавая ровную поверхность;

- прикатывание: задний каток окончательно уплотняет верхний слой, формируя капиллярную структуру для сохранения влаги и обеспечивая плотный контакт семян с почвой при посеве;
- глубина обработки регулируется поворотом оси с лапами, а давление выравнивающего бруса — натяжением пружин.

Применение РВК-5,4 даёт следующие преимущества:

- сокращение числа проходов техники по полю (все операции выполняются за один проход), что снижает уплотнение почвы и экономит топливо;
- экономия времени и ресурсов — уменьшается время на подготовку поля, сокращаются затраты на ГСМ и обслуживание техники;
- улучшение качества обработки — равномерное рыхление, выравнивание и прикатывание создают оптимальные условия для прорастания семян;
- снижение эрозии — минимальное число проходов уменьшает разрушение структуры почвы;
- адаптивность — возможность регулировки глубины и давления рабочих органов под разные типы почв и условия.

Для эффективной и долговечной работы РВК-5,4 необходимо:

- перед началом сезона: проверить состояние лап, катков, пружин и креплений; заменить изношенные детали;
- перед каждым выездом: убедиться в надёжности соединений, проверить давление в шинах, смазать подшипники;
- во время работы: следить за глубиной обработки и качеством выравнивания; избегать перегрузок при работе на тяжёлых или переувлажнённых почвах;
- после работы: очистить агрегат от почвы и растительных остатков; проверить износ лап и дисков катков;
- сезонное обслуживание: провести полную ревизию, заменить смазки, восстановить лакокрасочное покрытие.

Ограничения:

- не рекомендуется использовать на сильно засоренных или каменистых участках — это может привести к поломкам;
- на переувлажнённых тяжёлых почвах качество обработки снижается.

РВК-5,4 конкурирует с другими комбинированными агрегатами, такими как:

- РВК-3,6 — меньшая ширина захвата (3,6 м), агрегатируется с МТЗ-80 и ДТ-75В. Подходит для небольших полей;
- АКШ-7,2 — ширина захвата 7,2 м, производительность 7,09 га/ч. Требует более мощных тракторов (Т-150К);
- ВИП-5,6 — ширина захвата 5,6 м, скорость 6–8 км/ч, производительность 3,3–4,5 га/ч. Агрегатируется с ДТ-75В и МТЗ-80;

РВК-5,4 занимает промежуточную нишу: он производительнее РВК-3,6, но проще в обслуживании, чем АКШ-7,2 и ВИП-5,6. Оптимален для средних и крупных хозяйств с тракторами Т-150К или К-701.

Таким образом РВК-5,4 — эффективный инструмент для предпосевной обработки почвы. Он сочетает несколько операций в одном проходе, улучшая качество подготовки поля и снижая затраты. Правильная эксплуатация и своевременное обслуживание позволяют максимально использовать его потенциал, повышая урожайность и рентабельность сельскохозяйственного производства.

Обзор технологических аспектов и технических средств для предпосевной обработки почвы выполнен с целью подготовки к ВКР. Одним из основных разделов которой является оценка эффективности технологических приемов в растениеводстве [1-26].

Литература

1. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) : монография / Т. Я. Ашихмина, М. А. Зайцев, Г. Я. Кантор [и др.]. – Киров : Вятка, 2001. – 416 с. – ISBN: 5-85271-032-6.

2. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 20-27.
3. Валиев, А. Р. Обоснование конструктивно-технологических параметров нового дискового культиватора / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров, Б. Г. Зиганшин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 1. – С. 58 – 61.
4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Агроэкологическое районирование территории Северо-Востока европейской части России для размещения посевов озимой ржи / Ф. Ф. мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Достижения науки и техники АПК, 2012. – № 6. – С. 51-54.
5. Особенности влияния почвенных условий в пределах агромикроландшафтов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 6 (37). – С. 4-8.
6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Режимы и причинно-следственная связь качения колеса с эластичной шиной / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. А. Лопарев, В. И. Судницын // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 2. – С. 18-21.
7. Каталог научно-технической продукции за 2006-2011 гг. Для научного обеспечения АПК Евро-Северо-Востока / В. А. Сысуев, Г. А. Баталова, Л. М. Козлова [и др.] // Нива Урала. – 2012. – № 6. – С. 7-9.
8. Мошанова, Е. С. Методические аспекты оптимального размещения посевов овса с учетом критериев адаптивности / Е. С. Мошанова, Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2005. – № 6. – С. 15-16.
9. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1996. – № 3. – С.34-35.
10. Патент № 2679162 C1 Российская Федерация, МПК A01B 35/20. рабочий орган культиватора-плоскореза : № 2017145228 : заявл. 21.12.2017 : опубл. 06.02.2019 / Г. Г. Булгариев, Ф. Ф. Яруллин, А. Р. Валиев, Ф. Ф. Мухамадьяров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ). – EDN NRYHKZ.
11. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Исследование сопротивления качению колесных машин по деформируемому основанию / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. В. Шипунов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы 1X Международной научно-практической конференции «Наука-Технология Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА. – 2016. – Вып. 17. – С. 209-211.
13. Методология системной оценки энергоресурсосбережения перспективного машинного обеспечения растениеводства / В. И. Анискин, Ю. Н. Сапьян, В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров // Энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 2-й Международной научно-практической конференции, Москва, 03–05 октября 2000 года. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, 2000. – Ч. 1. – С. 24-34. – EDN UMGZOH.
14. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая ярового ячменя в условиях агроландшафта / Ф. Ф. Мухамадьяров, Т. К. Головко, Г. Н. Табаленкова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 5 (36). – С. 4-10. – EDN RBDUBH.
15. О создании адаптивных сортов пленчатого овса Сапсан и Аватар / Г. А. Баталова, Ф. Ф. Мухамадьяров, И. И. Русакова [и др.]. – DOI 10.30766/2072-9081.2013.33.2.04-07 // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33). – С. 4-7. – EDN PWLAUL.

16. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
17. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.
18. Агроэкологическая характеристика условий опытного поля Фаленской селекционной станции / Ф. Ф. Мухамадьяров, Д. В. Кайсин, С. Л. Коробицын [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 9-12. – EDN QIWJIB.
19. Мухамадьяров, Ф. Ф. К вопросу об исследовании начала возникновения скольжения пневматических шин / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. А. Шмаков // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы I Всероссийской научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" и 54-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской ГСХА, посвященной 55-летию инженерного факультета, Киров, 06–07 февраля 2007 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2007. – Вып. 7. – С. 179-182. – EDN XSXMTJ.
20. Методические аспекты агроэкологического районирования сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф. Ф. Мухамадьяров, С. Л. Коробицын, Н. Е. Рубцова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 4 (35). – С. 4-8. – EDN QIWIVJ.
21. Наймушин, Д. А. Актуальные направления развития агропромышленного комплекса и использование индукционных нагревателей в скотоводстве / Д. А. Наймушин // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 62-66.
22. Наймушин, Д. А. Конструкция перспективных типов подшипников / Д. А. Наймушин, Р. А. Лебедев // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 148-149.
23. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.
24. Шилин, В. В. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве / В. В. Шилин, А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 83-86.
25. Шилин, В. В. Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственной продукции за счет реализации энергосберегающих технологий при совершенствовании логистических систем управления материальными и информационными потоками // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 219-224.
26. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ MATLAB

Топорова А. С. – обучающийся 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия
Руководитель – Козлов Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры ТД,АиТ

Аннотация : В статье представлено применение среды MatLAB для моделирования и анализа динамических систем. Описываются основные этапы построения модели, настройку параметров и визуализацию результа.

Ключевые слова: MatLAB,Simulink.

В наши дни компьютерная математика получила должную известность и находится на этапе быстрого развития. Начав свой путь с пбименения программных микрокалькуляторов и расчетов на персональных ЭВМ (компьютерах), она породила целый ряд своих специальных программных средств — систем компьютерной математики (СКМ) и пакетов их расширения.

Среди СКМ, в первую очередь ориентированных на численные расчеты, особо выделяется матричная математическая система MATLAB — самая эффективная среди систем для численных вычислений. Разработана компанией MathWorks. Система фактически стала мировым стандартом в области современного математического и научно-технического программирования. В разработке MATLAB и пакетов расширения этой системы принимают участие крупные научные школы мира, многие ведущие университеты и иные организации.Эффективность MATLAB обусловлена прежде всего ее ориентацией на матричные вычисления с программной эмуляцией параллельных вычислений и упрощёнными средствами задания циклов [1-4]. В MATLAB удачно реализованы средства работы с многомерными массивами, большими и разреженными матрицами и многими типами данных. Система прошла многолетний путь развития от узко специализированного матричного программного модуля, используемого только на больших ЭВМ, до универсальной интегрированной СКМ, ориентированной на массовые персональные компьютеры класса IBM PC, AT и Macintosh и рабочие станции UNIX. MATLAB имеет мощные средства диалога, графики и комплексный инструментарий вычислений, в том числе с привлечением средств дескрипторной графики и виртуальной реальности.Система MATLAB предлагается разработчикам (корпорация The MathWorks, Inc.) как лидирующей на рынке, в первую очередь на предприятиях военно-производственного комплекса, в энергетике, в аэрокосмической отрасли и в автомобилестроении, язык программирования высокого уровня для технических вычислений, расширяемый большим числом пакетов прикладных программ — расширений. В новых реализациях их число составляет сотни, причем свыше 80 пакетов расширений фирмы MathWorks входят в полную поставку новейшей системы MATLAB R2007b. Самым известным из них стало расширение Simulink, обеспечивающее большое имитационное моделирование различных систем и устройств с применением современной технологии визуально-ориентированного программирования.

Simulink — среда графического программирования на основе MATLAB, предназначенная для моделирования, симуляции и анализа многодоменных динамических систем. Разработана компанией MathWorks. Структура комплекса MATLAB + Simulink, помимо основы — системы MATLAB и главного расширения Simulink, содержит обширные группы пакетов расширения. Это инструментальные ящики Toolboxes с большим числом пакетов расширения, приближающиеся к сотне, и группа пакетов расширения Blocksets, увеличивающая возможности системы визуально-ориентированного блочного имитационного моделирования динамических систем Simulink. С помощью прикладного пакета Simulink можно программировать различные физические процессы, в том числе в двигателях внутреннего сгорания [5-7].

MATLAB — мощная вычислительная среда и язык программирования, который идеально подходит для решения задач вычислительной физики и математики.Ключевым расширением, обеспечивающим лидирующие позиции данной экосистемы, является пакет Simulink, реализующий принципы визуально-ориентированного программирования и позволяющий проводить имитационное моделирование сложных многодоменных динамических систем. Однако потенциал MATLAB выходит далеко за рамки стандартного блочного моделирования. Сочетание гибкого языка программирования с набором инструментальных пакетов (Toolboxes) делает его идеальной средой для исследования фундаментальных физических принципов, таких как принцип наименьшего действия.

В качестве модели я планирую рассмотреть простую задачу. Представим: три шарика стартуют одновременно с вершины горки. Один катится по прямой, другой — по параболе, третий — по изогнутой кривой. Какой доберется до низа первым? Вам может показаться: чем короче путь, тем быстрее. Но это далеко не так. В рамках данной работы именно этот потенциал используется для решения классической задачи вариационного исчисления — задачи о брахистохроне. Суть её, сформулированная еще Иоганном Бернулли в XVII веке, звучит парадоксально: среди множества кривых, соединяющих две точки в гравитационном поле, существует такая траектория, двигаясь по которой под действием силы тяжести (без трения) тело достигнет конечной точки за минимальное время. Интуитивно кажется, что самым быстрым будет кратчайший путь — прямая линия, однако это не так. Целью данного исследования является не только аналитическое подтверждение этого факта, но и наглядная численная демонстрация принципа наименьшего действия средствами MATLAB.

Чтобы реализовать

1. Разработать алгоритм численного моделирования движения материальной точки (с возможностью учета момента инерции для катящегося шара) по трем различным траекториям: прямой, параболе и циклоиде (являющейся брахистохроной).
2. Реализовать расчет функционала действия и полного времени спуска для каждой траектории с использованием энергетического подхода и численного интегрирования.
3. Создать инструмент визуализации в среде MATLAB, позволяющий наблюдать анимированное движение трех тел одновременно, а также отображающий численные значения времени достижения финиша.

Нужно численно исследовать принцип наименьшего действия в MATLAB, взяв для сравнения три разных траектории: прямую линию, параболу и циклоиду. Суть задачи в следующем: из одной начальной точки одновременно начинают движение три шара, каждый по своей траектории, и мне предстоит выяснить, для какой из них функционал действия \(S = \int L \, dt \) окажется минимальным. С помощью программыя смоделирую движение шаров, численно проинтегрирую функцию Лагранжа вдоль каждого пути и определю, какая траектория действительно соответствует принципу наименьшего действия. В результате расчётов программа построит анимированный график движения трёх шаров, наглядно показывающий, какой из них первым достигнет конечной точки и как это соотносится со значением действия.

Чтобы решить задачу с помощью MATLAB используем следующий алгоритм:

1) Определяем координаты начальной A и конечной B точек.
2) Выбираем тип объекта: материальная точка (скольжение) и сплошной шар (качение без проскальзывания).

В качестве объектов сравнения были выбраны три траектории, соединяющие две фиксированные точки в вертикальной плоскости: начало координат (0,0) и конечную точку с координатами.

Прямая линия: Простейший путь, описываемый линейной функцией.

Параболическая траектория: Задана параболой где параметр α определяет начальный наклон. Это позволяет моделировать траектории, отличные от классической параболы свободного падения.

Циклоида: Поскольку циклоида является брахистохроной (кривой наискорейшего спуска), её форма определена из условия прохождения через заданные точки. Радиус образующего круга R и конечный угол где находятся численно из решения уравнения, вытекающего из параметрических уравнений циклоиды:

```
clc;
clear;
close all;

%% ====================== ПАРАМЕТРЫ ======================
g = 9.81;
x_end = 2.0;
y_drop = 1.0;
N = 1500;
dt_anim = 0.01;

% true  -> сплошной шар катится без проскальзывания
% false -> материальная точка скользит
rollingBall = true;

if rollingBall
    velCoeff = 10/7;
else
    velCoeff = 2;
end
```

Рисунок 1 – Определение параметров

Моделирование кинематики и динамики движения. Для определения времени движения по каждой траектории используется энергетический подход, который справедлив при отсутствии трения.

Закон сохранения энергии: Скорость тела в любой точке траектории зависит от пройденной вертикали

Учет формы тела (момента инерции): Коэффициент kкоэф позволяет выбрать модель движения. Для материальной точки (скольжение без трения) kкоэф =2. Для сплошного шара, катящегося без проскальзывания, часть потенциальной энергии переходит в энергию вращения, что уменьшает поступательную скорость, и kкоэф=10/7.

```

% 1) Прямая
x1 = linspace(0, x_end, N);
y1 = -(y_drop / x_end) * x1;

% 2) Параболическая траектория с ненулевым стартовым наклоном
x2 = linspace(0, x_end, N);
alpha = 0.3;
u = x2 / x_end;
y2 = -y_drop * (alpha * u + (1 - alpha) * u.^2);

% 3) Циклоида
ratio = x_end / y_drop;
f = @(th) (th - sin(th)) ./ (1 - cos(th)) - ratio;
theta_end = fzero(f, 4);

R = y_drop / (1 - cos(theta_end));
theta = linspace(0, theta_end, N);
x3 = R * (theta - sin(theta));
y3 = -R * (1 - cos(theta));
```

Рисунок 2 – Выбор траекторий

Численное интегрирование времени: Траектории разбиваются на малые участки (сегменты) длиной ds. Для каждого сегмента определяется средняя скорость vcp и время его прохождения dt=ds/vcp. Полное время T = для каждой траектории получается суммированием всех dt в функции buildMotionData.

Подготовка данных для анимации. Чтобы экспонировать движения тел с постоянным временным шагом dtаним используется интерполяция.

Интерполяция пути: Строится зависимость пройденного пути s(t) от времени.

Интерполяция координат: Для заданных моментов времени t по функции s(t) определяется пройденный путь, а затем, с помощью кусочно-линейной интерполяции (функция interp1), находятся соответствующие координаты (x,y) на траектории. Это реализовано в функции getPositionAtTimes.

```
%% ===================== ПОДГОТОВКА АНИМАЦИИ =====================
Tmax = max(times);
t_anim = 0:dt_anim:Tmax;

[pos1x, pos1y] = getPositionAtTimes(data1, t_anim);
[pos2x, pos2y] = getPositionAtTimes(data2, t_anim);
[pos3x, pos3y] = getPositionAtTimes(data3, t_anim);

```

Рисунок 3 – Подготовка для анимации.

Графический интерфейс программы отображает динамику процесса. Строятся все три траектории, отмечаются точки старта и финиша. Три маркера (шарика) одновременно начинают движение из стартовой точки, перемещаясь по своим кривым.

Во время движения отображается текущее время, а за каждым шариком тянется "след" фиксированной длины для наглядности. По достижении заданной точки рядом с ней высвечивается точное время, затраченное каждым телом. Программа автоматически определяет и наглядно выделяет траекторию с минимальным временем спуска.

```
%% ===================== ГРАФИКА =====================
figure('Color', 'w', 'Position', [120 120 1100 600]);
hold on;
grid on;
axis equal;

ax = gca;
ax.FontSize = 12;
ax.LineWidth = 1.1;
ax.Box = 'on';
ax.XColor = [0.15 0.15 0.15];
ax.YColor = [0.15 0.15 0.15];
ax.GridColor = [0.85 0.85 0.85];
ax.GridAlpha = 0.5;

% Цвета
c1 = [0.00 0.45 0.74];
c2 = [0.85 0.33 0.10];
c3 = [0.47 0.67 0.19];

% Траектории
plot(x1, y1, '-', 'LineWidth', 3, 'Color', c1);
plot(x2, y2, '-', 'LineWidth', 3, 'Color', c2);
plot(x3, y3, '-', 'LineWidth', 3, 'Color', c3);
```

Рисунок 4 – Заполнение графики.

Заключение. Проведенное исследование показало высокую эффективность среды MATLAB как инструмента для численного решения задач классической механики и вариационного исчисления. Благодаря мощным встроенным функциям интерполяции и обработки массивов данных, программа позволяет с высокой точностью рассчитывать кинематические параметры движения вдоль кривых произвольной формы, заданных как аналитически, так и параметрически.

Особую ценность MATLAB представляет на этапе визуализации результатов. Возможность динамически обновлять графические объекты в цикле с помощью `drawnow` позволяет создавать наглядную анимацию, где одновременное движение трех тел сопровождается выводом численных показателей в реальном времени. Такой подход превращает абстрактные математические понятия (функционал действия, время спуска) в наблюдаемую физическую картину, что существенно облегчает интерпретацию данных и верификацию теоретических положений.

Кроме того, программа позволяет легко модифицировать параметры модели: достаточно изменить несколько переменных (например, форму траектории, граничные условия или коэффициент, учитывающий момент инерции), чтобы провести вычислительный эксперимент. Это делает разработанную программу универсальным инструментом не только для данной задачи, но и для широкого круга исследований в области аналитической механики и оптимизации траекторий.

Литература

1. Дьяконов, В. П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5. Основы применения. Полное руководство пользователя / В. П. Дьяконов. – Москва : Солон-Пресс, 2002. — 768 с.

2. Ануфриев, И. Е. Самоучитель MatLab 5.3/6.x. / И. Е. Ануфриев – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002. — 736 с.

3. Гультяев, А. К. Визуальное моделирование в среде Matlab : учебный курс / А. К. Гультяев. – Санкт-Петербург : Питер, 2000. – 432 с.

4. Мартынов, Н. Н. Matlab 5.x. Вычисления, визуализация, программирование / Н. Н. Мартынов, А. П. Иванов. – Москва : Кудиц-образ, 2000. — 336 с.

5. Козлов, А. Н. Имитационное моделирование в Matlab Simulink дизельной системы впрыска топлива / А. Н. Козлов, М. И. Арасланов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 70-летию инженерного факультета, Киров, 14 февраля 2022 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – Вып. 18. – С. 51-56. – EDN IXADXL.

6. Козлов, А. Н. Модель форсунки дизеля в Matlab Simulink / А. Н. Козлов, М. И. Арасланов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 70-летию инженерного факультета, Киров, 14 февраля 2022 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – Вып. 18. – С. 57-59. – EDN KVYWCC.

7. Likhanov, V. A. Simulation of Soot Emissions in a Diesel / V. A. Likhanov, A. N. Kozlov. – DOI 10.1134/S0040579524601468. // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2024. – Vol. 58, No. 3. – P. 775-781. – EDN TEEMBZ.

УДК 631.361

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ДВУХСТАДИЙНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГРУБЫХ КОРМОВ

Трушков Д. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ современных технологических линий, реализующих двухстадийное измельчение грубых кормов. Рассмотрены основные конструктивные особенности оборудования, применяемого на каждой стадии обработки Определены перспективные направления совершенствования технологических линий для повышения эффективности кормопроизводства.

Ключевые слова: линия, корм, загрузка, дозатор, производительность, смесь

В настоящее время в различных отраслях народного хозяйства, связанных с измельчением материалов, широко практикуется многостадийное измельчение (горнорудная промышленность, фармацевтическая, строительная и другие). Процесс двухстадийного измельчения не обошел и технологию приготовления кормов в животноводстве [1,4,5]. На рисунке показаны некоторые, наиболее характерные схемы технологических линий измельчения грубых кормов по двухстадийному циклу.

По технологии (рисунок 1, А) рассыпная солома навешенной на трактор бульдозерной навесной БН–1 подгребается в два стационарных кормораздатчика КТУ–10А. Они служат расходно–дозирующими ёмкостями для равномерной загрузки измельчителя ИГК–30Б, в который солома подаётся скребковым транспортёром ТО–40С, а измельчённая масса поступает далее в две ёмкости (КТУ–10А), выполняющие функцию накопителей. Затем транспортёром ТС–50–2,2 солома подаётся в смеситель ИСК–3 или ДИС–1М для смешивания с другими компонентами. Обслуживающий персонал – 2 человека, установленная мощность 164 кВт. Пропускная способность линии составляет 3 т/ч при длине частиц – 30…50 мм. [1,3]. Как видим, данная линия характеризуется низкими технико–эксплуатационными показателями, требует больших производственных площадей под оборудование, а размещение расходно–дозирующих ёмкостей ниже поверхности земли не исключает возможность затопления их водой.

Технология измельчения грубых кормов, разработанная на базе измельчителя ДИК–100 и питателя–дозатора конструкции КАЗНИИМАСХ (рисунок 1, Б) предусматривает погрузку корма на скирды в тракторный прицеп 2ПТС–4–887Ф с помощью погрузчика ПЭ–0,8Б и доставку его на кормовую площадку [1].

Использование дозатора предусмотрено и технологией (рисунок 1, В), по которой материал погрузчикам ПСС–5 отделяется от скирды, измельчается и загружается в тракторный прицеп 2ПТС–4–887А. Далее корм доставляется в кормоцех и перегружается в бункер дозатор БДК–Т–70–20, откуда в соответствии с нормой выдаётся в линию смешивания и доизмельчения (ИСК–3) .

Как известно, для приготовления гранулированных кормов с добавлением соломы последняя должна измельчаться в муку. При этом предусматриваются следующие основные операции (рисунок 1, Г). Из скирд солома грейферным погрузчиком ПГ–0,8Б загружается в тракторный прицеп 2ПТС–4–887А, подвозиться к кормоцеху и выгружается в питатель–измельчитель ЛИС–3,01, где производиться предварительное её измельчение. Затем измельчённая масса поступает в две дробилки КДУ–2,0, измельчается в муку подаётся в питатели сенной муки откуда шнеками транспортируется в смеситель [2].

На рисунке (рисунок 1, Д) представлена схема измельчения соломы, согласно которой корм фуражиром ФН–1,4 загружается в кузов кормораздатчика КТУ–10А и доставляется к кормоцеху. Из кормораздатчиков материал подаётся в дозаторы стебельных кормов ДСК–30 и далее в соответствии с нормой – на ленточный транспортёр ТП–65,0 линии смешивания и выгрузки готового продукта на базе ИСК–3 [3].

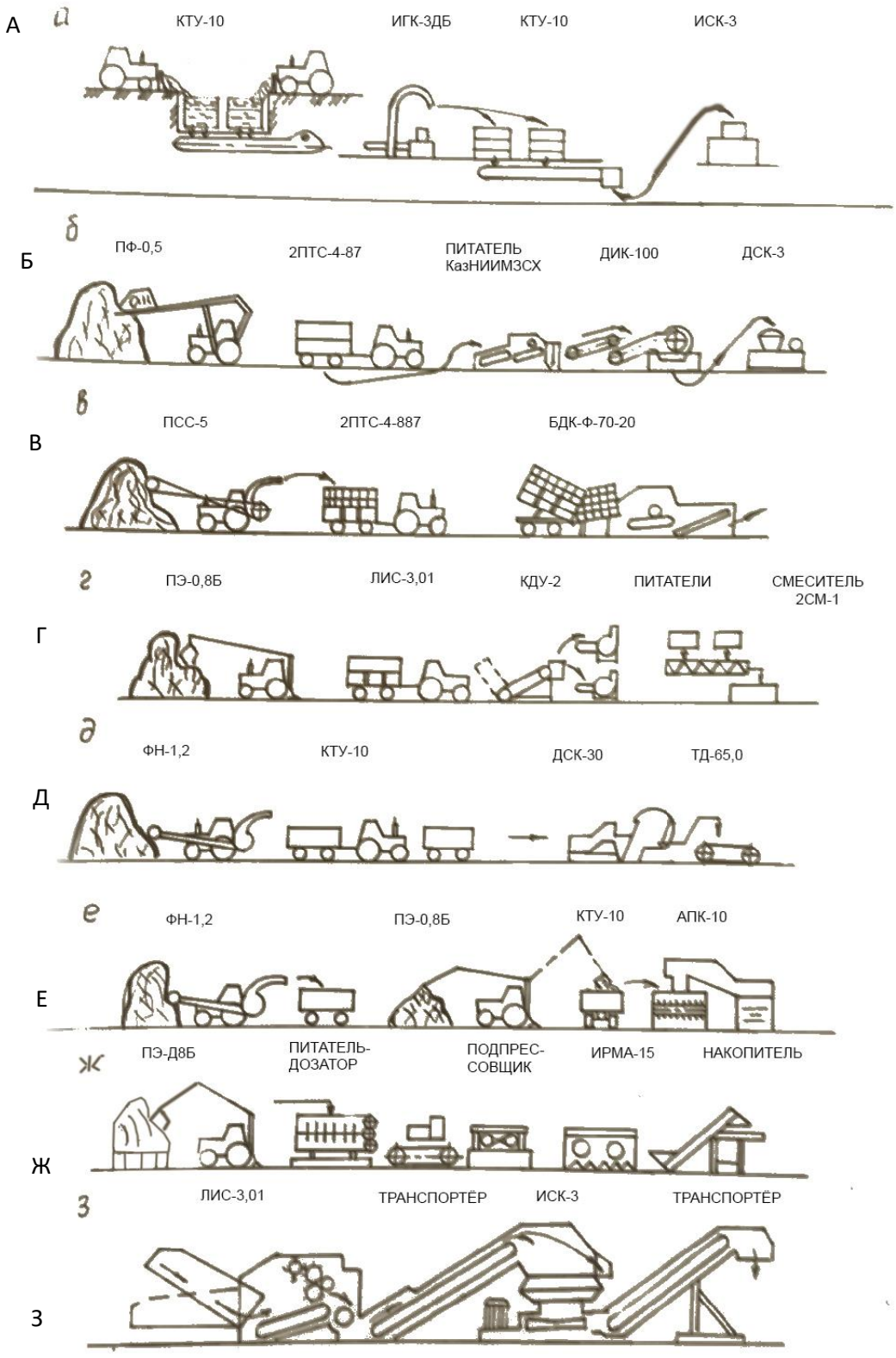


Рисунок 1 – Схемы технологических линий двухстадийного измельчения грубых кормов

По следующей схеме (рисунок 1, Е) грубые корма так же фуражиром ФН–1,4 измельчают и грузят в прицепы 2ПТС–4–887А. Затем их доставляют в кормоцех, складируют и по мере необходимости грейферным погрузчиком ПЭ–0,8Б загружают в оборудованный электроприводом кормораздатчик КТУ–10А. Транспортёрами кормораздатчика материал выгружается в бункер смеситель агрегата АПК–10А, где дополнительно измельчается и идёт на смешивание [4].

Согласно рисунка (рис 1, Ж) солома с эстакады грейферным погрузчиком ПЭ–0,8Б загружается в бункер–дозатор с шаговым транспортёром, откуда в дозированном виде она подаётся на питающий транспортёр, проходит через магнитный сепаратор и поступает в подпрессовщик. Здесь она уплотняется и подаётся измельчитель–смеситель ИРМА–15, в котором с помощью двух последовательно установленных ножевых барабанах измельчается и смешивается с другими компонентами и далее транспортёром загружается в накопительную ёмкость [5]. Линия измельчения соломы ЛИС–3 (рисунок 1, З) предназначена для обеспечения непрерывной подачи грубого корма при приготовлении рассыпных кормосмесей кормоцеха КОРК–15. По данной технологии солома или сено россыпью, в тюках или рулонах транспортным средством загружается в приёмный лоток питателя–измельчителя и транспортёром подаётся к измельчающим барабанам. Последние разрыхляют монолит корма, частично измельчая его и подают на выгрузку на промежуточный транспортёр. Далее масса поступает в измельчитель–смеситель ИСК–3, бункер дозатор БДК–Т–70–20, откуда в соответствии с нормой выдаётся в линию смешивания и доизмельчения (ИСК–3) куда при необходимости можно добавлять и другие компоненты для получения кормосмесей. Измельчённый в соответствии с зоотребованиями готовый продукт поступает на выгрузку в кормораздатчик [6].

Литература

1. Исследование устройства измельчения сыпучих материалов скалывающего типа / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 2 (30). – С. 57-63. – EDN WAVXBH.

2. Наймушин, Д. А. Мобильные кормороздатчики на фермах КРС / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 394-398.

3. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.

4. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.

6. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.

УДК 656.086

ВОЗДЕЙСТВИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ТЕХНОГЕННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

Трушков Д. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена изучению взаимосвязи глобальных климатических сдвигов и возрастания техногенных рисков для промышленных объектов и критически важной инфраструктуры. Анализируется воздействие экстремальных погодных явлений на надежность технологических систем, а также механизмы повышения аварийности под действием климатических факторов. Основное внимание уделено трансформации характера и периодичности промышленных аварий на фоне повышения температур, учащения наводнений и иных климатических аномалий. Представлены статистические данные, подтверждающие корреляцию между климатическими изменениями и уровнем аварийности в различных отраслях промышленности. Рассмотрены подходы к адаптации и методы повышения устойчивости промышленных объектов к изменяющимся климатическим условиям.

Ключевые слова: изменение климата, техногенные риски, промышленная безопасность, экстремальные погодные явления, адаптация инфраструктуры, климатическая устойчивость [1]

Современные климатические изменения создают новые вызовы для промышленной безопасности. По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), глобальная температура уже повысилась на 1,1°C по сравнению доиндустриальным уровнем, что приводит к учащению экстремальных погодных явлений. Эти изменения существенно влияют на параметры техногенных рисков, создавая новые угрозы для промышленных объектов и критической инфраструктуры [2,3].

Исследования показывают, что около 40% промышленных аварий последнего десятилетия были прямо или косвенно связаны с климатическими факторами. Особую опасность представляют комбинированные природно-техногенные катастрофы, когда экстремальные погодные явления становятся триггерами для масштабных промышленных аварий [7].

Основными климатические факторами, влияющими на техногенные риски, являются повышение температуры и тепловые волны, а также учащение экстремальных осадков и наводнений.

Рост средних температур оказывает комплексное воздействие на промышленные объекты: перегрев оборудования и снижение эффективности систем охлаждения; деформация конструкционных материалов; увеличение испарения летучих веществ.

Влияние температурных аномалий на различные отрасли с примерами приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние температурных аномалий на различные отрасли

Отрасль	Основные риски	Примеры последствий
Энергетика	Перегрев трансформаторов, снижение КПД	Отключения электроэнергии в Европе (2019-2022)
Химическая промышленность	Увеличение давления в реакторах	Взрыв на заводе в Техасе (2021)
Транспорт	Деформация рельсов, размягчение асфальта	Сбои в работе железных дорогов

Наводнения становятся одним из наиболее разрушительных факторов для промышленной инфраструктуры: затопление подземных коммуникаций; размыв фундаментов; коррозия оборудования.

На рисунке 1 представлена график с выраженной положительной динамикой роста числа промышленных аварий, связанных с наводнениями.

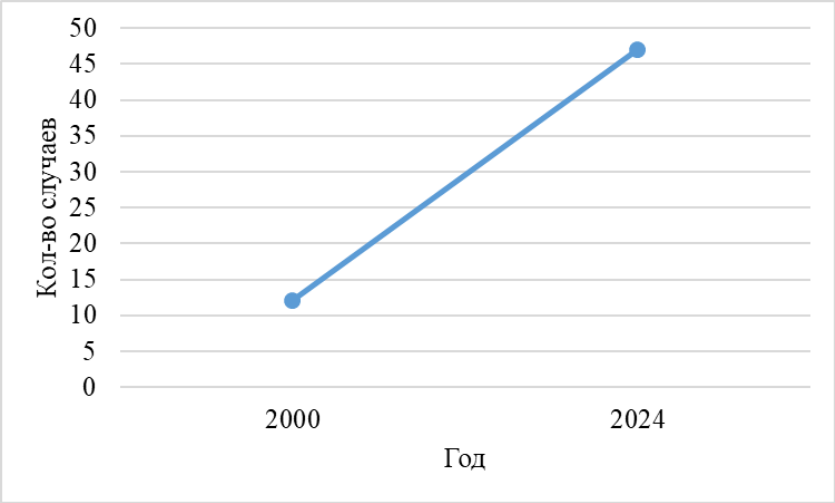


Рисунок 1 – Рост числа промышленных аварий, связанных с наводнениями (2000-2024 гг.)

Так же не мало важную роль играет изменение самого характера техногенных аварий. К таким типа изменения можно отнести новые типы каскадных аварий и изменение географического распределения рисков. Климатические изменения приводят к появлению ранее редких сценариев аварий: комбинированные события (например, ураган + наводнение + отключение энергии); каскадные отказы в связанных системах; территориально распределенные аварии. Традиционные "промышленные зоны риска" смещаются в связи с: таянием вечной мерзлоты (угроза для северной инфраструктуры); поднятием уровня моря (опасность для прибрежных объектов); изменением режима осадков.

Таблица 2 – Примеры крупных природно-техногенных катастроф последних лет

Год	Событие	Ущерб	Причина
2021	Авария на НПЗ в Луизиане	$2,3 млрд	Ураган "Ида"
2022	Отключения энергосистемы в Пакистане	$4,1 млрд	Наводнение + перегрев
2023	Разлив химикатов в Германии	€800 млн	Экстремальные дожди

Методы оценки и управления климатически обусловленными техногенными рисками. Под такими методами следует понимать современные подходы к оценке рисков и адаптационные меры для промышленных объектов. К первому относятся анализ новых угроз с применением климатические модели высокого разрешения, сценарное моделирование каскадных событий, а также методы машинного обучения для прогнозирования аварийности [4,5].

К ключевым направлениям адаптации можно отнести повышение конструкционной устойчивости, создание резервных систем энергоснабжения, разработка климатически адаптированных материалов, изменение стандартов проектирования. Данные направления можно использовать в совокупности в зависимости от постеленных задач [6].

Эффективность различных методов представлена на рисунке 2.

Кроме использования вышеизложенных методов следует обращать внимание и на перспективные направления исследований, такие как разработка комплексных моделей климат-техногенного взаимодействия, создание "умных" адаптивных защитных систем, использование big data для мониторинга emerging risks, развитие международных систем раннего предупреждения.

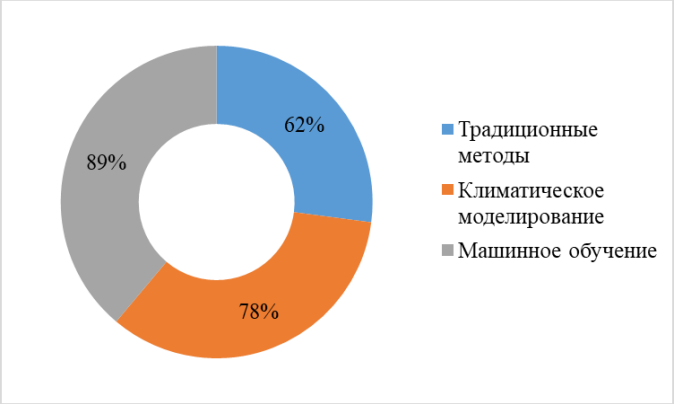


Рисунок 2 – Эффективность различных методов прогнозирования климатически обусловленных аварий

Изменение климата принципиально трансформирует ландшафт техногенных рисков, создавая новые вызовы для промышленной безопасности. Традиционные подходы к управлению рисками требуют существенной модернизации с учетом новых климатических реалий. Успешная адаптация промышленного комплекса к изменяющимся условиям потребует тесной интеграции климатической науки, технологий мониторинга и современных методов управления рисками. Критически важным становится развитие превентивных стратегий и международного сотрудничества в области снижения климатически обусловленных техногенных рисков.

Литература

1. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005.
2. Компьютерное моделирование определения реакций опор гибких барьеров / В. В. Коновалов, Д. А. Тарасов, В. Ю. Зайцев, Н. В. Байкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 72-79.
3. Коновалов, В. В. Моделирование состояния экологической системы / В. В. Коновалов, О. А. Логвина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 159-162. – EDN PIIICX.
4. Моделирование безопасности и рисков на газопроводах / Ю. О. Логвин, К. Р. Таранцева, О. А. Логвина, В. В. Коновалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 125-132. – EDN PIIIAP.
5. Никитин, Е. А. Разработка роботизированного устройства по оптимизации процесса кормления крупного рогатого скота на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Молодой ученый. – 2020. – № 43 (333). – С. 2-5.
6. Никитин, Е. А. Система роботизированного обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 26-30.
7. Современная наука: теория, методология, практика : материалы IV Всероссийской национальной научно-практической конференции, Тамбов, 20–21 апреля 2022 года. – Тамбов : Издательство ИП Чеснокова А.В., 2022. – 336 с. – ISBN 978-5-6046669-9-9. – EDN KKLGNW.

УДК 349.2

СВЕТОДИОДНЫЕ ЛАМПЫ

Трушков Д. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются Конструкция, характеристики, принцип работы, параметры излучения светодиодных ламп

Ключевые слова: охрана труда, освещение, светодиодные лампы, LED

Светодиодные лампы (LED) остаются самым востребованным и современным решением для освещения в 2026 году. Их актуальность обусловлена сразу несколькими ключевыми факторами:

Энергоэффективность и экономия

LED-лампы потребляют на 85–90% меньше электроэнергии по сравнению с традиционными лампами накаливания и примерно в 2–3 раза экономичнее люминесцентных аналогов.

Высокая светоотдача (до 100–150 лм/Вт) позволяет получать яркий свет при минимальных затратах энергии, что особенно важно в условиях роста цен на энергоносители.

Долговечность и надёжность

Срок службы качественных светодиодных ламп достигает 15 000–50 000 часов, что в разы превышает показатели других типов источников света.

LED-лампы не боятся частых включений/выключений, устойчивы к вибрациям и механическим воздействиям.

Качество света и забота о здоровье

Современные LED-лампы обеспечивают высокий индекс цветопередачи (CRI > 90), что делает цвета естественными и комфортными для глаз.

Возможность выбора цветовой температуры (от тёплого до холодного света) позволяет создавать оптимальные условия для работы, отдыха и сна.

Отсутствие мерцания и вредных излучений снижает утомляемость глаз и положительно влияет на самочувствие.

Экологичность и безопасность

В отличие от люминесцентных ламп, светодиоды не содержат ртути и других опасных веществ, не требуют специальной утилизации.

Минимальный нагрев делает их безопасными для любых типов светильников, включая натяжные потолки и детские комнаты

Универсальность и технологичность

LED-лампы подходят для любых помещений, уличного освещения, офисов, коммерческих и промышленных объектов.

Современные модели часто поддерживают диммирование, интеграцию в системы «умного дома», изменение цветовой температуры и яркости

Изучая полупроводниковые материалы, русский учёный Олег Лосев в 1923 году открыл явление образования свечения в карбиде кремния, позже названное электролюминесценцией. С тех пор началось исследование природы возникновения этого света. Так, в 1951 году в США был создан исследовательский институт, занимающийся изобретением ламп, работа которых основывалась на открытом эффекте. Первая лампа была представлена в 1968 году, она устанавливалась в индикатор Monsanto. Набор, состоящий из нескольких десятков красных осветителей, использовала компания Hewlett-Packard, выпустившая рекламный светодиодный экран для рекламы. В 1976 году появились жёлто-зелёные и красно-оранжевые диоды, но в качестве полноценного источника освещения они не могли использоваться, так как учёным не удалось получить синий цвет и, соответственно, создать равномерную освещённость.

В 1991 г. физик из Японии Ш. Накамура, используя гетероструктуру на основе нитрида индия-галлия, получает синее свечение. Используя три цвета – синий, зелёный и красный – удалось получить любой оттенок. Но только через шесть лет был выпущен по-настоящему белый светодиод. С 1999 года началось массовое использование LED ламп в качестве экономного и надёжного источника освещения.

Светодиод – это полупроводник. Когда через него проходит электрический ток, возникает излучение в видимом спектре света. Физически он представляет собой кристалл, в котором создан p-n переход. При включении его в прямом смещении, когда плюс блока питания прикладывается к дырочной зоне (p), а минус – к электронной (n), происходит движение зарядов, которые на границе зоны соприкосновения встречаются друг с другом.

При их столкновении возникает процесс рекомбинации (взаимного уничтожения) с выделением энергии. Эта энергия и образует свет, воспринимаемый человеческим глазом. Не все полупроводники могут излучать в видимом спектре. Лучшими из излучателей считаются прямозонные полупроводники. К ним относятся GaAs, InP, ZnSe, CdTe. Сама же лампочка состоит из нескольких частей, к которым относят:

- Рассеиватель. Используется для создания равномерной освещённости большой площади.
- Первичный радиатор. Теплопроводящая пластина, непосредственно контактирующая с диодным излучателем.
- Основной радиатор. Служит для отвода тепла как от кристалла диода, так и от электронной платы.
- Драйвер. Электронная схема, преобразующая напряжение сети 220 вольт в необходимое для работы излучателя.
- Цоколь. Выпускается разного размера и предназначен для создания надёжного электрического контакта.
- Электронная схема (драйвер) работает по принципу преобразования частоты и напряжения. Кроме этого, ее основной задачей является поддержание заданной величины тока, при этом напряжение может изменяться.

Изучая параметры излучателя света, можно определиться с его возможностями и оценить, насколько он подходит для использования в тех или иных условиях. Как и любой прибор, работающий от электричества, светодиодная лампа имеет свои характеристики. К наиболее важным, на которые следует обращать внимание, относятся:

- Мощность. Существует две её разновидности – электрическая и световая. Первая означает, какое количество энергии будет потреблять светильник во время своей работы. Её единицей измерения является ватт. Вторая же обозначает количество светового потока и измеряется в люменах. Эти два значения неизменно связаны между собой: чем ярче будет светить лампочка, тем больше электроэнергии она станет потреблять. В среднем для получения 60 люмен необходимо затратить 1 ватт энергии. Самые экономные варианты могут выдавать при 1 Вт яркость, равную 90 Lm.
- Температурная градация. Определяет световую гамму. Для домашнего использования подойдут не все виды светодиодных светильников, а только те, что излучают в диапазоне от 2700 K (тёплое свечение) до 3500 K (белый свет).
- Цветовая передача. Источники света, излучающие в одном температурном диапазоне, могут давать разнообразное цветовое восприятие. Поэтому при проведении тестов светодиодных ламп для дома нужно обращать внимание на индекс передачи. Чем этот коэффициент выше, тем меньше происходит искажения цвета освещаемых предметов. Хорошим показателем считается индекс 80–1000.
- Угол освещения. Выделение энергии в кристалле происходит пучками, поэтому свет, излучаемый им, имеет направленную форму. Для того чтобы осветить большую площадь, используются рассеиватели, а излучатели располагают под разными углами относительно друг друга. Среднее значение этих углов составляет 120–270°, а оптимальным будет 90–180°.

• Цоколь. Существуют различные стандарты в светильном оборудовании. В соответствии с ними и выпускаются лампочки, предназначенные для установки в разные патроны. Наиболее используемыми являются Е 14 (миньон), Е 27, Е 40.

Тип радиатора. Применение мощных светодиодов предполагает использование больших радиаторов, позволяющих эффективно отводить тепло. Выполняются они из алюминия или пластика и могут быть разной формы. Различают ребристые, гладкие, керамические и композитные устройства. Пластиковый имеет худшую теплопроводность, а оптимальным является композитный.

Литература

1. Шевченко, А. В. Организация труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года. : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 165-167.
2. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
3. Солонщиков, П. Н. Обеспечение безопасности при эксплуатации установки для приготовления жидких смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков. – Киров : Радуга-ПРЕСС, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-605-11953-1.
4. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
5. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85.
6. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
7. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
8. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.

УДК 349.2

ОСНОВНВЫЕ ОБЯЗАННОСТИ РАБОТОДАТЕЛЯ ПО СОБЛЮДЕНИЮ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА

Унжаков Д. С. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются виды ответственности за нарушение работодателем трудового законодательства и его обязанности по соблюдению требований охраны труда.
Ключевые слова: охрана труда, ответственность, трудовой кодекс, безопасность

На каждом предприятии устанавливаются правовые основы регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками, а также создаются условия труда, соответствующие требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности [1]. Согласно ст.212 ТК РФ обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда в организации возлагаются на работодателя [2].

Работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве сырья и материалов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
- режим труда и отдыха работников в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации;
- приобретение за счет собственных средств и выдачу специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами работникам, занятым на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочих местах работников и проверку их знаний требований охраны труда, недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке указанные обучение, инструктаж, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;
- организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;
- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией работ по охране труда в организации;
- проведение за счет собственных средств обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров (обследований) работников, внеочередных медицинских осмотров (обследований) работников по их просьбам в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медицинских осмотров;
- недопущение работников к выполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров, а также в случае медицинских противопоказаний;
- информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения здоровья и полагающимся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;



Рисунок 1 – Пример информирования работников о применении средств индивидуальной защиты [3].

- предоставление органам государственного управления охраной труда, органам государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда информации и документов, необходимых для осуществления ими своих полномочий;
- принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций, в том числе по оказанию пострадавшим первой помощи;
- расследование в установленном Правительством Российской Федерации порядке несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников в соответствии с требованиями охраны труда;
- беспрепятственный допуск должностных лиц органов государственного управления охраной труда, органов государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда, органов Фонда социального страхования Российской Федерации, а также представителей органов общественного контроля в целях проведения проверок условий и охраны труда в организации и расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- выполнение предписаний должностных лиц органов государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда и рассмотрение представлений органов общественного контроля в установленные законодательством сроки;
- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- ознакомление работников с требованиями охраны труда [1-3].

Помимо вышеперечисленных обязанностей, работодатель несёт ответственность за несоблюдение требований по охране труда.

Виды ответственности:

1. Административная

а. Нарушение государственных нормативных требований охраны труда, содержащихся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах РФ, за исключением случаев, предусмотренных частями 2-4 статьи 5.27_1 КоАП РФ и частью 3 статьи 11.23 КоАП РФ, влечет предупреждение или наложение административного штрафа.

b. Нарушение работодателем установленного порядка проведения спецоценки условий труда на рабочих местах или ее непроведение влечет предупреждение или наложение административного штрафа.

c. Допуск работника к исполнению трудовых обязанностей без прохождения в установленном порядке обучения и проверки знаний требований охраны труда, а также обязательных медосмотров влечет наложение административного штрафа.

d. Необеспечение работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ, отнесенные ТР ТС 019/2011 "О безопасности средств индивидуальной защиты" ко 2 классу в зависимости от степени риска причинения вреда работнику) влечет наложение административного штрафа.

e. Совершение административных правонарушений, предусмотренных частями 1-4 статьи 5.27_1 КоАП РФ, лицом, ранее подвергнутым административному наказанию за аналогичное административное правонарушение, влечет наложение административного штрафа.

f. Нарушение законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, выразившееся в нарушении действующих санитарных правил и гигиенических нормативов, невыполнении санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий, влечет предупреждение или наложение административного штрафа.

g. Нарушение санитарно-эпидемиологических требований к эксплуатации жилых помещений и общественных помещений, зданий, сооружений и транспорта влечет наложение административного штрафа.

h. Нарушение организацией, проводившей спецоценку условий труда, установленного порядка проведения спецоценки условий труда влечет наложение административного штрафа.

i. Совершение административного правонарушения, предусмотренного частью 1 статьи 14.54 КоАП РФ, лицом, ранее подвергнутым административному наказанию за аналогичное административное правонарушение, влечет наложение административного штрафа.

j. Сокрытие страхователем наступления страхового случая при обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний влечет наложение административного штрафа.

k. Невыполнение в установленный срок или ненадлежащее выполнение законного предписания должностного лица федерального органа исполнительной власти, осуществляющего федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, влечет наложение административного штрафа.

2. Уголовная

a. Нарушение требований охраны труда (государственных нормативных требований охраны труда, содержащихся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах РФ, законах и иных нормативных правовых актах субъектов РФ), совершенное лицом, на которое возложены обязанности по их соблюдению, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью человека.

b. Деяние, предусмотренное частью 1 статьи 143 Уголовного кодекса РФ, повлекшее по неосторожности смерть человека.

c. Деяние, предусмотренное частью 1 статьи 143 Уголовного кодекса РФ, повлекшее по неосторожности смерть двух или более лиц.

3. Дисциплинарная

a. За совершение дисциплинарного проступка, то есть неисполнение или ненадлежащее исполнение работником по его вине возложенных на него трудовых обязанностей, в том числе обязанностей в области охраны труда, работодатель имеет право

применить следующие дисциплинарные взыскания: замечание, выговор, увольнение по соответствующим основаниям.

4. Материальная

a. Моральный вред, причиненный работнику неправомерными действиями или бездействием работодателя, возмещается работнику в денежной форме в размерах, определяемых соглашением сторон трудового договора.

b. В случае, когда страховое возмещение недостаточно для того, чтобы полностью возместить причиненный вред, работодатель возмещает разницу между страховым возмещением и фактическим размером ущерба.

Права работника на охрану труда регулируются КоАП РФ. Статья 5. 27 определяет санкции (предупреждения, штрафы, дисквалификация), накладываемые на работодателя и должностных лиц:

– за неисполнение или нарушение требований по ОТ;

– нарушение в сфере специальной оценки условий труда;

– допуск к работе без прохождения необходимых инструктажей, проверки знаний или медицинских осмотров;

– непредставление сотрудникам средств индивидуальной или коллективной защиты [4-7].

Работодатель может назначить лица, ответственные за обеспечение охраны труда в пределах порученных им участков работ, может быть предусмотрено нормативными документами, регламентирующими безопасность конкретных видов работ. В организации, как правило, назначаются лица, ответственные за обеспечение охраны труда в пределах порученных им участков работ, в том числе:

– в целом по организации (руководитель, заместитель руководителя, главный инженер);

– в структурных подразделениях (руководитель подразделения, заместитель руководителя);

– на производственных территориях (начальник цеха, участка, ответственный производитель работ по строительному объекту);

– при эксплуатации машин и оборудования (руководитель службы главного механика, энергетика и т.п.);

– при выполнении конкретных работ и на рабочих местах (менеджер, мастер).

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит непосредственный руководитель (производитель) работ (мастер, прораб, преподаватель и так далее), прошедший в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда (Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 N 2464 "О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда").

В области охраны труда работодатель имеет право:

– использовать в целях контроля за безопасностью производства работ приборы, устройства, оборудование и (или) комплексы (системы) приборов, устройств, оборудования, обеспечивающих дистанционную видео-, аудио- или иную фиксацию процессов производства работ, обеспечивать хранение полученной информации;

– вести электронный документооборот в области охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом;

– предоставлять дистанционный доступ к наблюдению за безопасным производством работ, а также к базам электронных документов работодателя в области охраны труда федеральному органу исполнительной власти, уполномоченному на осуществление федерального государственного контроля (надзора) за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права,

и его территориальным органам (государственным инспекциям труда в субъектах Российской Федерации).

По вышерассмотренному материалу можно сделать вывод о том, что работодатель обязан информировать своих сотрудников о принципах охраны труда на месте работы, о возможных рисках, гарантиях, компенсационных выплатах и защитных средствах. Статья 37 Конституции РФ устанавливает, что каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Кроме того, работодатель обязан давать оценку условия труда и предоставлять работнику только достоверную информацию обо всех нюансах и аспектах будущей работы.

Литература

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693390 Российская Федерация. Программа с алгоритмом прогнозирования электрической нагрузки жилых домов по данным месячного электропотребления : заявл. 14.10.2025 : опубл. 27.11.2025 / С. Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А. И. Сидоров [и др.] ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет ». – EDN WXDKHC.
2. Толстоухова, И. А. Исследование подходов и алгоритмов машинного обучения для прогнозирования энергопотребления / И. А. Толстоухова // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 81-85.
3. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И.А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
4. Кокорина, П. П. Социально-экологические аспекты влияния автотракторных двигателей на окружающую среду / П. П. Кокорина, А. В. Шевченко // Тепловые двигатели, автомобили и тракторы : материалы Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2021 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – С. 247-253.
5. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.
6. Шевченко, А. В. Обзор насосного оборудования для обеспечения водоснабжения ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 171-174.
7. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005. – DOI 10.1051/e3sconf/202447103005. – EDN BVTAWW.

УДК 631.363

АНАЛИЗ МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ КОРМЛЕНИЯ НА МОЛОЧНЫХ ФЕРМАХ

Устинов Г. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье обосновывается актуальность механизации процессов кормораздачи на фермах крупного рогатого скота. Из всего многообразия кормораздаточных устройств выделены наиболее распространенные мобильные технические средства отечественного и зарубежного производства. Проведен анализ их преимуществ и недостатков.

Ключевые слова: кормораздатчик, трактор, раздача, корм, битер, бункер, кормушка, прицеп, транспортер, кормосмесь

На фермах крупного рогатого скота широкое распространение получили прицепные бункерные кормораздатчики с приводом от вала отбора мощности трактора. Практика показывает, что мобильные кормораздатчики могут применяться с наибольшей эффективностью при наличии на территории фермы кормовых площадок и подъездных путей с твёрдым покрытием. Кормовые проходы должны иметь ширину не менее 2.2 м, а высота задней стенки кормушки не должна превышать 0.75 м.

Тракторный универсальный кормораздатчик КТУ-10А, показанный на рисунке 1, предназначен для перевозки и раздачи в кормушки на одну или две стороны измельчённых стебельных кормов, силоса или сенажа [1,2,3,4,5]. Это двухосный прицеп на колесах с вместимостью кузова- $10м^3$.

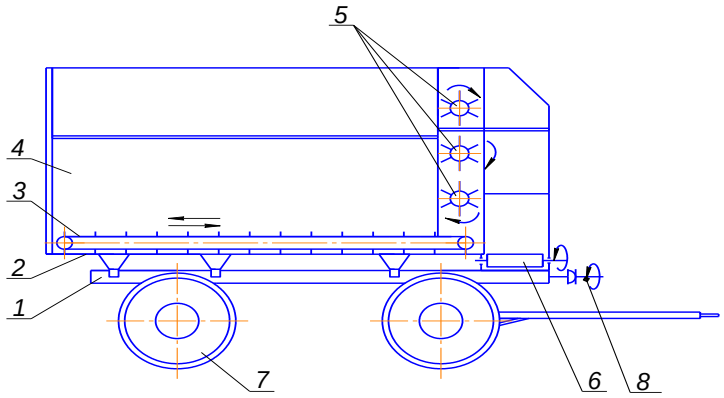


Рисунок 1 – Схема кормораздатчика КТУ-10А:
1 - рама, 2 - днище, 3 - продольный скребковый транспортёр, 4 - кузов,
5 -блок битеров, 6 - выгрузной транспортёр, 7 – ходовая часть,
8 - телескопический вал.

Прицепной раздатчик-смеситель кормов РСП-10, показанный на рисунке 2. Он предназначен для приёма заданной дозы компонентов рациона, транспортирования, смешивания их и равномерной раздачи полученной кормосмеси на фермах крупного рогатого скота с шириной кормового прохода не менее 2.2 метра и высотой кормушки не более 750 мм, а также на откормочных площадках вне помещений [1,6,7,8,9]. В процессе работы каждый компонент рациона загружают дозами в кузов в кормоцехе либо в силосной траншее. Смешивание производится при перемещении прицепа от кормоцеха к животноводческим помещениям, и далее готовая кормосмесь раздается по кормушкам.

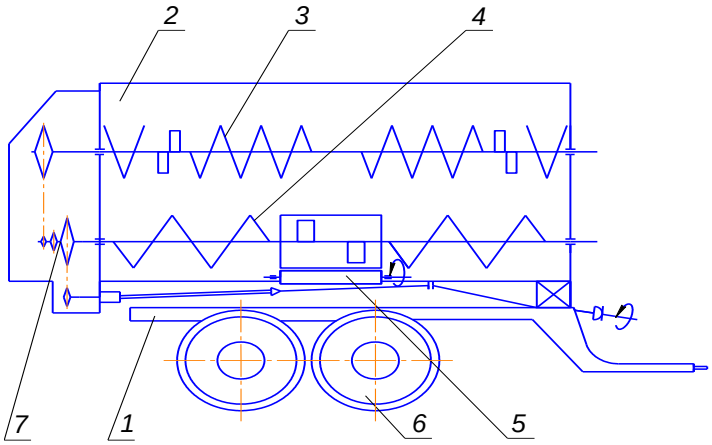


Рисунок 2 – Схема раздатчика-смесителя кормов РСП-10:
1 - рама, 2 – кузов, 3 – верхний шнек, 4 – нижний шнек, 5 – выгрузной транспортёр,
6- ходовая часть, 7 – привод рабочих органов.

Кормораздатчик Delaval (рисунок 3), предназначен для выполнения двух задач на ферме: смешение различных ингредиентов и выдача смеси животным [1,2,10]. Кормораздатчик агрегатируется с трактором класса 1.4 кН.

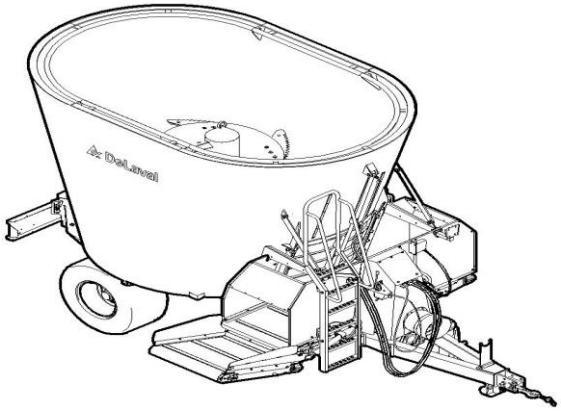


Рисунок 3 – Кормораздатчик Delaval

Внедрение разработанной технологии механизации процессов на фермах крупного рогатого скота позволило ликвидировать раздельную раздачу грубых кормов, а также сочных и концентрированных, позволило механизировать процесс раздачи кормосмесей, сократить количество занятых людей на фермах на 2-3 человека, повысить продуктивность животных на 6-8 %. Кроме того, при этом значительно улучшается качество приготовленного корма, повышается его поедаемость.

Литература

1. Исследование устройства измельчения сыпучих материалов скалывающего типа / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 2 (30). – С. 57-63. – EDN WAVXBH.
2. Наймушин, Д. А. Мобильные кормороздатчики на фермах КРС / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 394-398.

3. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.
4. Никитин, Е. А. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 37-46.
5. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
6. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С. М. Ведищев, А. Р. Горгодзе, А. В. Прохоров [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 2 (23). – С. 188-197.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619874 Российская Федерация. «Расчёт линии приготовления жидких кормов для молодняка животных при известном диаметре трубопровода» : № 2024617315 : заявл. 05.04.2024 : опубл. 27.04.2024 / П. Н. Солонщиков, А. Н. Козлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – EDN RIWPDP.
8. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
9. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.
10. Солонщиков, П. Н. Инженерное обеспечение процесса приготовления жидких кормовых смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию создания кафедры "Ремонт машин и технология конструкционных материалов", Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 128-131.

УДК 656.086

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА В КОНТЕКСТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Устинов Г. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Данная статья посвящена анализу вклада биоразлагаемых материалов в повышение экологической устойчивости промышленности. В ней рассмотрены основные виды современных биополимеров, их эксплуатационные свойства и потенциал для сокращения экологического ущерба. Ключевое внимание уделяется технологиям производства и сферам применения этих материалов в промышленности. Авторы исследуют барьеры и перспективы перехода на биоразлагаемые альтернативы, а также приводят обоснование их роли в развитии циркулярной экономики и уменьшении антропогенной нагрузки на природные экосистемы.

Ключевые слова: разлагаемые материалы, экологическое производство, биополимеры, устойчивое развитие, разложение отходов, циркулярная экономика, углеродный след, зеленые технологии, промышленная экология [1-5]

Современная промышленность сталкивается с необходимостью перехода к более экологичным производственным моделям в условиях нарастающего экологического кризиса. Традиционные синтетические материалы, особенно пластики, создают значительную нагрузку на окружающую среду из-за длительного периода разложения и накопления в экосистемах. Биоразлагаемые материалы представляют собой перспективное решение этой проблемы, предлагая альтернативу, которая сочетает функциональность традиционных материалов с экологической безопасностью.

Основное преимущество биоразлагаемых материалов заключается в их способности разлагаться под действием природных факторов – микроорганизмов, влаги, температуры – с образованием нетоксичных соединений. Это свойство делает их особенно ценными для применения в упаковочной индустрии, сельском хозяйстве, медицине и других отраслях, где важно минимизировать долгосрочное воздействие на окружающую среду [2,6].

Биоразлагаемые материалы можно классифицировать по происхождению сырья и механизму разложения. Наиболее распространенными являются полимеры на основе растительных компонентов, такие как полилактид (PLA), получаемый из кукурузы или сахарного тростника, и полигидроксиалканоаты (PHA), производимые бактериями. Эти материалы обладают достаточной механической прочностью для использования в упаковке, текстиле и даже некоторых видах одноразовой посуды [4].

Однако их свойства значительно отличаются от традиционных пластиков. Например, PLA демонстрирует высокую жесткость и прозрачность, но уступает полиэтилену в устойчивости к влаге и высоким температурам. PHA, напротив, обладает лучшей гидрофобностью, но его производство остается экономически менее выгодным. Кроме того, скорость разложения таких материалов зависит от условий окружающей среды – в промышленных компостерах процесс занимает несколько месяцев, тогда как в естественной среде может растянуться на годы.

Внедрение биоразлагаемых материалов наиболее активно происходит в упаковочной отрасли, где они используются для производства пленок, контейнеров и защитных покрытий. Например, многие европейские супермаркеты уже перешли на биоразлагаемые пакеты на основе крахмала, которые полностью разлагаются в течение года. В сельском хозяйстве такие материалы применяются для создания мульчирующих пленок, которые после использования не требуют утилизации, а естественным образом превращаются в удобрение.

В таблице 1 приведены данные по доле биоразлагаемых материалов в упаковочном секторе.

Таблица 1 – Доля биоразлагаемых материалов в упаковочном секторе по регионам (2023 г.)

Регион	Доля рынка	Годовой рост
Европа	18%	+7,2%
Северная Америка	12%	+5,8%
Азия	9%	+9,1%
Южная Америка	6%	+11,4%

С экологической точки зрения ключевым преимуществом биоразлагаемых материалов является снижение углеродного следа. Если производство обычного пластика связано с выбросами значительных объемов CO_2, то биополимеры, особенно из возобновляемого сырья, демонстрируют значительно меньшую нагрузку на климат. Например, углеродный след PLA почти в три раза ниже, чем у полиэтилена. Кроме того, разложение этих материалов не приводит к образованию микропластика, который сегодня считается одной из главных угроз для морских экосистем [7-11].

Несмотря на преимущества, массовое внедрение биоразлагаемых материалов сталкивается с рядом препятствий. Одной из главных проблем остается высокая стоимость производства, которая в 2–4 раза превышает цену традиционных пластиков. Это связано как с дороговизной сырья, так и с необходимостью адаптации производственных линий. Например, переработка PLA требует специальных температурных режимов, отличных от тех, что используются для обычных полимеров.

Другой важный аспект – ограниченная инфраструктура для компостирования. Во многих регионах отсутствуют промышленные компостеры, способные обеспечить оптимальные условия для разложения биополимеров. В результате материалы, предназначенные для быстрого разложения, могут накапливаться на свалках так же, как и обычный пластик. Кроме того, существует проблема "зеленого камуфляжа", когда производители маркируют продукцию как биоразлагаемую, хотя на практике она требует специфических условий для разложения [9,10].

Научные исследования в области биоразлагаемых материалов активно развиваются, предлагая новые решения для преодоления существующих ограничений. Одним из перспективных направлений является разработка материалов на основе морских ресурсов, таких как водоросли и хитин. Эти источники сырья не конкурируют с пищевыми культурами и могут производиться в больших объемах без ущерба для сельского хозяйства. Еще одним важным трендом становится создание гибридных материалов, сочетающих биоразлагаемую основу с наночастицами для улучшения механических и барьерных свойств. Например, добавление целлюлозных нановолокон в PLA значительно повышает его термостойкость, расширяя возможности применения. Параллельно развиваются технологии ускоренного разложения с использованием ферментов и специальных бактериальных штаммов, которые могут сократить сроки деградации материалов в естественной среде.

Биоразлагаемые материалы представляют собой важный элемент перехода к устойчивой промышленной модели, позволяющей сократить негативное воздействие на окружающую среду [11]. Хотя их массовое внедрение пока сдерживается экономическими и технологическими барьерами, постоянное совершенствование производственных процессов и появление новых видов биополимеров открывают значительные перспективы. Для успешной реализации этого потенциала необходима комплексная работа, включающая развитие инфраструктуры переработки, ужесточение экологических стандартов и поддержку научных исследований в области зеленых технологий. В долгосрочной перспективе биоразлагаемые материалы могут стать основой для циркулярной экономики, где отходы превращаются в ресурсы, а производство становится по-настоящему экологически безопасным.

Литература

1. Ensuring transport security during cargo transportation / P. Solonshickov, I. Tolstoukhova, A. Shevchenko, P. Kokorina // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03010.
2. Ведищев, С. М. Коэффициент бокового распора / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, Д. Н. Балахонова // В. И. Вернадский: устойчивое развитие регионов : материалы Международной научно-практической конференции, Тамбов, 07–09 июня 2016 года. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2016. – Т. 3. – С. 76-80.
3. К вопросу автоматизации расчета сооружений биологической очистки аэротенков-нитрификаторов / И. А. Мусаткина, С. Ю. Ефремова, В. В. Коновалов, С. Н. Николаева // Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения, перспективы и обеспечение экологической безопасности населения : сборник научных трудов по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции в рамках VI Всероссийского научно-общественного форума "Экологический форсайт", Саратов, 30–31 октября 2024 года. – Саратов : Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю. А., 2024. – С. 201-203.
4. Коновалов, В. В. Моделирование состояния экологической системы / В. В. Коновалов, О. А. Логвина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 159-162.
5. Моделирование безопасности и рисков на газопроводах / Ю. О. Логвин, К. Р. Таранцева, О. А. Логвина, В. В. Коновалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 125-132.
6. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
7. Таранцев, К. В. Моделирование и обоснование параметров пиролиза при утилизации твердых нефтесодержащих отходов / К. В. Таранцев, А. Н. Расстегаев, В. В. Коновалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 4 (32). – С. 55-60.
8. Таранцева, К. Р. Моделирование и обоснование параметров пиролиза при утилизации твердыхформальдегидсодержащих отходов / К. Р. Таранцева, А. Н. Расстегаев, В. В. Коновалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – № 4 (32). – С. 70-74.
9. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709.
10. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.
11. Шевченко, А. В. Организация и совершенствование безопасности труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 744-748.

УДК 331.45

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ РАБОТОДАТЕЛЯ ПО СОБЛЮДЕНИЮ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Устинов Г. А. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются обязанности и ответственности работодателя по обеспечению безопасных условий труда.
Ключевые слова: обязанность, ответственность, работодатель, охрана труда, трудовой кодекс

Согласно законодательству Российской Федерации, обязанность и ответственность по обеспечению безопасных условий труда ложиться на работодателя. Главный нормативный документ, определяющий обязанность и ответственность работодателя в области охраны труда, трудовой кодекс. В соответствии с ним все факторы, негативно влияющие на жизнь и здоровье сотрудников, должны быть устранены.

Обязанности работодателя регулируются 212 статьей трудового кодекса Российской Федерации, и содержат следующее:

1. - В соответствии со ст. 22 ТК работодатель обязан обеспечить безопасность труда и условия, отвечающие требованиям охраны и гигиены труда.

- Статьей 4 ТК запрещается принудительный труд. К принудительному труду также относят если, работник не обеспечен средствами коллективной или индивидуальной защиты либо работа угрожает жизни или здоровью работника.

- Работодатель обязан обеспечить нормальные условия для выполнения работниками норм выработки. К таким условиям, в частности, относятся условия труда, соответствующие требованиям охраны труда и безопасности производства (ст. 163 ТК).

2. Работодатель обязан организовать санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание. Полный набор и площадь санитарно-бытовых зданий, устройств, медицинских учреждений для соответствующих видов организаций и численности персонала указаны в названном СНиПе. Нехватка какого-либо вида санитарно-бытовых и лечебных помещений может быть оценена соответствующими надзорными органами как нарушение норм ТК.

3. Организовать производственный процесс необходимо таким образом, чтобы при эксплуатации производственных зданий, сооружений, оборудования, ведении технологических процессов, использовании сырья и материалов была обеспечена безопасность работников. Там, где это требуется в соответствии с установленным порядком и правилами, работодатель должен обеспечить наличие и надлежащую эксплуатацию средств коллективной и индивидуальной защиты.

4. Работодатель обязан обеспечить соответствие условий труда на каждом рабочем месте требованиям законодательства об охране труда.

5. Соблюдать нормы об обеспечении работодателем режима труда и отдыха работников.

6. Спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты, предусмотренные указанными нормами, являются для работодателя обязательным минимумом для бесплатной их выдачи работникам. Также работодатель обязан заменить или отремонтировать специальную одежду и специальную обувь, пришедшие в негодность до окончания сроков носки по причинам, не зависящим от работника.

В случае пропажи или порчи средств индивидуальной защиты в установленных местах их хранения по независящим от работников причинам работодатель обязан выдать им другие исправные средства индивидуальной защиты.

7. Работодатель обязан проводить инструктаж по вопросам охраны труда для всех вновь поступивших работников и обучать их безопасным методам и приемам выполнения работ непосредственно на рабочих местах в течение нескольких смен.

В круг обязанностей работодателя входит проведение инструктажа по охране труда для всех вновь поступающих на работу, а также переводимых на другую работу внутри организации. Для лиц, принимаемых на работы, выполнение которых требует специальной подготовки и профессионального отбора, должно быть организовано предварительное обучение правилам охраны труда с обязательным учетом специфики профессии (вида работ). По окончании курса обучающиеся сдают экзамен по знанию требований охраны труда.

В соответствии с ГОСТ 12.0.004-90 "Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения" по характеру и времени проведения инструктаж работников подразделяется на вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой.

Вводный инструктаж проводят со всеми вновь принимаемыми на работу независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, а также с командированными, учащимися, студентами, прибывшими на производственное обучение или практику.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми в организацию, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными, учащимися, студентами, с работниками, выполняющими новую для них работу, а также со строителями при выполнении строительно-монтажных работ на территории организации. Инструктаж проводится с каждым работником индивидуально, с показом безопасных приемов и методов труда.

Работники, не прошедшие в установленном порядке обучение, инструктаж, стажировку и проверку знаний требований охраны труда, не допускаются к работе.

8. Аттестация рабочих мест по условиям труда производится в соответствии с Порядком проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утв. Приказом Минздравсоцразвития России от 31 августа 2007 г. N 569.

9. Работодатель обязан за свой счет проводить обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры работников, внеочередные медицинские осмотры работников по их просьбам в соответствии с медицинскими рекомендациями, а также не допускать работников к выполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров, а также в случае медицинских противопоказаний.

В соответствии со ст. 213 ТК работники, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, связанных с движением транспорта, работники организаций пищевой промышленности, общественного питания и торговли, водопроводных сооружений, лечебно-профилактических и детских учреждений проходят обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры.

10. Расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний производятся работодателем в соответствии со ст. ст. 227 - 231 ТК, а также с Постановлением Минтруда России от 24 октября 2002 г. N 73 "Об утверждении форм документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве, и Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях".

11. Постановлением Минтруда России от 4 июля 2003 г. N 45 утв. нормы бесплатной выдачи работникам смывающих и обезвреживающих средств.

12. Методические рекомендации по разработке инструкций по охране труда утв. Минтрудом России 13 мая 2004 г.

Ответственность работодателя перед законом регулируется трудовым, уголовным и гражданским кодексами Российской Федерации. Например, статья 419 Трудового кодекса РФ определяет виды ответственности за нарушение норм в области охраны труда для работодателя, он может привлекаться дисциплинарной, гражданско-правовой, административной и уголовной ответственности в установленном федеральными законами порядке. Статья 11 Трудового кодекса определяет степень материальной ответственности

работодателя. А статья 143 уголовного кодекса предусматривает уголовную ответственность за нарушение требований охраны труда в случае, если по неосторожности здоровью человека или людей был причинен тяжкий вред или же нарушение повлекло смерть человека или нескольких.

Таким образом, обязанность работодателя по охране труда состоит в том, чтобы обеспечить работникам максимальную безопасность во время трудового процесса. Руководство должно регулярно анализировать и оценивать условия труда работников. Обеспечить работников средствами защиты, а в случае причинения вреда понести материальную и юридическую ответственность.

Литература

1. Шевченко, А. В. Гидродинамические характеристики смесительной установки при работе в режиме насоса / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 213-219.
2. Solonshchikov, P. Methodology for collecting information in the study of vehicle safety / P. Solonshchikov, E. Kosolapov // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 471. – P. 03005. – DOI 10.1051/e3sconf/202447103005. – EDN BVTAWW.
3. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.
4. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-7-153-154 // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
5. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 134-136.
6. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 175-178.
7. Шевченко, А. В. Обзор насосного оборудования для обеспечения водоснабжения ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 3. – С. 171-174.

УДК 621.91

ИТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ ПУТЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Фахретдинов Б. А. – обучающийся 1 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Обработка материалов резанием — это процесс формообразования деталей путем удаления поверхностных слоев заготовки (припуска) режущим инструментом в виде стружки. Метод обеспечивает высокую точность и требуемую шероховатость поверхностей, охватывая методы точения, фрезерования, сверления и шлифования, и является ключевым в машиностроении.

Ключевые слова: технология конструкционных материалов, интенсификация обработки резанием, материаловедение, современные способы обработки

При механической обработке пластичных материалов отделению материала срезаемого слоя от заготовки предшествует его интенсивное пластическое деформирование; т.е. основная доля работы резания расходуется на пластическое деформирование снимаемого металла. Учитывая это, многие применяемые методы совершенствования процесса резания построены на снижении работы, затрачиваемой на пластическую деформацию, путем воздействия на зону стружкообразования непосредственно в процессе резания. Сущность резания с предварительным пластическим деформированием материала срезаемого слоя состоит в совмещении двух процессов – опережающего пластического деформирования и непосредственно процесса резания. При этом к моменту начала воздействия режущего инструмента на материал срезаемого слоя часть работы, затрачиваемой на пластические деформации в процессе стружкообразования при обычном резании, уже предварительно выполняется дополнительным устройством. Следовательно, в процессе резания с предварительным пластическим деформированием (ППД) режущим инструментом совершается не вся работа, а только ее часть. Это обеспечивает снижение силы и температуры резания, что ведет к повышению стойкости инструмента и производительности обработки.

Резание с предварительным пластическим деформированием обеспечивает улучшение условий стружкообразования путем рационального изменения физико-механических свойств материала срезаемого слоя вследствие его упрочнения до процесса срезания. Упрочнение осуществляют накатным устройством, создающим глубину и степень наклепа, необходимые для получения максимальной эффективности последующего процесса резания [1-8]. Предварительное пластическое деформирование может производиться по поверхности резания или по обрабатываемой поверхности [1]. На черновых операциях применение резания с ППД приводит к повышению стойкости инструмента или производительности обработки. На чистовых операциях, выполняемых абразивным инструментом, опережающее пластическое деформирование используется прежде всего, как средство улучшения шероховатости поверхности. Достижения обоих эффектов – повышение стойкости и улучшение шероховатости поверхности – получают при протягивании, когда впереди режущих зубьев установлены выглаживающие, которые производят опережающее пластическое деформирование по обрабатываемой поверхности.

Данные по повышению стойкости при обработке с ППД по сравнению с обычным резанием (таблица 1) получены [1] на указанных в таблице режимах при точении сталей Х18Н10Т, 50РАСШ, 40ХСШ; использовались резцы из быстрорежущей стали Р18 со следующей геометрией: $\gamma = 8°$, $\alpha = 10°$, $\varphi = \varphi_1 = 45°$, $r = 1{,}5$ мм.

Сплав ЖС6К обрабатывался резцами, оснащенными пластинками твердого сплава ВК8 с геометрией: $\gamma = 8°$, $\alpha = 10°$, $\varphi = 30°$, $\varphi_1 = 45°$, $r = 0{,}5$ мм. Значения стойкости определялись исходя из допустимой величины износа задней поверхности $h_3 = 0{,}7$ мм для резцов из стали Р18 и $h_3 = 0{,}8$ мм для резцов, оснащенных пластинками твердого сплава ВК8. Обработка выполнялась без смазочно-охлаждающей жидкости.

Таблица 1 – Данные по повышению стойкости при резании с ОПД

Марка стали или сплава	Режимы резания				Повышение стойкости в число раз
	V, м/мин	S, мм/об	**t,** мм	давление на ролик, Н	
Х18Н10Т	20	0,15	2,5	1500	4,5-5
50РАСШ	30	0,26	2,5	1500	3,5-4
40ХСШ	30	0,26	2,5	1500	2,5-3
ЖС6К	10,5	0,15	2,5	2000	2-2,5

Резание с предварительным пластическим деформированием наряду со значительным повышением стойкости режущего инструмента позволяет улучшить эксплуатационные характеристики обрабатываемых деталей [8-17]. В этом случае поверхностный слой обработанной детали получается повышенной твердости, в нем образуются остаточные сжимающие напряжения. Это подтверждают результаты [1] испытаний на предел выносливости трех групп образцов, изготовленных из стали Х18Н9Т: первая группа образцов получена точением в обычных условиях резания; вторая – точением с упрочнением поверхности резания; третья – точением с упрочнением поверхности резания и одновременной накаткой обработанной поверхности. Применяемые для испытаний образцы всех трех групп обрабатывались твердосплавным резцом (ВК8, $\gamma = 8°$, $\alpha = 10°$, $\varphi = \varphi_1 = 45°$, r = **0,8** мм) на одних и тех же режимах резания: **t = 1,5** мм, s = **0,3** мм/об, v = 30 м/мин, без СОЖ. Упрочнение образцов второй группы производилось роликом, имеющим одну рабочую фаску. Для изготовления образцов точением с упрочнением поверхности резания и одновременным наклепом обработанной поверхности применялся специальный ролик с двумя рабочими фасками. В этом случае фаска ролика, контактирующая с поверхностью резания, обеспечивает опережающее пластическое деформирование материала срезаемого слоя. Вторая фаска, обкатывая обработанную поверхность, уменьшает ее шероховатость, повышает микротвердость в поверхностном слое и формирует в нем остаточные сжимающие напряжения. Усталостные испытания образцов на чистый изгиб показали, что наибольший предел выносливости имеют образцы, полученные точением с ППД и одновременным наклепом обработанной поверхности. Он на 65% выше предела выносливости образцов, полученных точением в обычных условиях резания. Использование метода обработки резанием с ППД без дополнительного наклепа также приводит к значительному увеличению предела выносливости деталей.

Литература

1. Гребнев, А. В. Интенсификация обработки резанием труднообрабатываемых материалов / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы X Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, посвященный 65-летию со дня образования инженерного факультета Вятской ГСХА, Киров, 07 февраля 2017 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – Вып. 18. – С. 113-116. – EDN YMGANM.

2. Grebnev, A. V. Load characteristics of a turbocharged diesel engine when working on natural gas / A. V. Grebnev, A. I. Chuprakov, A. E. Toropov // Journal of Physics: Conference Series : International Scientific Conference "Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering - APITECH-2019", Krasnoyarsk, 25–27 сентября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. Vol. 1399. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 55043. – DOI 10.1088/1742-6596/1399/5/055043. – EDN VQVYUD.

3. Гребнев, А. В. Расчет реактивного усилия на рулевом колесе автомобиля / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология –

Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 96-98. – EDN WZAWPP.

4. Качин, И. Е. Расчет энергии удара автоматического кернера / И. Е. Качин, Д. В. Ложкин, А. В. Гребнев // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2019. – С. 63-66. – EDN KJIRBH.

5. Гребнев, А. В. Изменение величины микрошага для повышения частоты вращения шагового двигателя / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 101-104. – EDN BWFPRQ.

6. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.

7. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.

8. Kozlov, A. N. Influence of ethanol on the combustion process and soot formation in the diesel cylinder / A. N. Kozlov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // Journal of Physics: Conference Series : International Scientific Conference "Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering - APITECH-2019", Krasnoyarsk, 25–27 сентября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. Vol. 1399. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 55051. – DOI 10.1088/1742-6596/1399/5/055051. – EDN NYRTZE.

9. Chuvashev, A. N. Influence of alcohol-fuel emulsions on effective indicators of the diesel depending on change of a corner of injection of fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12184. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012184. – EDN WCSUVY.

10. Chuvashev, A. N. Analysis of the use of methanol with a pilot portion diesel fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62089. – DOI 10.1088/1757-899X/862/6/062089. – EDN AQLMHW.

11. Chuprakov, A. I. The formation of soot in the cylinder of a diesel engine when operating on methanol-containing motor fuel / A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62087. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062087. – EDN DGUUSB.

12. Kopchikov, V. N. Reduced emission of nitrogen oxides by the diesel engine running on methanol and methyl ether of rapeseed oil / V. N. Kopchikov, A. V. Fominykh // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering As-

sociations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42028. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/4/042028. – EDN EFXOPH.

13. Фоминых, А. В. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизелях с использованием ДСТ / А. В. Фоминых // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 01–30 апреля 2014 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – С. 216-218. – EDN YHKCVF.

14. Fominykh, A. V. Influence of crankshaft speed on biofuel combustion in a diesel engine / A. V. Fominykh, V. N. Kopchikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62065. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062065. – EDN HOXPRI.

15. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1(45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.

16. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С.18-25. – EDN UWUHQY.

17. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.

УДК 631.363.2

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ ИЗМЕЛЬЧЁННОГО ГРУБОГО КОРМА ПРИ РАБОТЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ РОТОРОМ

Федорович – К. Е. магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии.
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г.Киров, Россия/

Аннотация. При исследовании рабочего процесса измельчителя с вертикальным ротором и радиальной подачей материала изучено качество готового продукта, оцениваемое с помощью законов распределения размеров частиц по их длине и числовым характеристикам. Показаны результаты фракционирования и средние значения массового выхода измельчённых частиц для трёх типов ножей фигурных, с острыми кромками и прямоугольных, а так же противорежущих элеметов с фигурными и острыми кромками и дек при работе измельчителя на различных режимах. Материал представлен в табличной форме. Сделаны выводы по результатам исследований.
Ключевые слова: Измельчитель, ротор, ножи, дека, грубый корм, частицы, фракционирование

При приготовлении кормов для крупного рогатого скота разработано большое разнообразие измельчителей грубых (стебельчатых) кормов, которые характеризуются как с точки зрения конструктивных особенностей, так по функциональным для различного вида животных и технологий. В то же время, как показала практика, многие машины уже выпускаемые серийно не всегда соответствую требованиям по качеству готового продукта, .а именно, по гранулометрическому составу измельченных частиц, им присущи так же ряд существенных недостатков, среди которых - высокая энергоемкость процесса при измельчении грубых кормов, неустойчивая работа из-за забивания рабочих органов, которые отличаются сложностью в изготовлении.. Одним из таких агрегатов является измельчитель с вертикальным ротором и осевой подачей материала, выполняющий функции измельчителя и измельчителя-смесителя, например, при приготовлении комбисилоса, в технологических линиях кормоприготовительных предприятий (рисунок 1) [1 – 9, 4].

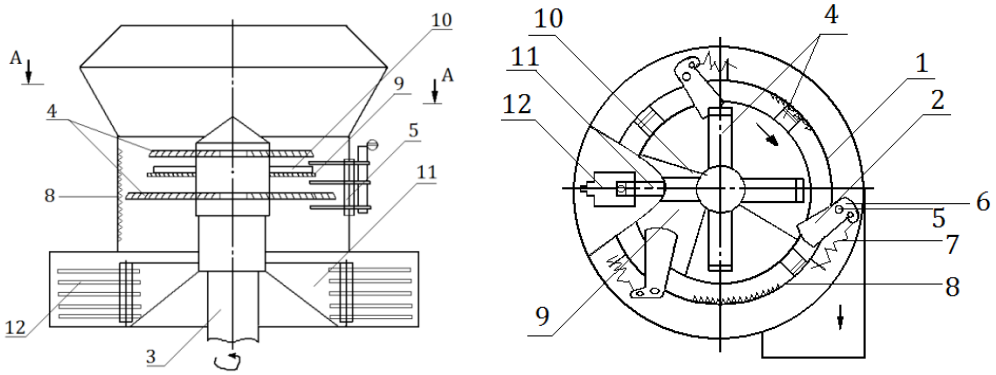


Рисунок 1 – Схема измельчителя с радиальной подача материала к ротору: 1 – вертикальная камера; 2 – режущие элементы; 3 – вал; 4 – нож; 5 – ось вертикальная; 6 – плечо двуплечего рычага режущего элемента; 7 – пружина; 8 – дека; 9 – диск; 10 – лопатка; 11 – швырялка; 12 – молотки.

При исследовании и оптимизации рабочего процесса данного измельчителя помимо энергетических характеристик изучалось качество готового продукта, оцениваемое с помощью законов распределения размеров частиц по их длине и числовым характеристикам на предмет соответствия зоотехническим требованиям [10-13, 15-17]. По результатам фракционирования продукта измельчения, взятого для анализа, после каждой повторности в ходе эксперимента были подсчитаны средние значения массового выхода P_i и суммарный

выход «по минусу» R_i для всех шести классов измельчённых частиц для трёх типов ножей при частоте вращения ротора измельчителя $n_p = 950$ мин$^{-1}$ и отдельно для ножей прямоугольного сечения при взаимодействии с противорезами двух типов: фигурными и с острыми кромками и с деками при частоте вращения ротора $n_p = 1250$ мин$^{-1}$ (рисунок 2). Полученные результаты представлены в таблице 1.

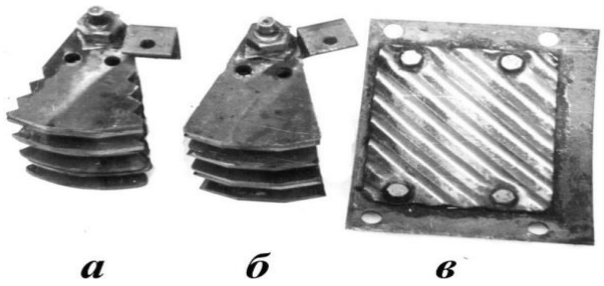


Рисунок 2 – Типы противорежущих элементов: а - фигурный; б - прямой; в – дека.

Таблица 1 – Результаты фракционирования продукта измельчения полученного для трёх типов ножей при работе измельчителя.

Класс измельчённых частиц, м	$n_p = 950$ мин$^{-1}$						$n_p = 1250$ мин$^{-1}$	
	Тип ножей						Прямоугольные	
	Прямоугольные		Трапецеидальные		Фигурные			
	P_i,%	R_i,%	P_i,%	R_i,%	P_i,%	R_i,%	P_i,%	R_i,%
0…0,01	22,8	22,8	9,3	9,3	8,2	8,2	22,7	22,7
0,01…0,02	34,3	57,1	29,8	39,1	38,8	47,0	34,1	56,8
0,02…0,03	13,1	70,2	17,1	56,2	11,0	58,0	13,1	70,2
0,03…0,04	5,9	76,1	6,6	62,8	6,3	64,3	5,8	76,0
0,04…0,05	2,4	78,5	2,9	65,7	3,6	69,9	2,0	78,0
Более 0,05	21,3	99,8	34,2	99,9	29,7	98,6	21,9	99,9

Анализ характеристик крупности (табл. 1) показывает, что при частоте вращения ротора $n_p = 950$ мин$^{-1}$ для всех трёх типов ножей характерно наличие значительного количества частиц с размером более 0,05 м и низкий процент частиц с размером до 0,02 м (согласно /129/ частиц, размером до 0,02 м должно быть не менее 80%).

Лучше качество измельчённой соломы получается при частоте вращения ротора $n_p = 950$ мин$^{-1}$ и использованием трапецеидальных ножей. Однако при частоте вращения ротора $n_p = 1250$ мин$^{-1}$ выходная характеристика по крупности для прямоугольных ножей оказывается аналогичной, что подтверждает возможность использования данного типа ножей.

В таблице 2 представлены результаты фракционирования измельчённой соломы, полученной при частоте вращения ротора $n_p = 1250$ мин$^{-1}$, с использованием ножей прямоугольного сечения в сочетании с различными типами противорежущих элементов.

Таблица 2 – Результаты фракционирования измельчённой соломы для различных типов противорежущих элементов

Класс измельчённых частиц, м	Количество и тип противорезов			
	6 фигурных	6 острых	6 дек	2 фигурных 2 острых 2 деки

	P_i,%	R_i,%	P_i,%	R_i,%	P_i,%	R_i,%	P_i,%	R_i,%
0…0,01	25,8	25,8	19,2	19,2	12,0	12,0	16,7	16,7
0,01…0,02	31,1	56,9	31,7	50,9	18,3	30,3	32,2	48,9
0,02…0,03	13,1	70,0	13,3	64,2	6,6	36,9	14,5	63,4
0,03…0,04	6,6	76,6	7,2	71,4	5,1	42,0	5,4	68,8
0,04…0,05	1,3	77,9	2,5	73,9	2,2	44,2	1,4	70,2
Более 0,05	22,0	99,9	25,7	99,6	55,6	99,8	29,5	99,7

Согласно таблицы 2 наилучшие значения качественного показателя измельчения соответствуют рабочему процессу измельчителя при шести фигурных противорезах. Однако, с целью поиска минимума энергозатрат были проведены опыты с использованием комбинированного сочетания противорежущих элементов в соотношении (2:2:2). Характер распределения частиц на данном режиме показывает, что качество готового продукта получается несколько ниже, чем при установке шести фигурных противорезов, однако, учитывая существенную разницу в энергоёмкости, комбинированное сочетание противорежущих элементов оказывается более предпочтительным.

В целом анализируя фракционный состав продукта измельчения следует сделать вывод о том, что качество корма, измельчённого на исследуемом измельчителе грубых кормов по гранулометрическому составу не соответствует предъявленным зоотехническим требованиям не по одному из установленных в них пределах [2,5,9,18].

Оценку равномерности выхода измельчённого корма после технологической линии, в которой установлен исследуемый измельчитель, проводили также в соответствии с методикой [19,20]. При этом обработка диаграммы, полученной при средней пропускной способности 2950 кг/ч и времени записи процесса 281 с позволила определить, что вероятность пребывания процесса выдачи материала в зоне технологического допуска $\Delta = \pm 15\%$ составляет $P_\Delta = 0{,}45$. То есть линия, в составе которой установлен данный измельчитель, работающий по принципу «на проход» на данном технологическом режиме выдаёт резку в пределах 15-ти процентного допуска лишь 45% по времени, что не удовлетворяет условиям поточного приготовления кормов [20] и для условий выполнения их подача в измельчитель должна обеспечиваться питателем с другими качественными характеристиками.

Литература

1. Пономарев А. Ф. Теория и практика промышленного кормопроизводства и свиноводства / А. Ф. Пономарев ; под общей редакцией Г. С. Походни. – Белгород : БелГСХА, 2003. 416 с.
2. Механизация и технология животноводства / В. В. Кирсанов, Д. Н. Мурусидзе, В. Ф. Некрашевич [и др.]. – Москва : КолосС, 2007. – 584 с.
3. Машины и технологии в животноводстве : учебник / В. Г. Мохнаткин, П. Н. Солонщиков, Е. А. Софронгов [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – 460 с: ил.
4. Мохнаткин, В. Г. Молотковые измельчители в кормоприготовительных агрегатах : монография / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, П. Н. Солонщиков. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – 197 с.
5. Сельскохозяйственная техника для интенсивных технологий : каталог / под редакцией: А. Е. Авдеева, А. Б. Бицоева, П. С. Волкова [и др.]. – Москва : АгроНИИТ ЭНИТО, 1988. – 288 с.
6. Сельскохозяйственная техника и оборудование для фермерских хозяйств : каталог / под редакцией П. А. Андреева : в 2 т. – Москва : Информагротех, 1994. – Т. 1. – 384 с.
7. Стяжкин, В. И. Совершенствование конструкции и оптимизация параметров молоткового измельчителя грубых кормов для поточных линий кормоцехов : автореферат диссертации… кандидата технических наук / В. И. Стяжкин. – Ленинград : Пушкин, 1988. - 22 с.

2. 9.Спевак, В. Я. Классификация и анализ питающих устройств кормоизмельчающих устройств кормоизмельчающих машин / В. Я. Спевак, Б. В. Кононов // Сборник научных трудов Саратовского института механизации сельского хозяйства. – Саратов, 1983. – С. 33-40.
3. Мохнаткин, В. Г. Экспериментальные исследования кормоприготовительного агрегата для ферм крупного рогатого скота / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков // Вестник Вятского ГАТУ. – 2025. – № 2 (24). – С. 11–21.
4. Авторское свидетельство №1381793 СССР, МКИ4 В 02 С 13/02. Молотковая дробилка : №3928637/29-33 : заявл. 27.05.85 / В. Р. Алешкин, В. Г. Мохнаткин, В. А. Сысуев [и др.]. – ДСП.
5. Мельников, С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рощин. – Ленинград : Колос, 1980. – 168 с.
6. Солонщиков, П. Н. Исследование и оптимизация режимов работы питающего устройства установки для приготовления жидких кормовых смесей / П. Н. Солонщиков // Вестник НГИЭИ. – 2024. – № 12 (163). – С. 24–35.
7. Чесноков, Л. М. Технологическая линия для заготовки комбисилоса / Л. М. Чесноков, А. А. Лущик, Е. П. Иванов / Техника в сельском хозяйстве. – 1988. – № 5. – С. 58.
8. Разработка и создание кормоприготовительного оборудования модульного типа с использованием методов математического и физического моделирования / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, Р. М. Горбунов, В. А. Якимов // Процессы и машины агроинженерных систем. – 2021. – № 1 (33). – С. 14–25.
9. Солонщиков, П. Н. Исследование влияния частоты вращения рабочего колеса смесительной установки на показатели качества смеси при непрерывном режиме / П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XV Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 14 февраля 2022 года. – Киров, 2022. – Вып. 22. – С. 130–134.
10. Мохнаткин, В. Г. Обоснование конструктивно-режимных параметров измельчителей кормов путем моделирования рабочего процесса / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 1 (3). – С. 12–18.
11. Мохнаткин, В. Г. Анализ факторов, определяющих эффективность рабочего процесса молотковых измельчителей стебельных кормов / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров, 2025. – С. 64-67.
12. Мохнаткин, В. Г. Обоснование типа противорежущих рабочих органов измельчителя с вертикальным ротором / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ : сборник научных трудов. – Киров, 2025. – С. 68-75.
13. Технологические требования к кормоприготовительным машинам. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980. – № 12. – С. 26-27.

УДК 519.242.01.631.363.2

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ И АНАЛИЗ КОРМОРАЗДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Федорович – К. Е. магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии.
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г.Киров, Россия.

Аннотация. Поточная технология приготовления кормов в животноводстве вызывает необходимость технологического резервирования, то есть накопления материала на той или иной стадии его приготовления. Одним из наиболее дешевых и простых по конструкции средств механизации, позволяющих решить проблему технологического резервирования, являются бункерные устройства, представлена их классификация. Отмечается, что в кормоцехах в линию измельчения грубых кормов устанавливают питатели, как самостоятельную машину, или питатели-измельчители, совмещающие функции накопления и измельчения. Дан анализ схем наиболее распространенных питающих устройств стебельных материалов.
Ключевые слова: Кормораздатчик, бункер, солома, измельчитель, ротор

Поточная технология приготовления кормов в животноводстве вызывает необходимость технологического резервирования, то есть накопления материала на той или иной стадии его приготовления. Это вызвано необходимостью обеспечить нормальный ход поточного процесса, оказывающего в конечном итоге существенное влияние на продуктивность животных. Одним из наиболее дешевых и простых по конструкции средств механизации, позволяющих решить проблему технологического резервирования, являются бункерные устройства - емкости, выполнению в различных формах из различных материалов, предназначенные для накопления, хранения, транспортировки и распределения материала. Они снабжены дополнительными агрегатами и механизмами с целью использования в определенной системе машин, которые выполняют заданные функции. [1, 2,3,4,5,6,7,8,9,10].

С учетом [11,12,13] классификацию бункерных устройств можно представить в следующем виде (рисунок 1), при этом по назначению их можно разделить на: сборочные - предназначенные для сбора материала, который поступает непрерывно, а выгружается периодически; одновременно они являются и резервными, выполняя функции накопителей для последующего обеспечения кормопереработки;

- распределительные, выполняющие роль сборочных бункеров;
- пересыпные, наполняемые по мере поступления материала и разгружаемые по мере необходимости;
- хранилища, предназначенные для хранения сырья и материалов.

Большинство материалов из бункеров разгружается самотеком через различного рода заслонки, однако для материалов, которые в силу физико-механических свойств не обладают сыпучестью, в частности, стебельные корма, применяются дополнительные устройства, обеспечивающие принудительное передвижение материала. Кроме того, использование бункеров как самостоятельного оборудования с целью резервирования грубого корма длительный промежуток времени не приемлемо ввиду его малой насыпной плотности, что вызывает необходимость иметь емкости больших размеров, так как по объему грубые корма составляют основную часть в рационе животных (до 50...60%). Поэтому в кормоцехах в линию измельчения грубых кормов устанавливают питатели, как самостоятельную машину, или питатели-измельчители, совмещающие функции накопления и измельчения.

В качестве питателей обычно используются мобильные кормораздатчики, позволяющие выдавать корм в соответствии с установленной нормой и снабженные специальными кормоотделяющими устройствами, которые предназначены для рыхления, разрыва, отделения определенной части корма от основного бурта и перебрасывания ее на выгрузной механизм. [7,8,9].

Существует несколько типов таких устройств [12,13,15,16]. Наибольшее применение они получили в тракторных кормораздатчиках, имеющих различные типы раздающих орга-

нов. Большинство кормораздатчиков снабжены кормоотделяющими устройствами битерного типа, которые представлены на рисунке 1.

Анализ представленных схем показывает, что существует различное расположение битеров в бункере кормораздатчика, но наиболее распространенным является вертикальное расположение, когда оси битеров по отношению друг к другу находятся в вертикальной плоскости.

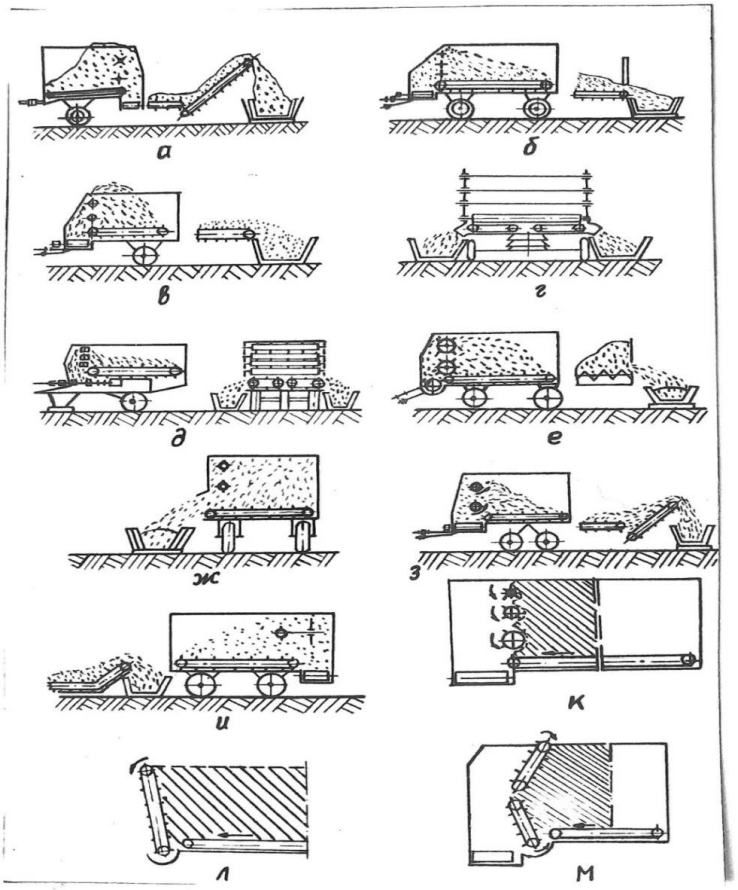


Рисунок 1 – Схемы кормораздающих устройств: а - одноосный с боковой выдачей; б - РМ-10; в,г,д - одноосные с кормоотделяющими устройствами битерного типа; е - с шнековыми битерами (фирма «Osvald Industris» США); 8 - с боковой подачей корма непосредственно в кормушки, без перегрузки (фирма «Hallecs» США); з, и, к - полунавесной и прицепной соответственно, имеющие дополнительный наклонный транспортер для выгрузки (фирма «Geil» анг.); л,м - с транспортерными кормоотделятелями (фирма SNOJ, США)

Необходимо отметить, что в этом случае в бункере возникают неохваченные пальцами зоны корма, которые обрушиваются периодически от действия горизонтальных составляющих усилий смежных битеров. Это приводит к неравномерности работы отделяющего механизма и отрицательно влияет на весь процесс в целом. Для уменьшения неравномерности применяют ступенчатое расположение битеров, то есть битеры смещены относительно друг друга в вертикальной плоскости. При этом неохваченные зоны уменьшаются, но совсем не ликвидируются [3,4,5,15,16].

Битерные устройства для отделения корма, помимо этого имеют и некоторые другие недостатки. К ним относятся: отрицательное влияние движения пальцев на процесс отделения корма, неравномерность выдачи кормовой массы вследствие образования неохваченных зон и наматывание длинностебельных кормов на битеры. Для устранения указанных недостатков можно вместо блока битеров применять транспортерные кормоотделители. Такие устройства используются в кормораздатчиках фирмы SNOJ (США) и экспериментальных ПТУ-10К и КТУ-10. В бункере устанавливается один (рисунок 3, л) или два (рисунок 3,м) транспортера - кормоотделителя, выполненных в виде цепей с закрепленными на них гре-

бенками с пальцами, которые и взаимодействуют с находящимся в бункере материалом. Для стебельных кормов считается наиболее рациональным устанавливать кормоотделитель под углом 10°...20° от вертикали в сторону движения рабочей ветви конвейера.

Кормоотделяющие устройства с двумя транспортерами применяются также для работы со стебельными грубыми и сочными кормами, при этом в случае двух транспортеров-кормоотделителей рекомендуется устанавливать их одинаковыми по длине, наклонными и вращающимися навстречу друг другу.

Обобщение опыта использования мобильных кормораздатчиков и навозоразбрасывателей в кормоцехах животноводческих ферм в качестве питателей-накопителей, осуществляющих дозирование корма и выдачу его на дальнейшую переработку, показало, что они не в полной мере соответствуют требованиям, предъявляемым к машинам линий смешивания . Так, КТУ-10 имеет малую вместимость, а при увеличении бортов наблюдается зависание соломы, снижение равномерности ее подачи. Механизм выгрузки и продольный транспортер сравнительно быстро выходят из строя. Поэтому применение их допустимо на фермах с суточной потребностью в кормосмесях до 30 т, либо в виде регулирующих бункеров-питателей грубых кормов [17,18,19].

Переоборудованные навозоразбрасыватели могут работать лишь при ручном выравнивании массы на подающем транспортере. Неравномерность выдачи ими норма при этом достигает 40... 60%..

В последние годы промышленность поставляет сельскому хозяйству специальные накопители-питатели КПГ-10.46.15; ПЭМ- 1,5 (ПСС-6): БДК-70 и ПДК-10. Не смотря на большую вместимость они также не всегда удовлетворяют технологическим требованиям. Так КПГ-10.46.15, ПДК-10 и БДК-70 не приспособлены для приема всего корма с самосвального транспорта и требуют дополнительных затрат труда на перегрузку его и лишь питатель ПЗН-1,5 полностью обеспечивает прием кормов с автосамосвалов. Регулирование величины подачи в данных питателях осуществляется за счет изменения скорости наклонного транспортера, а у БДК-70 гребенчатым выравнивателем по принципу изменения высоты формируемого слоя. У всех машин неравномерность выходного потока уменьшается при увеличении производительности или при использовании подпора массы за счет подъемного лотка, как у ПЗМ-1,5 [20, 21].

Таким образом, как показывает анализ, для выполнения функции накопления и дозирования кормов перед их обработкой в технологических линиях кормоприготовительных цехов широко используются мобильные кормораздатчики и навозоразбрасыватели, переоборудованные для работы на стационаре. При этом как эти, так и серийно выпускаемые питатели характеризуются отсутствием стабильности выходного потока корма, что отрицательно сказывается на качестве приготовления кормовых смесей и предполагает установку в линии дополнительных резервирующих емкостей.

Литература

1. . Алешкин, В. Р. Механизация животноводства / В. Р. Алешкин, П. М. Рощин ; под редакцией С. В.Мельникова. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 336 с.
2. Машины и технологии в животноводстве : учебник / В. Г. Мохнаткин, П. Н. Солонщиков, Е. А. Софронов [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022 – 460 с : ил.
3.Сельскохозяйственная техника для интенсивных технологий : каталог / под редакцией А. Е. Авдеева, А. Б. Бицоева, П. С. Волкова [и др.]. – Москва : АгроНИИТ ЭНИТО, 1988. – 288 с.
.4. Сельскохозяйственная техника и оборудование для фермерских хозяйств : каталог / под редакцией П. А. Андреева : в 2 т. – Москва : Информагротех, 1994. – Т. 1. – 384 с.
5. Резник, Е. И. Основные тенденции развития конструкций бункерных измельчителей кормов / Е. И. Резник // Тракторы и сельхозмашины. – 1985 – № 6. – С. 51-55.
6. Мохнаткин, В. Г. Повышение пропускной способности молоткового измельчителя с горизонтальным подающим бункером / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, Р. М. Горбунов // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 3 (31). – С. 23-30.

7. Мохнаткин, В. Г. Молотковые измельчители в кормоприготовительных агрегатах : монография / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, П. Н. Солонщиков. – Киров, 2024 – 168 с.
8 Белянчиков, И. Н. Механизация животноводства и кормопроизводства / И. Н. Белянчиков, А. И. Смирнов. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 400 с.
9. Завражнов, А. И. Механизация приготовления и хранения кормов / А. И. Завражнов, Д. И. Николаев. – Москва : Агропромиздат. – 1990. – 399 с.
10. Обзор мобильных измельчителей-раздатчиков грубых кормов, используемых на фермах А. В. Будилов, В. Г. Мохнаткин, А. А. Рылов, П. Н. Солонщиков / Вестник НГИЭИ. – 2014. – № 2 (33). – С. 38-45.
11.Спевак, В. Я. Классификация и анализ питающих устройств кормоизмельчающих устройств кормоизмельчающих машин / В. Я. Спевак, Б. В. Кононов // Сборник научных трудов. – Саратовский институт механизации сельского хозяйства. - Саратов, 1983. - С. 33-40.
12.Мохнаткин, В. Г. Исследование рабочего процесса роторного измельчителя с осевой подачей материала / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, Р. М. Горбунов // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 2 (30). – С. 4-11.
13.Мохнаткин, В. Г. Экспериментальные исследования кормоприготовительного агрегата для ферм крупного рогатого скота / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков // Вестник Вятского ГАТУ. – 2025. – № 2 (24). – С. 11-21.
14.Стяжкин, В. И. Совершенствование конструкции и оптимизация параметров молоткового измельчителя грубых кормов для поточных линий кормоцехов : автореферат диссертации кандата технических наук / В. И. Стяжкин. – Ленинград : Пушкин, 1988. - 22 с.
15. Мохнаткин, В. Г. Анализ рабочего процесса молотковых измельчителей грубых кормов / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XIV Международнойнаучно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 08 февраля 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – Вып. 21. – С. 82-88. – EDN XSYYHA.
16.Мохнаткин, В. Г. Обоснование конструктивно-режимных параметров измельчителей кормов путем моделирования рабочего процесса / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 1 (3). – С. 2-8.
17. Механизация раздачи кормов / А. П. Конаков [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 175 с.
18. Мохнаткин, В. Г. Повышение пропускной способности молоткового измельчителя с горизонтальным подающим бункером / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, Р. М. Горбунов // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 3 (31). – С. 23-30.
19. Резник, Е. И. Основные тенденции развития конструкций бункерных измельчителей кормов / Е. И. Резник // Тракторы и сельхозмашины. – 1985. – № 6. – С.51-55
20.Солонщиков, П. Н. Инженерное обеспечение процесса приготовления жидких кормовых смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию создания кафедры "Ремонт машин и технология конструкционных материалов", Чебоксары, 20–29 ноября 2014 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 128-131.
21.Корма: приготовление, хранение, использование : справочник / В. В. Щеглов, Л. Г. Боярский. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 255 с.

УДК 631.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКИХ КОРМОВ ДЛЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Холстинин, Д. С. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

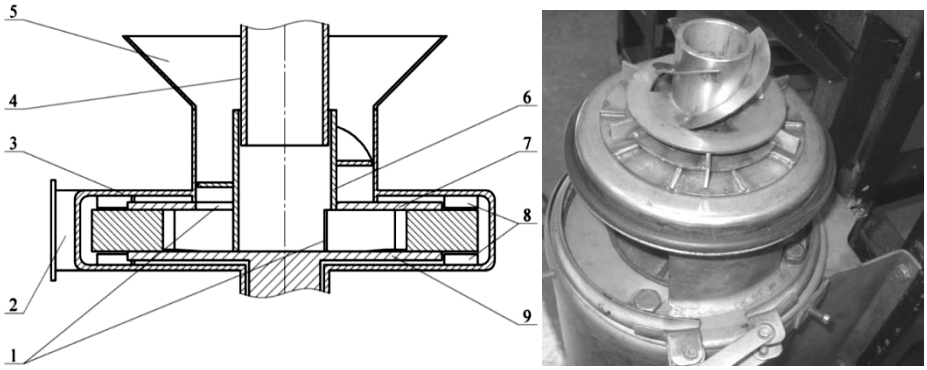
Аннотация. В статье рассматривается обзор методики определения факторов для разработки технологического процесса приготовления жидких кормов на ферме крупного рогатого скота.

Ключевые слова: молоко, жидкие корма, молодняк, гидросмесь, трубопровода, раздача, приготовление, вязкость

Рассматривая проблему повышения эффективности животноводства, следует иметь в виду, что интенсификация производства на современном этапе развития аграрного сектора в условиях рыночной экономики предполагает не только рост дополнительных вложений на единицу площади и голову животных. В первую же очередь должны быть совершенствованы средства интенсификации на основе внедрения достижений научно-технического прогресса, улучшения качества животных. Необходимо также разработать и внедрить новые прогрессивные технологии, обеспечить совершенствование в соответствии с изменившейся техникой и технологией организации производства труда. Анализ мирового рынка показывает, что большинство иностранных сельхозтоваропроизводителей используют для кормления заменители, а цельное молоко сдают на переработку. В России также прослеживается подобная тенденция [1].

Таким образом, получение кормовых молочных смесей на основе заменителей цельного молока, обладающих адаптированным к потребностям животных составом и снижающих затраты при выращивании молодняка, является весьма актуальной задачей.

Однако нарушения технологии приготовления кормовой смеси для молодняка могут привести к снижению привесов живой массы, резистентности организма и появлению ряда заболеваний желудочно-кишечного тракта. Ручное смешивание жидкого корма с водой не обеспечивает однородности корма, а неправильно приготовленный жидкий корм может вызвать диарею.



а б

Рисунок 1 – Схема (а) и общий вид (б) установки для приготовления жидких кормовых смесей

Анализ средств (установок) для смешивания и растворения позволили выявить следующие основные эксплуатационные и технологические требования:

– дозирование жидких и сыпучих компонентов;

– исключение намокания и налипания сыпучих компонентов из-за их раздельного подвода с жидкостью;

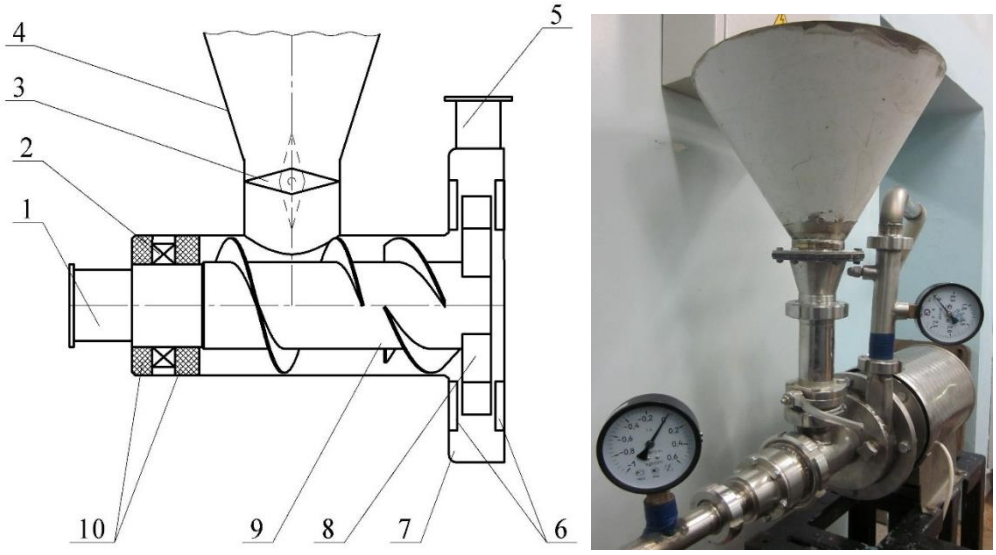
– интенсивное смешивание;

– совмещение функций смесителя и перекачивающего насоса в одном устройстве;

– малые габариты [2].

Для решения проблем на 1 этапе была создана установка, которая состоит из рабочей камеры 3 (рисунок 1), соединенной с загрузочной камерой 5, внутри которой расположено рабочее колесо. Рабочее колесо выполнено как комбинация открытого колеса на периферии и закрытого колеса в центре, снизу ограниченного основным 9, а сверху покрывным диском 7. Покрывной диск 7 соединен с расположенной по центру втулкой 6, имеющей спиральную навивку. В покрывном диске и втулке выполнены окна 1 [3].

На 2-м этапе предложенна конструкция установки была переоборудована, в горизонтальном исполнении. Так полая втулка со спиральной навивкой имеет уже удлиненный вид (рисунок 2). Втулка 9 закреплена в подшипнике 2, который с двух сторон снабжен уплотнениями 10. Втулка 9 соединена через корпус со всасывающим патрубком 1. В нижней части загрузочной камеры 4 расположена заслонка 3, перекрывающая подачу материала, находящегося в загрузочной камере 4, и предотвращающая попадание воздуха в рабочее колесо [4,5,8,9].



а б

Рисунок 2 – Схема (а) и общий вид (б) устройства для приготовления жидких кормовых смесей в горизонтальном исполнении

По всасывающему патрубку 1 поступает жидкость, которая перемещается внутри втулки 9, а в загрузочную камеру 4 засыпается сухой компонент, который под действием силы тяжести попадает на втулку 9, перемещаемую материал на рабочее колесо 8. В рабочей камере 7 сухой компонент интенсивно перемешивается с жидкостью за счет неподвижных лопаток 6. Полученная смесь подается через напорный патрубок 5.

Основные преимущества конструкции:

– герметичность системы из-за исключения подсоса воздуха с жидкостью и попадания его в рабочую камеру при пустой загрузочной камере за счет наличия заслонки;

– увеличение производительности и устойчивые показатели напорно-расходной характеристики;

– постоянное соотношение подачи сухих компонентов и жидкости за счет дозирования при помощи спиральной навивки.

Частоту вращения вала электродвигателя выбирали на основе проведенных исследований установки для приготовления смесей [2], учитывая выше сказанное выбрали частоты вращения n=1500 мин$^{-1}$ и n=3000 мин$^{-1}$. При схемах с открытой загрузочной камерой при частоте вращения рабочего колеса n=1500 мин$^{-1}$ значение по подаче составляет Q=3,5 м^3/ч, η=6,5%, максимальный H=6 м. А при частоте вращения n=3000 мин$^{-1}$, значение подачи в 1,4 раза меньше, КПД примерно в 3 раза меньше относительно показаний при n=1500 мин$^{-1}$, но значение напора в 2 раза больше. Предполагаем, что полезная мощность стала

уменьшаться с уменьшением подачи. Уменьшение подачи в свою очередь связано с тем, что полая втулка 6 с увеличением частоты вращения вала начинает перемещать воздух в осевом направлении в окна на покрывающем диске, тем самым увеличивая объём воздуха подаваемого в камеру над объёмом подаваемой жидкости [2-10]. Использование предлагаемой установки для приготовления питательных в горизонтальном исполнении позволит качественно и быстро смешивать сухие компоненты с жидкостью непосредственно в процессе её перемещения, а так же возможное ее использование в качестве кавитатора.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Технологический расчёт линии для приготовления и раздачи кормов : Учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. А. Зыкин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – 57 с. – EDN LYRKGE.
2. Солонщиков, П. Н. Инженерное обеспечение процесса приготовления жидких кормовых смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию создания кафедры "Ремонт машин и технология конструкционных материалов", Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 128-131. – EDN YVSPNS.
3. Мохнаткин, В. Г. Изучение процесса растворения заменителя цельного молока в установке для приготовления смесей / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Инновации в условиях импортозамещения в сельском хозяйстве России : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Киров, 20 ноября 2015 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2015. – С. 27-31. – EDN ZCWJHJ.
4. Программа управления системой дозирования сухих сыпучих компонентов комбикорма / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Н. Пронин [и др.]. – DOI 10.31857/S2500208224010187 // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 1. – С. 82-88. – EDN FMPJZS.
5. Патент на полезную модель № 140131 U1 Российская Федерация, МПК B02C 9/00. Дробилка с пневматической загрузкой материала : № 2013140549/13 : заявл. 02.09.2013 : опубл. 27.04.2014 / П. А. Савиных, В. Н. Нечаев, С. Ю. Булатов ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородский государственный инженерно-экономический институт (НГИЭИ). – EDN PNNMXR.
6. Булатов, С. Ю. Исследование процесса дозирования компонентов комбикорма шнеком ДШ-100 / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Г. Сергеев. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-10-36-40 // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 10 (292). – С. 36-40. – EDN PDGNKY.
7. Патент № 2374837 C1 Российская Федерация, МПК A01K 5/02. Устройство для внесения жидких добавок в сухие корма : № 2008124621/12 : заявл. 16.06.2008 : опубл. 10.12.2009 / В. В. Коновалов, В. П. Терюшков, А. С. Калиганов ; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN ROJPJF.
8. Борисова, М. В. Аналитическое описание показателей работы смесителя сыпучих материалов с винтовыми лопастями / М. В. Борисова, В. В. Новиков, В. В. Коновалов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 69-78. – EDN YZMYXZ.
9. Особенности производства комбикормов в условиях сельскохозяйственных организаций в современных реалиях / С. Ю. Булатов, М. С. Симачкова, А. Г. Сергеев [и др.]. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-59-67 // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10 (137). – С. 59-67. – EDN HJKGOG.
10. Оценка рабочих параметров стержневого измельчителя при измельчении влажного зерна / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, С. Л. Низовцев [и др.]. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-48-58 // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10 (137). – С. 48-58. – EDN XVFWMJ.

УДК 621.436

ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В АПК

Цепелев Н. С. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье анализируются глобальные и российские тенденции применения альтернативных видов топлива в агропромышленном комплексе (АПК), обусловленные экологическими вызовами, такими как Парижское соглашение и необходимость снижения эмиссии CO2. Рассматриваются преимущества биоэнергетики на основе сельскохозяйственных отходов и энергетических культур, а также перспективы водородного топлива в сельскохозяйственной технике и стационарных установках. Обсуждаются барьеры внедрения, включая экономические и технологические ограничения, и предлагаются унифицированные критерии экономико-экологической оценки эффективности альтернативных топлив.

Ключевые слова: альтернативные виды топлива, агропромышленный комплекс, биоэнергетика, биотопливо, биогаз, водородное топливо, экологическая оценка

Современный агропромышленный комплекс (АПК) сталкивается с растущей потребностью в энергетических ресурсах, при этом зависимость от ископаемых видов топлива становится все более проблематичной как с экономической, так и с экологической точки зрения. В связи с этим, анализ мировых тенденций развития рынка альтернативных топлив в АПК приобретает особую актуальность, выявляя динамику их внедрения и ключевые драйверы роста. Глобальные изменения климата и ужесточение экологических стандартов [1-7] стимулируют поиск и применение более устойчивых источников энергии в сельском хозяйстве. Одним из мощных стимулов для перехода на альтернативные источники энергии является вступление в силу Парижского соглашения, согласно которому государства-участники обязаны строго контролировать объемы эмиссии CO_2 [8-13]. Это актуализирует разработку проектных решений по переходу на альтернативные источники энергии, а также по сокращению и переработке отработавших дымовых газов. Таким образом, экологические обязательства становятся одним из ключевых драйверов, подталкивающих АПК к поиску более чистых энергетических решений. Несмотря на очевидные преимущества, глобальное распространение альтернативных видов топлива в АПК сталкивается с рядом барьеров, включая высокие первоначальные инвестиции, недостаточную развитость инфраструктуры и технологические ограничения. Однако, постоянное совершенствование технологий, государственная поддержка и растущая осведомленность о преимуществах устойчивого развития способствуют постепенному преодолению этих препятствий. В результате, наблюдается устойчивый рост интереса к биоэнергетике и водородному топливу как перспективным направлениям для сельскохозяйственного производства [14-18].

Российская Федерация обладает значительным и разнообразным потенциалом биоэнергетических ресурсов, которые могут быть эффективно использованы для производства биотоплива и биогаза в рамках агропромышленного комплекса. К таким ресурсам относятся не только отходы растениеводства и животноводства, но и специализированные энергетические культуры, которые могут быть выведены и адаптированы к различным климатическим условиям. Оценка этого потенциала требует тщательного учета региональной специфики сырьевой базы, поскольку доступность и объемы биомассы существенно варьируются по территории страны, что делает необходимым индивидуальный подход к каждому региону.

Использование биомассы для производства энергии позволяет не только значительно снизить зависимость от традиционных видов топлива, таких как нефть и газ, но и эффективно решить проблему утилизации сельскохозяйственных отходов, минимизируя их негативное воздействие на окружающую среду. Это, в свою очередь, способствует

улучшению экологической ситуации в регионах, где активно развиваются агропромышленные предприятия.

Развитие технологий переработки биомассы в биогаз или биотопливо открывает новые возможности для создания децентрализованных энергетических систем в сельской местности. Такие системы могут стать основой для устойчивого развития, обеспечивая местные сообщества доступной и экологически чистой энергией [19-25]. Это также способствует повышению энергетической автономии сельскохозяйственных предприятий, позволяя им не только сократить свои операционные затраты, но и повысить конкурентоспособность на рынке. В конечном итоге, интеграция биоэнергетических технологий в агропромышленный комплекс может стать важным шагом к устойчивому развитию экономики страны и улучшению качества жизни населения.

Перспективы применения водородного топлива в сельскохозяйственной технике и стационарных энергетических установках АПК вызывают все больший интерес, несмотря на существующие технологические аспекты и ограничения. Водород, как экологически чистое топливо, не производит выбросов парниковых газов при сгорании, что делает его привлекательным для снижения углеродного следа сельскохозяйственного производства. Однако, внедрение водородных технологий требует решения вопросов, связанных с его производством, хранением, транспортировкой и безопасностью использования. Потенциальные ниши для применения водорода связаны с сегментами, где первостепенную роль играют не затраты, а технологические параметры применения водорода. В частности, это военно-промышленный комплекс, космонавтика, дорогой премиальный автотранспорт. Интерес представляют беспилотные летательные аппараты с топливными элементами на водороде, благодаря возможностям длительного полета, бесшумности, отсутствию теплового следа. Для широкого внедрения в АПК необходимо преодолеть экономические барьеры и разработать более доступные и масштабируемые решения для сельскохозяйственной техники и стационарных энергоустановок, что является одной из ключевых задач современного инженерного развития.

Для эффективного внедрения альтернативных видов топлива в агропромышленном комплексе необходима разработка унифицированных критериев экономико-экологической оценки их эффективности. Это позволит сельскохозяйственным предприятиям принимать обоснованные решения о выборе наиболее оптимального вида топлива с учетом их специфики и региональных условий. Такие критерии должны охватывать как прямые экономические показатели, так и косвенные экологические выгоды. Экономическая оценка должна включать анализ капитальных и эксплуатационных затрат, срок окупаемости инвестиций, а также потенциальную экономию на приобретении традиционных энергоресурсов. Важно учитывать также государственные субсидии и льготы, которые могут существенно повлиять на экономическую привлекательность проектов. Экологические критерии, в свою очередь, должны оценивать снижение выбросов парниковых газов, уменьшение загрязнения почв и вод, а также вклад в устойчивое развитие региона. Разработка такой комплексной системы оценки позволит не только сравнить различные виды альтернативных топлив между собой, но и оценить их эффективность по сравнению с традиционными источниками энергии. Унифицированные критерии станут важным инструментом для формирования государственной политики в области аграрной энергетики и стимулирования перехода АПК на более экологичные и экономически выгодные решения. Это обеспечит прозрачность и объективность при принятии решений о внедрении новых технологий. Экономические критерии: капитальные и эксплуатационные затраты, срок окупаемости, экономия на традиционных энергоресурсах, государственные субсидии. Экологические критерии: снижение выбросов парниковых газов, уменьшение загрязнения почв и вод, вклад в устойчивое развитие региона.

Учитывая многообразие природно-климатических и экономических условий, характерных для Российской Федерации, разработка адаптивных моделей интеграции альтернативных энергорешений в агропромышленный комплекс (АПК) должна быть

ориентирована на конкретные регионы. Это подразумевает, что практические рекомендации по выбору и внедрению альтернативных видов топлива должны учитывать уникальные особенности каждого региона. К таким особенностям относятся доступность сырьевой базы, уровень развития инфраструктуры, а также специфика сельскохозяйственного производства, которая может значительно варьироваться в зависимости от географического положения и климатических условий. Такой регионально-ориентированный подход позволит максимально эффективно использовать имеющиеся ресурсы, что, в свою очередь, поможет минимизировать риски, связанные с внедрением новых технологий. Рекомендации, которые будут предложены в рамках данной модели, должны охватывать широкий спектр агротехнологических процессов, начиная от производства сельскохозяйственной продукции и заканчивая ее переработкой и хранением. Например, в тех регионах, где животноводство играет значительную роль, целесообразно сосредоточить внимание на биогазовых установках, которые могут перерабатывать органические отходы и производить энергию. В то же время, в районах, где имеется большой объем растительных отходов, более актуальным будет производство твердого биотоплива, что позволит эффективно использовать имеющиеся ресурсы. Комплексный подход к интеграции альтернативных энергетических решений не только способствует повышению энергетической независимости, но и укрепляет устойчивость всего агропромышленного комплекса страны. В результате, это может привести к снижению зависимости от традиционных источников энергии, улучшению экологической ситуации и повышению конкурентоспособности отечественного сельского хозяйства на внутреннем и внешнем рынках.

Литература

1. Барков, В. И. Совершенствование технологии биологической обработки сельскохозяйственных отходов / В. И. Барков // International scientific journal "Mechanization in agriculture". – 2014. – № 2. – С. 22-24.
2. Лиханов, В. А. Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения оксидов азота в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 408 с. – EDN YPVGZN.
3. Лиханов, В. А. Использование природного газа, спиртов и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – 395 с. – EDN XOYWAX.
4. Лиханов, В. А. Исследование рабочего процесса дизеля на спиртосодержащем топливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – 205 с. – ISBN 978-5-6048477-7-0. – EDN GXGGVB.
5. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
6. Белов, В. И. Государственное управление повышением энергоэффективности сельскохозяйственных регионов Российской Федерации / В. И. Белов // Государственное управление. Электронный вестник. – 2024. – № 104. – С. 122-132.
7. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 4 (40). – С. 21-25. – EDN SILVTR.
8. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 16-4. – С. 170-173. – EDN QIPLVD.
9. Лиханов, В. А. Сгорание, тепловыделение и образование оксидов азота в дизеле, работающем на альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – 173 с. – ISBN 978-5-6045024-5-7. – EDN TBGZKI.

10. Лиханов, В. А. Исследование скоростного режима дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – № 1 (61). – С. 12. – EDN XEQEDT.
11. Прогноз развития энергетики мира и России 2024 / Ю. В. Галкин, А. А. Галкина, Л. М. Григорьев [и др.]. – Москва : Институт энергетических исследований Российской академии наук, 2024. – 208 с.
12. Конышев, Л. А. Объекты генерации тепловой и электрической энергии, работающие на водородном топливе / Л. А. Конышев // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: естественные и технические науки. – Новокузнецк, 2020. – С. 2-3.
13. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С. 15-19. – EDN VLQGLM.
14. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
15. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4 . – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
16. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
17. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1(45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
18. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
19. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
20. Лиханов, В. А.Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
21. Лиханов, В. А. Исследование сажевыделения в тракторном дизеле, работающем на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 4. – С. 375-385. – EDN SDIADK.
22. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 3. – С. 424-443. – EDN JKSIXY.
23. Лиханов, В. А. Исследование токсичности отработавших газов дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 9. – С. 30-34. – EDN XEJMTH.
24. Лиханов, В. А. Исследование дизеля на спиртовом и газомоторном топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – 175 с. – ISBN 978-5-6045024-1-9. – EDN GCPSZS.
25. Демёхин, Г. Д. Биоэнергетика как сегмент аграрного сектора экономики, основанной на преобразовании энергии органических отходов / Г. Д. Демёхин // Вестник МГАУ имени В. П. Горячкина. – 2019. – № 4. – С. 46–51.

УДК 621.436

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПЕРЕВОДА ТРАКТОРНО-КОМБАЙНОВОГО ПАРКА РОССИИ НА ГАЗОМОТОРНОЕ И БИОТОПЛИВО К 2030–2035 ГГ.

Цепелев Н. С. – магистрант 2 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье анализируется экономическая и экологическая целесообразность перевода тракторно-комбайнового парка России на газомоторное топливо (КПГ/СПГ) и биотопливо к 2030–2035 годам. Рассматривается критическое состояние существующего парка сельхозтехники с высоким уровнем износа (свыше 83% тракторов и 75% комбайнов за пределами амортизационного срока), зависимость от дизельного топлива, региональные диспропорции в технической оснащённости и рост эксплуатационных затрат. Показана значительная разница в стоимости топлива: природный газ в 3–4 раза дешевле дизеля для сельхозпроизводителей. Приведены расчёты экономии (450–600 тыс. руб. в год на единицу техники при использовании КПГ, 120–150 тыс. руб. при биодизеле В20), сроки окупаемости переоборудования (4–5 лет с учётом субсидий), капитальные затраты на ГБО и инфраструктуру, а также меры государственной поддержки. Экологический эффект включает снижение выбросов CO_2 на 20–25% (газ) и до 50–80% (биотопливо), уменьшение токсичных веществ (CO, NOx, углеводородов, сажи) в 2–9 раз и твердых частиц на 90–95%.

Ключевые слова: тракторно-комбайновый парк, газомоторное топливо, природный газ, КПГ, СПГ, биотопливо, биодизель, экономическая эффективность, экологическая целесообразность, снижение выбросов, модернизация сельхозтехники

Возрастная структура тракторно-комбайнового парка России характеризуется критическим уровнем износа, что негативно влияет на эффективность сельскохозяйственного производства. «По данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи, большая часть сельскохозяйственной техники — это сильно изношенные и малопроизводительные машины (свыше 83% тракторов и 75% комбайнов находятся за сроками амортизации, доля тракторов с мощностью двигателей до 110 л. с. не превышает 74% от общего парка) [1-5]». Преобладание устаревших моделей с низкой мощностью двигателей приводит к снижению производительности агрегатов и увеличению эксплуатационных расходов. Высокие затраты на обслуживание и ремонт старой техники формируют дополнительную финансовую нагрузку на сельхозпредприятия.

Техническая оснащённость сельскохозяйственных предприятий демонстрирует выраженные региональные диспропорции, усугубляющие проблему эффективности агропромышленного комплекса. Неравномерное распределение современной техники между регионами создаёт дисбаланс в производственных возможностях и уровне механизации сельского хозяйства. Ограниченная доступность высокопроизводительных машин в отдельных субъектах федерации снижает общую конкурентоспособность отрасли. Данная ситуация актуализирует необходимость разработки дифференцированных подходов к модернизации парка с учётом территориальных особенностей.

Дизельное топливо продолжает доминировать в энергобалансе сельскохозяйственной техники России, составляя свыше 90% от общего потребления горюче-смазочных материалов [6-10]. Эта зависимость формирует значительные риски для отрасли, поскольку колебания мировых цен на нефтепродукты напрямую влияют на себестоимость сельхозработ. Импортная составляющая в поставках дизтоплива усиливает уязвимость логистических цепочек, особенно в условиях геополитической нестабильности. Одновременно высокая углеродоёмкость традиционного топлива ограничивает экологическую устойчивость агропромышленного комплекса, препятствуя достижению климатических целей.

Эксплуатация морально и физически изношенной сельскохозяйственной техники приводит к системному росту прямых и косвенных издержек производства. Высокие затраты на обслуживание и ремонт устаревших агрегатов, частые простои из-за поломок, а также повышенный расход топлива формируют значительную финансовую нагрузку на сельхозпроизводителей. Одновременно наблюдается увеличение экологического ущерба, обусловленного неэффективным сгоранием топлива в двигателях с низким коэффициентом полезного действия. Согласно экспертным оценкам, доля сельхозтехники старше 10 лет в России превышает 70%, что усугубляет указанные проблемы и создаёт дополнительные риски для устойчивого развития агропромышленного комплекса.

Анализ текущих рыночных цен на энергоносители в сельском хозяйстве России показывает существенную разницу между стоимостью дизельного топлива и альтернатив. Средняя цена дизельного топлива для сельхозпроизводителей составляет около 75-77 рублей за литр, тогда как природный газ предлагается по эквиваленту 18-22 рубля за литр дизельного эквивалента. «Себестоимость газа существенно ниже нефтепродуктов, а его цена на российском рынке почти в три раза ниже, чем на западноевропейском [11-16]». Биотопливо демонстрирует промежуточные значения, однако его стоимость сильно зависит от локализации производства сырья.

Прогнозируемая динамика цен на топливо до 2035 года будет определяться сочетанием факторов государственного регулирования и мировых рыночных трендов. Ожидается постепенное увеличение акцизов на дизельное топливо в рамках экологической политики, тогда как природный газ и биотопливо сохранят налоговые преференции. Мировые тенденции декарбонизации могут усилить спрос на биотопливо, что при отсутствии экспортных ограничений создаст давление на внутренние цены. Российские особенности газового рынка с его избыточными мощностями обеспечат стабильность цен на СПГ и компримированный газ для сельхозтехники.

Расчёты для типовых моделей зерноуборочных комбайнов и тракторов класса 5 демонстрируют значительный потенциал экономии. Годовая экономия при переходе с дизельного топлива на КПГ составляет 450-600 тысяч рублей на единицу техники при пробеге 1500 моточасов. Использование биодизеля В20 даёт более скромный эффект — около 120-150 тысяч рублей ежегодно, но требует минимальных затрат на модернизацию. Долгосрочные модели показывают, что совокупная экономия за 10-летний цикл эксплуатации может покрыть до 80% затрат на переоборудование техники [17-21].

Капитальные затраты на установку газобаллонного оборудования существенно варьируются в зависимости от типа сельхозтехники. Для тракторов мощностью 150-300 л.с. стоимость переоборудования составляет 300-600 тыс. рублей за единицу, тогда как адаптация комбайнов требует 700 тыс. - 1 млн рублей. Переход на биотопливо требует менее затратной модернизации топливной системы в пределах 100-200 тыс. рублей, но сопровождается необходимостью замены уплотнителей и фильтров. Дополнительные расходы связаны с сертификацией переоборудованной техники и обучением персонала.

Создание инфраструктуры для заправки газомоторным топливом в сельской местности требует строительства мини-АГНКС стоимостью 15-25 млн рублей каждая. Для биотоплива необходимы резервуары хранения объемом 50-100 м³ с системами температурного контроля, инвестиции в которые составляют 5-10 млн рублей на хозяйство. Логистические расходы включают доставку СПГ и биодизеля по слаборазвитой дорожной сети, увеличивая операционные затраты на 15-20%. Обеспечение безопасности хранения криогенных и легковоспламеняющихся веществ требует дополнительных капиталовложений в системы мониторинга. Государственные субсидии покрывают 20-30% затрат на переоборудование через программу Минсельхоза, сокращая срок окупаемости до 4-5 лет. Региональные программы софинансирования в Татарстане и Белгородской области демонстрируют эффективность при условии соучастия сельхозпроизводителей в размере 50% инвестиций. Анализ показывает, что расширение мер поддержки до 40% стоимости модернизации увеличит долю переведенной техники до 25% к 2030 году. Однако требуется

совершенствование механизмов контроля целевого использования субсидий и их привязки к экологическим показателям. Методология расчёта срока окупаемости инвестиций базируется на дифференцированном подходе, учитывающем региональные различия стоимости топлива и интенсивности эксплуатации техники. Анализ включает сопоставление текущих затрат на дизельное топливо с прогнозируемыми расходами при использовании альтернативных энергоносителей с учётом территориальной специфики. «По оценкам специалистов [1], предполагаемый срок окупаемости перевода ТС на газомоторное топливо не превысит и двух лет [22-26]». Данный показатель варьируется в зависимости от климатических условий и производственной нагрузки на сельхозтехнику.

Вариативность сроков окупаемости обусловлена комплексом факторов, включая сезонность сельскохозяйственных работ, объёмы государственной поддержки и масштаб агропредприятий. Сезонная эксплуатация техники увеличивает период возврата инвестиций из-за неравномерного использования топливной инфраструктуры. Государственные субсидии и налоговые льготы способны сократить срок окупаемости на 15-20%, тогда как крупные хозяйства достигают экономии за счёт эффекта масштаба при модернизации парка.

Сравнительный анализ выбросов углекислого газа при эксплуатации сельскохозяйственной техники демонстрирует существенные различия между традиционным дизельным топливом и альтернативными видами. Применение сжиженного природного газа позволяет сократить эмиссию CO_2 на 20-25% по сравнению с дизельными аналогами, что подтверждается результатами эксплуатационных испытаний. «Использование метана в качестве топлива позволяет в 2-3 раза уменьшить выбросы токсичных веществ в окружающую среду. По сравнению с дизельным топливом применение газа обеспечивает снижение выбросов токсичных веществ в окружающую среду (оксида углерода – в 2,5 раза, оксида азота – в 2 раза, углеводородов – в 3 раза, задымленности – в 9 раз), обеспечивает экологические требования на уровне Stage V без удорожания моторной установки [27-33]». Биодизельные смеси показывают снижение углеродного следа на 50-80% благодаря замкнутому циклу поглощения CO2 в процессе роста сырьевых культур.

Переход на газомоторные и биотопливные технологии сопровождается значительным сокращением эмиссии метана и оксидов азота, обладающих высоким парниковым потенциалом. Современные системы подачи газового топлива минимизируют утечки метана при работе двигателей, снижая совокупные выбросы на 15-20%. Применение биотоплива второго поколения позволяет уменьшить образование оксидов азота на 30-40% за счет оптимизации процессов сгорания. Указанные технологические решения способствуют достижению целевых показателей национальных экологических программ в агропромышленном секторе. Переход на газомоторное топливо и биотопливо способствует значительному снижению концентрации твердых частиц (ТЧ 2.5 и ТЧ 10) в приземном слое атмосферы по сравнению с традиционным дизельным топливом. Использование сжиженного природного газа в сельхозтехнике уменьшает выбросы сажи на 90-95%, а применение биодизеля позволяет сократить эмиссию летучих органических соединений (ЛОС) на 30-50%. «Влияние изменения климата на экономику России: рейтинг регионов по необходимости адаптации. Исследованы четыре типа воздействия: высокой температуры воздуха на здоровье городского населения, засух на сельское хозяйство, учащение лесных пожаров и таяния вечной мерзлоты [11]». Снижение локального загрязнения атмосферы напрямую коррелирует с уменьшением рисков для агроэкосистем и здоровья населения в сельских районах.

Прогнозные расчеты показывают, что перевод 40-60% тракторно-комбайнового парка на газомоторное топливо и биотопливо к 2030–2035 годам приведет к существенному снижению совокупного экологического ущерба. Согласно модельным оценкам, это позволит сократить выбросы парниковых газов в агросекторе на 15-20% относительно базового сценария развития. Одновременно ожидается снижение концентрации локальных загрязнителей атмосферы, включая твердые частицы и оксиды азота, на 25-30% в основных

сельскохозяйственных регионах. Реализация данного сценария создаст предпосылки для выполнения национальных целей в области декарбонизации и устойчивого развития.

Литература

1. Состояние и перспективы использования сжиженного природного газа (СПГ) в сельскохозяйственной технике Республики Беларусь / В. В. Арсенов, С. А. Матох, В. М. Раубо [и др.] // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – № 1. – С. 195-203.
2. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine / I. I. Maksimov, A. S. Alatyrev, M. P. Smirnov [и др.]. // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981. – 2022. – 032052. – EDN XHCRTS.
3. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System / V. Likhanov, O. Lopatin, G. Mikheev [и др.] // Transportation Research Procedia 61. – 2022. – С. 219-223. – EDN PEKHOV.
4. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine / A. P. Akimov, P. L. Lekomtsev, V. A. Likhanov [и др.] // Journal of Physics: Conf. Series 2094. – 2021. – 052068. – EDN KUFPIH.
5. Бабушкин, В. П. Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения / В. П. Бабушкин, М. Н. Игнатьев // Экономика региона. – 2011. – № 4. – С. 279–283.
6. Кешуов, С. А. Современное состояние и перспективы сельскохозяйственного машиностроения Республики Казахстан / С. А. Кешуов // Mechanization in agriculture. – 2015. – № 9. – С. 3-6.
7. Лиханов, В. А. Исследование скоростного режима дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – № 1 (61). – С. 12. – EDN XEQEDT.
8. Лиханов, В. А. Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения оксидов азота в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 408 с. – EDN YPVGZN.
9. Лиханов, В. А. Использование природного газа, спиртов и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – 395 с. – EDN XOYWAX.
10. Лиханов, В. А. Исследование рабочего процесса дизеля на спиртосодержащем топливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – 205 с. – ISBN 978-5-6048477-7-0. – EDN GXGGVB.
11. Корягин, М. Е. Математическая модель оценки эффективности использования сжиженного и компримированного природного газа в качестве газомоторного топлива для сельскохозяйственной техники / М. Е. Корягин, А. И. Декина // Системы. Методы. Технологии. – 2014. – № 4. – С. 93-98.
12. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 4 (40). – С. 21-25. – EDN SILVTR.
13. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 16-4. – С. 170-173. – EDN QIPLVD.
14. Лиханов, В. А. Сгорание, тепловыделение и образование оксидов азота в дизеле, работающем на альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – 173 с. – ISBN 978-5-6045024-5-7. – EDN TBGZKI.
15. Мустафаев, А. А. Ключевые аспекты развития экономического потенциала АПК регионов Севера (на примере Республики Коми) / А. А. Мустафаев, Н. Д. Найденов, Т. А. Найденова // Арктика и Север. – 2023. – № 50. – С. 47-65.

16. Полухин, А. А. Формирование экономического механизма технической модернизации сельского хозяйства / А. А. Полухин // Биотика. – 2015. – № 2. – С. 19-22.
17. Лиханов, В. А. скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – №5. – С. 15-19. – EDN VLQGLM.
18. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах // В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
19. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
20. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
21. Поплавский, В. Биотопливо: экологическое будущее или вызов настоящего? / В. Поплавский // Cbonds Review. – 2025. – № 1. – С. 60–64.
22. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1(45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
23. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
24. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
25. Раков, В. А. Анализ экономической эффективности применения гибридного и электрического двигателей в тракторах / В. А. Раков, В. И. Литвинов // Агрозоотехника. – 2020. – № 3. – С. 1-5.
26. Сытник, Д. П. Использование биотехнологий в условиях устойчивого развития сельскохозяйственного производства / Д. П. Сытник, Ю. В. Забайкин // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – № 13. – С. 339-345.
27. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 3. – С. 424-443. – EDN JKSIXY.
28. Лиханов, В. А. Исследование токсичности отработавших газов дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 9. – С. 30-34. – EDN XEJMTH.
29. Халов, О. Возможности и вызовы перевода транспорта России на газомоторное топливо / О. Халов // Энергетическая политика. – 2022. – № 8. – С. 82-89.
30. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
31. Лиханов, В. А. Исследование сажевыделения в тракторном дизеле, работающем на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 4. – С. 375-385. – EDN SDIADK.
32. Лиханов, В. А. Исследование дизеля на спиртовом и газомоторном топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – 175 с. – ISBN 978-5-6045024-1-9. – EDN GCPSZS.
33. Шампуров, И. А. Выбросы парниковых газов в регионах россии: методика оценки масштаба и структуры / И. А. Шампуров // Региональные исследования. – 2024. – № 3. – С. 106–110.

УДК 66.028.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАРАМЕТРОВ В СМЕСИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

Чекалкин И. С. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются результаты экспериментальных исследований параметров дозирования в устройстве ввода и смешивания.
Ключевые слова: установка, дозатор, подача, отклонение, исследование, результат, мел, пшено, соль.

Актуальность представления и анализа результатов экспериментальных исследований параметров в смесительной установке заключается в необходимости получения объективных данных о реальном протекании процесса, которые невозможно в полной мере рассчитать теоретически. Смешивание сыпучих или жидких сред является сложным физико-механическим процессом, зависящим от множества переменных, поэтому практические результаты служат единственным надежным подтверждением работоспособности предложенных инженерных решений.

Результаты экспериментов позволяют установить фундаментальные зависимости между конструктивными характеристиками установки и качеством конечного продукта. Это дает возможность обосновать выбор оптимальных режимов работы, таких как скорость вращения рабочих органов, время цикла и последовательность подачи компонентов. Без детальных экспериментальных данных невозможно провести верификацию математических моделей, что делает разработку новых технических систем менее точной и рискованной.

Кроме того, полученные данные определяют границы применимости оборудования. Экспериментальное исследование выявляет критические точки, при которых процесс становится нестабильным или энергозатратным. Это позволяет создать научно обоснованные рекомендации для внедрения установки в промышленное производство, гарантируя достижение заданных технологических показателей при минимальных затратах ресурсов.

В конечном итоге, актуальность результатов заключается в их практической ценности для автоматизации производства. На основе массивов экспериментальных данных разрабатываются алгоритмы управления, которые способны в автоматическом режиме поддерживать идеальный баланс между производительностью установки и однородностью смеси.

Предложенную конструкцию втулки со спиральной навивкой и покрывающего диска можно рассматривать как питающее устройство, осуществляющее дозированную подачу сыпучих компонентов в рабочую камеру.

Опыты проводили при на специальной установке. Массовая подача сыпучих компонентов Q_3 определялась по времени загрузки определённой массы навески. В качестве материала для оценки подачи – мел, пшено и пищевую соль (рисунок 1).

Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 2.



Рисунок 1 – Загрузка порошкообразного компонента в загрузочную камеру устройства ввода и смешивания

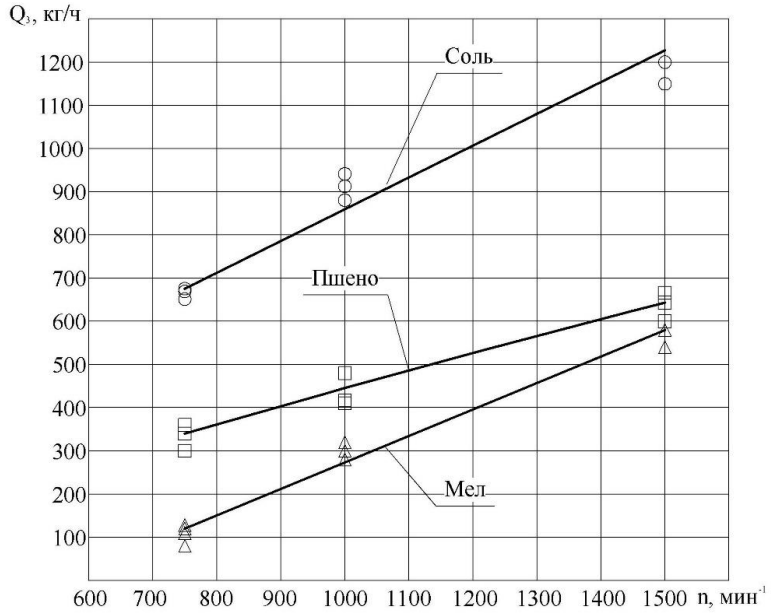


Рисунок 2 – Зависимость подачи сыпучих компонентов от частоты вращения рабочего колеса

Анализ рисунка 2 показывает, что величина массовой подачи сыпучего материала значительно зависит от его физико-механических свойств. При этом прослеживается прямая зависимость между частотой вращения и величиной подачи.

Для определения эффективности функционирования дозирующего устройства, были проведены опыты, для определения коэффициента вариации ν и вероятности пребывания в поле допуска ΔР. В качестве материала для определения подачи порошкообразного компонента использовали пшено.

При определении зависимости показателя относительной погрешности дозирующего устройства (коэффициент вариации) имеем следующую зависимость (рисунок 3).

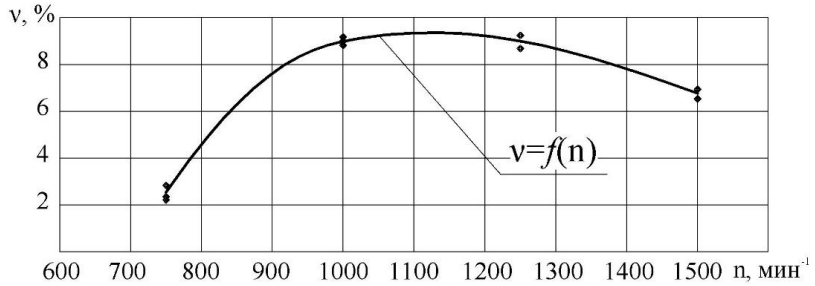


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента вариации сыпучих компонентов от частоты вращения рабочего колеса и угла наклона загрузочной камеры

Изменение коэффициент вариации с увеличением частоты вращения не ухудшает процесс дозирования, так как по требованиям [1] ошибка не превышает 20%, значит не зависимо от величины подачи качество дозирования будет находится в пределах технологического допуска.

Зависимости вероятности пребывания технологического процесса дозирования в установленном поле допуска от частоты вращения втулки со спиральной навивкой приведены на рисунке 4.

По графику, представленному на рисунке 4, видно, что в области малых подач то есть при малой частоте вращения, процесс дозирования протекает с большей равномерностью, чем в области высоких подач.

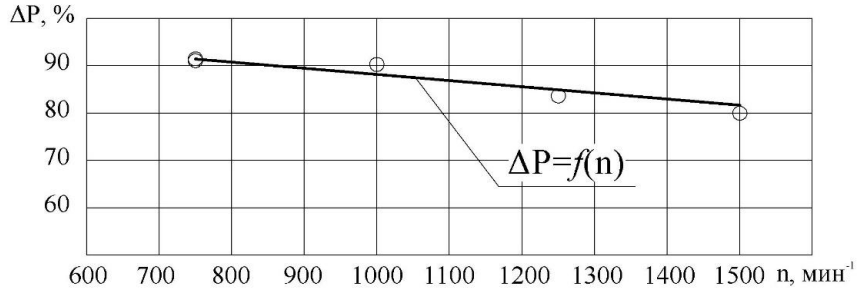


Рисунок 4 – Зависимость вероятности пребывания технологического процесса дозирования в установленном поле допуска от частоты вращения рабочего колеса

Таким образом конструкция втулки со спиральной навивкой обеспечивает равномерную подачу и эффективно работает как дозирующее устройство, а за счёт изменения частоты вращения рабочего колеса появляется возможность регулировать величину подачи как сыпучих компонентов, так и жидкости.

Литература

1. Оценка рабочих параметров стержневого измельчителя при измельчении влажного зерна / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, С. Л. Низовцев [и др.]. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-48-58 // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10 (137). – С. 48-58. – EDN XVFWMJ.
2. Программа управления системой дозирования сухих сыпучих компонентов комбикорма / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Н. Пронин [и др.]. – DOI 10.31857/S2500208224010187 // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 1. – С. 82-88. – EDN FMPJZS.
3. Патент на полезную модель № 140131 U1 Российская Федерация, МПК B02C 9/00. Дробилка с пневматической загрузкой материала : № 2013140549/13 : заявл. 02.09.2013 : опубл. 27.04.2014 / П. А. Савиных, В. Н. Нечаев, С. Ю. Булатов ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородский государственный инженерно-экономический институт (НГИЭИ). – EDN PNNMXR.
4. Булатов, С. Ю. Исследование процесса дозирования компонентов комбикорма шнеком ДШ-100 / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Г. Сергеев. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-10-36-40 // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 10 (292). – С. 36-40. – EDN PDGNKY.
5. Патент № 2374837 C1 Российская Федерация, МПК A01K 5/02. Устройство для внесения жидких добавок в сухие корма : № 2008124621/12 : заявл. 16.06.2008 : опубл. 10.12.2009 / В В. Коновалов, В. П. Терюшков, А. С. Калиганов ; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN ROJPJF.
6. Борисова, М. В. Аналитическое описание показателей работы смесителя сыпучих материалов с винтовыми лопастями / М. В. Борисова, В. В. Новиков, В. В. Коновалов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 69-78. – EDN YZMYXZ.
7. Особенности производства комбикормов в условиях сельскохозяйственных организаций в современных реалиях / С. Ю. Булатов, М. С. Симачкова, А. Г. Сергеев [и др.]. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-59-67 // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10 (137). – С. 59-67. – EDN HJKGOG.
8. Оценка рабочих параметров стержневого измельчителя при измельчении влажного зерна / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, С. Л. Низовцев [и др.]. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-48-58 // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10 (137). – С. 48-58. – EDN XVFWMJ.

УДК 531.8

КОМПЛЕКСНОЕ УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРА «АГРОМАШ 30ТК»

Чернодаров А. Д. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен комплексный анализ методов повышения эксплуатационных показателей универсального колесного трактора тягового класса 0,6 «Агромаш 30ТК».

Ключевые слова: эксплуатационные показатели, модернизация, топливная эффективность, гидравлическая система, проходимость

Трактор «Агромаш 30ТК» — это универсальная колесная машина, относящаяся к тяговому классу 0,6. Модель разработана специально для малых фермерских хозяйств, коммунальных служб и строительных организаций, нуждающихся в компактной, но мощной технике. «Агромаш 30ТК» зарекомендовал себя как надежный агрегат, сочетающий экономичность, ремонтопригодность и простоту в обслуживании. Однако даже у такой хорошо зарекомендовавшей себя техники существует значительный потенциал для улучшения эксплуатационных характеристик — повышения производительности, топливной экономичности, комфорта оператора и общего срока службы.

Базовые характеристики «Агромаш 30ТК» как основа для модернизации. Прежде чем переходить к обсуждению методов улучшения, необходимо четко обозначить технические параметры, которые являются отправной точкой для любой модернизации. Трактор выпускается в нескольких модификациях (включая полноприводную версию 122Д), но базовая версия имеет следующие характеристики: Двигатель: Дизельный, двухцилиндровый, с воздушным охлаждением (модель Д120). Мощность составляет 22,1 кВт (30 л.с.). · Топливная экономичность: Удельный расход топлива — 245 г/(кВт·ч) или 180 г/(л.с.·ч). Время непрерывной работы без дозаправки может достигать 10 часов. Трансмиссия: Механическая, обеспечивающая 8 передач вперед и 6 назад. Диапазон скоростей — от 1,51 до 23,86 км/ч. Гидравлика и навеска: Грузоподъемность задней гидравлической навесной системы (ГНС) составляет до 1000 кг. Ходовая часть: Агротехнический просвет (дорожный просвет) варьируется от 385 до 525 мм в зависимости от регулировок. Понимание этих параметров позволяет определить «узкие места» и направления, в которых можно добиться наибольшего прироста эффективности [1-4].

Оптимизация силовой установки: мощность и экономичность. Повышение топливной эффективности Снижение расхода топлива — главный приоритет для любого владельца техники. Добиться этого можно комплексом мер: · Настройка топливной аппаратуры: Критически важна регулярная проверка и регулировка форсунок. Чистые, правильно работающие форсунки обеспечивают оптимальный распыл топлива, что улучшает процесс сгорания. Необходимо также контролировать давление в системе питания и своевременно заменять топливный фильтр. · Использование качественных ГСМ: Применение дизельного топлива с низким содержанием серы и использование синтетических масел с улучшенными антифрикционными свойствами значительно снижает потери на трение и продлевает ресурс двигателя. Выбор оптимального режима работы: Поддержание оборотов коленчатого вала в экономичном диапазоне (1600–1800 об/мин) позволяет избежать перегрузок и перерасхода топлива. · Установка систем мониторинга: Монтаж датчиков расхода топлива и контроллеров, передающих данные на дисплей в кабине или смартфон, позволяет оператору в реальном времени отслеживать эффективность работы [5-7] и корректировать стиль вождения.

Повышение эффективности трансмиссии и ходовой части. Энергия, выработанная двигателем, должна быть передана на колеса или навесное оборудование с минимальными потерями.

Совершенствование трансмиссии. Обслуживание сцепления и коробки передач: Регулировка или своевременная замена фрикционных накладок сцепления предотвращает пробуксовку и потери мощности. Использование качественных трансмиссионных масел с правильной вязкостью снижает трение в коробке передач и ведущих мостах. Настройка ведущих мостов: Балансировка и правильная регулировка зацепления шестерен в редукторах повышает общий КПД трансмиссии и снижает шум при работе.

Улучшение проходимости и сцепления с грунтом.Для эффективной работы на влажной почве, склонах или снегу необходимо улучшить тяговые характеристики. Подбор шин: Установка шин с агрессивным рисунком протектора (типа «ёлочка») значительно увеличивает пятно контакта и сцепление с грунтом. Для коммунальных работ в зимний период эффективно временное оснащение колес цепями противоскольжения. Регулировка колеи и балластировка: Расширение колеи до максимальных значений (до 1,665 м) повышает устойчивость трактора на склонах. Добавление балластных грузов на передний мост (до 150–200 кг) улучшает сцепление передних колес при работе с тяжелым навесным оборудованием сзади, снижая пробуксовку. · Использование полного привода: Модификация «Агромаш 30ТК-122Д» оснащена передним ведущим мостом. Задействование полного привода с автоблокировкой дифференциала является ключевым фактором для преодоления труднопроходимых участков.

Модернизация гидравлической системы и навесного оборудования. Производительность трактора напрямую зависит от скорости работы с навесными и прицепными орудиями. Увеличение производительности насоса: Замена штатного гидравлического насоса (с подачей около 29,4 л/мин) на более производительный (35–40 л/мин) позволяет ускорить подъем и опускание навески, сокращая время цикла. Гидравлические магистрали: Замена стандартных шлангов на армированные с низким гидравлическим сопротивлением и увеличенным проходным сечением способствует более быстрому потоку масла.

Автоматизация и цифровизация рабочих процессов. Интеграция современных технологий позволяет вывести эффективность использования техники на новый уровень. · Системы параллельного вождения (GPS-навигаторы): Установка GPS-приемника с дисплеем позволяет оператору точно вести агрегат по полю, минимизируя огрехи и перекрытия. Это дает экономию топлива, посевного материала и удобрений. · Системы телеметрии: Установка модулей GPS/ГЛОНАСС для удаленного мониторинга позволяет диспетчеру или руководителю хозяйства в режиме реального времени отслеживать место положение техники, расход топлива, отработанные моточасы, скорость и другие параметры.

Датчики контроля загрузки: Внедрение датчиков крутящего момента на ВОМ или давления в гидросистеме позволяет предотвращать работу в перегруз, вовремя изменяя скорость или глубину обработки.

Организация технического обслуживания и профилактика. Даже самая глубокая модернизация будет бесполезной без регулярного и качественного технического обслуживания (ТО). Соблюдение регламента: Необходимо строго соблюдать график ТО, рекомендованный производителем (замена масла и фильтров каждые 250–300 моточасов). Ежесменный осмотр: Оператор должен проверять уровень масла, охлаждающей жидкости, состояние шин, давление, а также надежность крепления узлов ходовой части и навески (затяжка болтов и гаек). Смазка шарниров: Регулярная смазка (через пресс-масленки) рулевых тяг, карданных валов и шарниров гидронавески предотвращает их ускоренный износ. Диагностика электрооборудования: Периодическая проверка состояния аккумулятора, генератора и целостности проводки предотвращает внезапные отказы.

Практические примеры и экономический эффект. Комплексный подход всегда дает лучший результат, чем единичные улучшения. Пример 1. Сельскохозяйственный вариант (вспашка, культивация): · Модернизация: Установка шин с протектором «ёлочка», балластировка передка (150 кг), настройка гидравлики на быстрый подъем. Результат: Снижение пробуксовки на 20%, увеличение скорости обработки поля на 15%. Пример 2.

Коммунальный вариант (уборка снега): Модернизация: Монтаж фронтального погрузчика и отвала, установка цепей противоскольжения, замена штатного отопителя на мощный дизельный фен. · Результат: Возможность эффективной работы при экстремально низких температурах, увеличение тягового усилия на 30%. Экономическая эффективность [8-11] Инвестиции в модернизацию, как правило, окупаются в течение одного-двух сезонов за счет: Снижения расхода топлива на 10–15%. · Повышения производительности (скорости и качества работ) на 20–25%. · Сокращения простоев из-за поломок и отказов на 30%. Увеличения срока службы основных узлов и агрегатов на 15–20%.

Углубленная модернизация узлов и агрегатов. Помимо стандартных настроек и замены расходников, существует ряд более сложных инженерных решений, позволяющих кардинально повысить потенциал трактора. Такая модернизация требует определенных вложений и технической квалификации, но она способна адаптировать машину под специфические, высоконагруженные условия эксплуатации. Ремонт и усиление трансмиссии Стандартная трансмиссия рассчитана на штатную мощность. При увеличении нагрузок (например, при установке более тяжелого фронтального погрузчика) она может стать слабым звеном. · Усиление корзины сцепления: Замена стандартного диафрагменного пружинного механизма на усиленный, с большим прижимным усилием, позволяет передавать возросший крутящий момент без пробуксовок.

Влияние климатических и сезонных факторов на эксплуатацию. Эффективность трактора сильно зависит от времени года и погодных условий. Подготовка к сезону — это отдельный пласт работ, который часто упускают из виду. Подготовка к зимнему периоду. Утепление кабины и моторного отсека: Помимо установки отопителя, рекомендуется использовать специальные автомобильные одеяла или утепляющие кожухи на двигатель. Это сокращает время прогрева и поддерживает рабочую температуру даже на холостом ходу. ·Аккумуляторная батарея: Зимой пусковые токи возрастают. Замена штатного аккумулятора на более емкий (например, с 62 Ач на 74 Ач) и с большим пусковым током обязательна для уверенного запуска в мороз. Хранение аккумулятора в тепле и его своевременная подзарядка продлевают срок службы. 10.2 Подготовка к летнему сезону (полевые работы). Защита от пыли: В условиях сухого лета воздушный фильтр забивается за считанные часы. Установка циклона-пылеотделителя (эжекционного типа) на впуск воздуха или модернизация системы забора воздуха (вывод патрубка выше уровня кабины) позволяет значительно увеличить интервалы обслуживания воздушного фильтра. Система охлаждения в пыльных условиях: Пыль, набивающаяся в ребра цилиндра, — главный враг воздушного охлаждения. Регулярная продувка двигателя сжатым воздухом (компрессором) должна стать ежедневной процедурой в страду. Некоторые владельцы устанавливают сетчатые защитные экраны на жалюзи обдува, которые легче мыть и чистить.

Обучение и человеческий фактор. Даже самая современная модернизация не даст эффекта, если оператор не умеет пользоваться новыми возможностями или нарушает правила эксплуатации. Разработка чек-листов: Введение обязательных чек-листов предрейсового осмотра дисциплинирует персонал и снижает риск выезда на линию с неисправностью. Мотивация за экономию: Внедрение системы бонусов для механизаторов за перевыполнение норм при сохранении нормы расхода топлива (или за ее экономию) стимулирует бережное отношение к технике и выбор оптимальных режимов работы. Техника безопасности при работе с модернизированной техникой: Важно проводить дополнительный инструктаж, если на тракторе появились новые органы управления (например, джойстик для управления допгидравликой) или изменились скоростные характеристики.

Перспективные разработки и альтернативные источники энергии. Хотя это выходит за рамки простого тюнинга, обсуждение будущего малой сельхозтехники уместно в контексте улучшения показателей.· Газобаллонное оборудование (ГБО): Для снижения стоимости эксплуатации некоторые энтузиасты экспериментируют с установкой ГБО на

дизельные двигатели (газодизельный процесс). Это требует сложной настройки, но позволяет заместить до 40-60% дизельного топлива более дешевым метаном.

Заключение. По итогу всему вышесказанному, важно подчеркнуть, что трактор «Агромаш 30ТК» представляет собой отличную базовую платформу, потенциал которой раскрывается через грамотную инженерную мысль и ответственный подход к эксплуатации. Вложения в модернизацию — это инвестиции в надежность и производительность. От тонкой настройки топливной аппаратуры до установки систем спутникового мониторинга — каждый шаг приближает технику к идеалу с точки зрения конкретных задач владельца. Трактор, прошедший комплексную программу улучшений, не только работает быстрее и тратит меньше, но и сохраняет высокую ликвидность на вторичном рынке, оставаясь востребованным помощником на долгие годы.

Литература

1. Лиханов, В. А. Исследование показателей рабочего процесса быстроходного дизеля при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, М. И. Арасланов. – Киров : Вятский государственный университет, 2021. – 181 с. – ISBN 978504502471. – EDN RFBXKT.
2. Козлов, А. Н. Перспективы применения биотоплив в России и в мире / А. Н. Козлов, М. И. Арасланов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 185-189. – EDN WDWZPR.
3. Лиханов, В. А. Исследование рабочего процесса дизеля на спиртосодержащем топливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – 205 с. – ISBN 978-5-6048477-7-0. – EDN GXGGVB.
4. Лиханов, В. А. Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения оксидов азота в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 408 с. – EDN YPVGZN.
5. Агромаш 30ТК: технические характеристики и описание модели / ООО «АгроПромСнаб». – Киров : АгроПромИздат, 2020. – 48 с.
6. Руководство по эксплуатации трактора «Агромаш 30ТК» / АО «Волгоградский тракторный завод». – Волгоград : ВгТЗ-Пресс, 2019. – 124 с.
7. Лиханов, В. А. Использование природного газа, спиртов и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – 395 с. – EDN XOYWAX.
8. Лиханов, В. А. Исследование скоростного режима дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – № 1 (61). – С. 12. – EDN XEQEDT.
9. Каталог запчастей и комплектующих для трактора «Агромаш 30ТК» / ООО «Трактор Сервис». — Казань : ТС-Книга, 2022. — 96 с.
10. Likhanov, V. A. Investigation of the portion size of rapeseed oil for ethanol ignition in a diesel engine / V. A. Likhanov, A. N. Kozlov, M. I. Araslanov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62053. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062053. – EDN FAASYL.
11. Волков, В. С. Сельскохозяйственные тракторы: устройство, эксплуатация, ремонт /В. С. Волков. – Москва : КолосС, 2018. – 320 с.

УДК 531.8

УЛУЧШЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИЙ МОБИЛЬНЫХ РАЗДАТЧИКОВ КОРМОВ

Чернодаров А. Д. – обучающийся 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассматриваются ключевые аспекты создания и поддержания оптимального микроклимата в животноводческих помещениях. Особое внимание уделяется влиянию параметров микроклимата (температура, влажность, вентиляция, освещение) на продуктивность, здоровье и воспроизводительные функции сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: микроклимат, животноводство, кормление, вентиляция, температура, влажность, технологии, оборудование, продуктивность, здоровье животных, санитарные условия, сельскохозяйственные ,помещения, оптимизация, автоматизация

Микроклимат животноводческих ферм – это комплекс климатических факторов внутри помещений для содержания животных, который напрямую влияет на их физиологическое состояние, продуктивность, репродуктивные функции и, в конечном итоге, на экономическую эффективность предприятия. Основными компонентами микроклимата являются температура, влажность, скорость движения воздуха, концентрация вредных газов (аммиак, сероводород, углекислый газ), а также уровень пыли и микроорганизмов. Управление этими параметрами является одной из первостепенных задач для любого современного животноводческого комплекса.

Традиционно, внимание при улучшении микроклимата уделяется системам вентиляции, отопления, охлаждения и навозоудаления. Однако, существует менее очевидный, но весьма значимый фактор, который также оказывает существенное влияние на микроклиматические условия – это процесс кормления животных. Особое значение здесь приобретают современные мобильные раздатчики кормов, которые, помимо своей основной функции, способны внести существенный вклад в оздоровление микросреды в животноводческих помещениях.

Влияние традиционных методов кормления на микроклимат

Прежде чем перейти к преимуществам мобильных кормораздатчиков, необходимо проанализировать, как традиционные, часто ручные или полуавтоматизированные, методы раздачи кормов могут негативно сказываться на микроклимате:

1. Пылеобразование и его последствия

Ручная раздача кормов, особенно рассыпного или гранулированного, неизбежно сопровождается образованием пыли. Зерновые культуры, компоненты комбикормов, сухая травяная мука – все это при пересыпании, транспортировке и распределении поднимает в воздух мелкие частицы.

- Влияние на дыхателную систему животных: Пыль является переносчиком бактерий, грибков и аллергенов. Вдыхание пыли животными приводит к раздражению слизистых оболочек дыхательных путей, снижению их защитных функций, развитию хронических респираторных заболеваний, таких как бронхит, пневмония. Это, в свою очередь, снижает иммунитет, увеличивает потребность в ветеринарной помощи и негативно сказывается на росте и продуктивности.

- Влияние на персонал: Постоянное воздействие пыли на работников фермы также чревато профессиональными заболеваниями дыхательной системы.

- Оседание пыли: Пыль оседает на стенах, оборудовании, подстилке, создавая благоприятную среду для размножения патогенных микроорганизмов и насекомых-вредителей. Кроме того, пыльный слой на поверхностях может ухудшать теплоотдачу.

2. Неравномерность раздачи и концентрация животных

При недостаточной механизации процесса кормления животные часто вынуждены долго ждать своей очереди у кормушек, особенно в условиях группового содержания.

- Усиление локального загрязнения: В местах скопления животных повышается концентрация аммиака (за счет выделений), влаги, остатков корма. Это создает зоны с худшим микроклиматом.

- Стресс и конкуренция: Долгое ожидание и скученность провоцируют стресс, агрессию и конкуренцию за корм, что негативно сказывается на благополучии животных и их пищевом поведении.

3. Разброс корма и его последствия

Неуклюжая или неаккуратная раздача корма приводит к тому, что значительная его часть оказывается на полу помещения.

- Повышение влажности: Разбросанный корм, особенно если он содержит влагу или животные добавляют к нему слюну, быстро начинает разлагаться, увеличивая общую влажность в помещении. Высокая влажность, в свою очередь, является фактором риска развития многих инфекционных и неинфекционных заболеваний, а также ухудшает тепловой баланс, способствуя переохлаждению животных.

- Ухудшение санитарного состояния: Гниющая органическая масса на полу привлекает насекомых, грызунов, является питательной средой для бактерий и грибков, создавая очаги инфекции.

- Неэффективное использование кормов: Часть корма, оказавшаяся на полу, теряется, что увеличивает затраты на кормопроизводство.

4. Влияние запахов

Разлагающийся корм, экскременты и другие органические вещества в условиях повышенной влажности и температуры выделяют в воздух аммиак, сероводород и другие неприятные и вредные газы.

- Аммиак: Раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, снижает иммунитет, негативно влияет на продуктивность.

- Сероводород: В высоких концентрациях токсичен, может вызывать отравления.

- Общий дискомфорт: Неприятные запахи создают стрессовую среду для животных и ухудшают условия труда персонала.

Инновационные решения мобильных раздатчиков кормов

Современные мобильные раздатчики кормов – это высокотехнологичное оборудование, которое позволяет оптимизировать процесс кормления и одновременно решать ряд проблем, связанных с микроклиматом. Они представлены различными типами:

- Автоматизированные тележки: Самоходные или управляемые, часто с программируемыми маршрутами и системами дозирования.

- Тракторные агрегаты: Прицепы или навесное оборудование для тракторов, оснащенные системами смешивания и раздачи корма.

- Роботизированные системы: Полностью автоматизированные решения, способные самостоятельно перемещаться по ферме и осуществлять раздачу корма.

Рассмотрим, как именно эти системы способствуют улучшению микроклимата:

1. Минимизация пылеобразования

- Закрытые системы подачи: Большинство современных мобильных раздатчиков оснащены герметичными бункерами для хранения корма и закрытыми шнековыми или ленточными конвейерами для его подачи. Это исключает свободное попадание пыли в воздух помещения во время транспортировки и раздачи.

- Аккуратное распределение: Точные дозаторы и равномерное распределение корма непосредственно в кормушки предотвращают рассыпание и, как следствие, образование вторичной пыли от кормовых частиц.

- Предварительное смешивание: Системы, предусматривающие смешивание компонентов корма внутри раздатчика, часто включают в себя элементы, снижающие пыление при загрузке и смешивании.

2. Улучшениекачества воздуха и снижение вредных газов

- Сокращение времени нахождения животных у кормушек: Быстрая и эффективная раздача корма позволяет животным быстро насытиться и отойти от кормушек. Это снижает время их нахождения в зонах с повышенной концентрацией влаги, запахов и аммиака, которые выделяются в процессе приема пищи и пережевывания.

- Снижение испарений: Поскольку корм раздается непосредственно в кормушки, а не рассыпается на пол, уменьшается площадь контакта корма с влажной средой. Это снижает скорость испарения влаги и выделения аммиака из остатков корма.

- Равномерное распределение корма: Исключение "брошенного" на пол корма предотвращает его гниение, которое является основным источником образования аммиака и других вредных газов.

3. Повышение уровня санитарной гигиены

- Устранение остатков корма на полу: Точное дозирование корма с помощью мобильных раздатчиков означает, что корм попадает преимущественно в кормушки. Это устраняет один из главных источников загрязнения пола, который быстро становится питательной средой для бактерий, грибков и вредителей.

- Снижение общей бактериальной нагрузки: Меньшее количество гниющего корма на полу напрямую ведет к снижению общей микробной обсемененности помещений. Это особенно важно для молодняка и животных с ослабленным иммунитетом.

- Легкость уборки: Более чистый пол значительно упрощает и ускоряет процессы уборки и дезинфекции, позволяя персоналу более эффективно поддерживать санитарные нормы.

4. Оптимизация влажностного режима

- Снижение источника влаги: Как уже упоминалось, разбросанный корм и его гниение – это значительный источник избыточной влаги. Исключая эту проблему, мобильные раздатчики косвенно способствуют снижению общей влажности в помещении.

- Улучшение теплообмена: Высокая влажность воздуха ухудшает теплообмен животных с окружающей средой, затрудняя отдачу тепла. Снижение влажности способствует более эффективной терморегуляции.

- Профилактика респираторных заболеваний: Низкая влажность (в пределах нормы) является важным фактором в профилактике респираторных заболеваний, так как сухой воздух лучше "проветривается" и в нем затруднено развитие многих патогенов.

5. Влияние на температурный режим

- Предотвращение локального перегрева: Гниение органических веществ на полу может сопровождаться выделением тепла. Минимизация этого процесса позволяет избежать локальных зон с повышенной температурой, что способствует более равномерному температурному режиму в помещении.

- Улучшение эффективности вентиляции: Когда влажность и уровень вредных газов ниже, вентиляционная система работает более эффективно, удаляя избыточное тепло и поддерживая заданную температуру.

6. Уменьшение стресса у животных

- Предсказуемость и доступность корма: Автоматизированные системы раздачи кормов обеспечивают своевременное и равномерное поступление пищи. Животные быстрее получают свою порцию, что снижает уровень конкуренции, агрессии и стресса, связанного с ожиданием или борьбой за корм.

- Позитивное влияние на пищевое поведение: Спокойное и размеренное питание способствует лучшему усвоению корма и общему благополучию животных.

Практические аспекты внедрения мобильных раздатчиков кормов

При принятии решения о внедрении мобильных раздатчиков кормов необходимо учитывать ряд факторов:

- Тип и размер животноводческого комплекса: Для крупных промышленных комплексов экономически оправдано применение наиболее автоматизированных и производительных систем. Для небольших ферм могут подойти более простые, но все же мобильные решения.

- Вид животных: Разные виды животных (крупный рогатый скот, свиньи, птица) имеют разные потребности в кормлении и способы потребления корма, что должно учитываться при выборе оборудования.

- Состав рациона: Некоторые корма (например, жидкие или силосные) требуют специальных систем подачи и раздачи, которые должны быть интегрированы в мобильный раздатчик.

- Инфраструктура фермы: Наличие удобных проездов, достаточной ширины проходов, а также системы электропитания (для зарядки или работы) являются важными условиями для эффективного использования мобильных раздатчиков.

- Обслуживание и ремонт: Мобильные раздатчики, как и любая техника, требуют регулярного технического обслуживания, очистки и, при необходимости, ремонта. Важно иметь доступ к запчастям и квалифицированным специалистам.

- Экономическая целесообразность: Внедрение новых технологий всегда связано с инвестициями. Необходимо провести тщательный расчет окупаемости, учитывая не только прямую экономию на кормах и снижение затрат на ветеринарное обслуживание, но и косвенные выгоды от улучшения общего микроклимата и повышения продуктивности.

Перспективы развития

Технологии в области животноводства развиваются стремительно. Уже сегодня существуют системы, оснащенные датчиками, которые могут анализировать остатки корма в кормушках и корректировать объем раздачи. Разрабатываются системы, которые могут автоматически очищать кормушки. Интеграция с системами управления стадом, использование искусственного интеллекта для оптимизации маршрутов раздачи и дозирования – все это направления, которые будут способствовать дальнейшему улучшению микроклимата и эффективности животноводческих ферм.

Заключение

Внедрение мобильных раздатчиков кормов – это стратегическое решение, направленное на повышение здоровья животных, увеличение их продуктивности и, как следствие, на достижение более высоких экономических показателей. Комплексный подход к управлению микроклиматом, включающий в себя современные решения для кормления, является залогом успешного и устойчивого развития любого животноводческого предприятия.

Литература

1. Авдонин, В. Н. Управление микроклиматом в животноводческих помещениях / В. Н. Авдонин, А. В. Смирнов. – Москва : Колос, 2018. – 320 с.

2. Балакирев, Н. А. Основы кормления сельскохозяйственных животных : учебник / Н. А. Балакирев, А. И. Баканов, А. А. Калашников. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : КолосС, 2010. – 640 с.

3. Бобылев, В. А. Вентиляция и отопление в животноводстве : учебное пособие / В. А. Бобылев, С. А. Коваль. – Ставрополь : СтГАУ, 2017. – 150 с.

4. Гайдаров, А. Н. Технология производства продукции животноводства. Комплексы и машины / А. Н. Гайдаров, А. А. Попов, И. В. Киселев. – Москава : Инфра-М, 2016. – 480 с.

5. Likhanov, V. A. Investigation of the portion size of rapeseed oil for ethanol ignition in a diesel engine / V. A. Likhanov, A. N. Kozlov, M. I. Araslanov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62053. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062053. – EDN FAASYL.

УДК 621.43.068.8

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОТВОДА ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Чернявский Б. М. – магистрант
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается анализ системы отвода выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Выхлопные газы, образуемые в процессе работы ДВС, содержат вредные вещества, способные негативно влиять на окружающую среду и здоровье человека. Эффективная система отвода выхлопных газов является ключевым элементом любой силовой установки, обеспечивающим их безопасное и экологически чистое функционирование.

Статья охватывает основные принципы работы систем отведения, включая конструкции выхлопных труб, катализаторов и шумоподавляющих устройств. Также анализируются методы оптимизации этих систем с целью снижения выбросов загрязняющих веществ.

Ключевые слова: выхлопной газ, оксид углерода, оксиды азота, альдегиды, сажа, каталитической нейтрализатор, платина, палладий, родий, компоненты ОГ, экология

В текущий реальности анализ существующих подходов к решению анализа выхлопных газов и выявление методов улучшения недостатков и достоинств, является передовым из-за снижения актуализации электрический автомобилей и переход в традиционным и гибридным силовым установкам. Кроме того, работа будет включать в себя разработку рекомендаций, способствующих усовершенствованию рассматриваемого процесса или явления, а также внедрению более эффективных методов.

Определение ключевых факторов выявить основные факторы, оказывающие влияние на исследуемую проблему, а также проанализировать их взаимосвязь и степень влияния, что поможет в дальнейшем понимании механики данной проблемы.

Разработка решений на основании полученных данных и проведенного анализа предложить конкретные, обоснованные решения или рекомендации для оптимизации процесса, улучшения текущей ситуации или внедрения инновационных подходов, которые могут позитивно сказаться на исследуемом явлении.

Оценка результатов анализа позволять провести всестороннюю оценку эффективности предложенных решений, сформулировать выводы и рекомендации для будущих исследований, включая возможные направления для дальнейшего изучения поднятых вопросов.

Принцип работы двигателя основан на преобразовании энергии, чтобы обеспечить движение и выполнение механической работы. Речь идет о тепловых двигателях, которые работают на основе сжигания топлива, топливо смешивается с воздухом и получаемая топливо-воздушная смесь поступает в цилиндры

В таком случае, принцип работы заключается в сжигании топливной смеси в цилиндре (Рис 1). Этот процесс создает высокое давление и температуру, которые заставляют поршень двигаться. Поршень, в свою очередь, приводит в движение коленчатый вал, который преобразует линейное движение в вращательное. Далее это движение передается на трансмиссию и, в конечном итоге, на колеса автомобиля [1-3].

Так же существуют электродвигатели, они функционируют по другому принципу. В их основе лежит взаимодействие магнитных полей (Рис 2). Когда электрический ток проходит через проводник, создается магнитное поле, которое воздействует на другие магнитные поля. Это взаимодействие вызывает вращение ротора, который подключен к валу и передает движение на внешние механизмы.

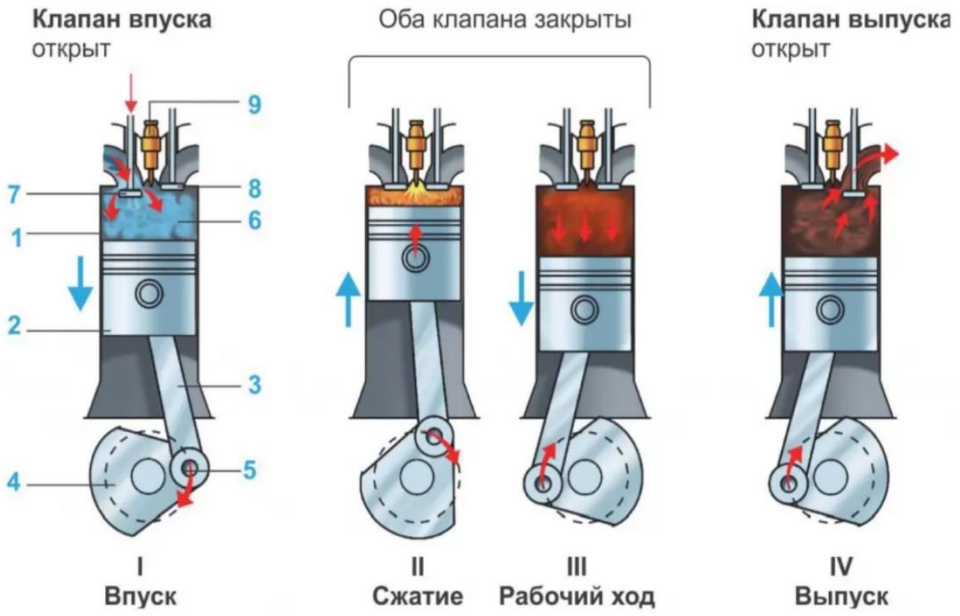


Рисунок 1 – Последовательность впуска и выпуска газов в ДВС

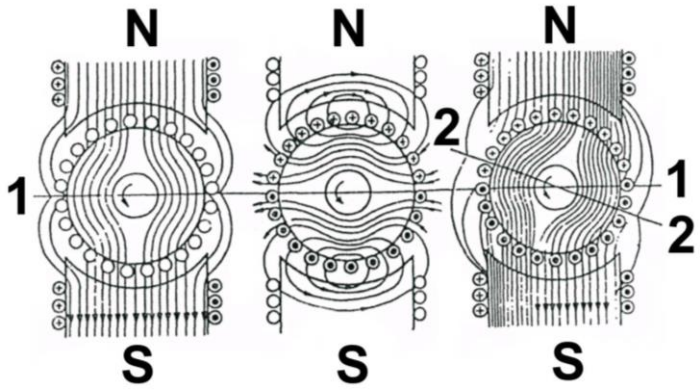


Рисунок 2 – Схема движения электромагнитных полей в электродвигателе

В обоих типах двигателей важны детали конструкции, материалы и технологии, которые обеспечивают эффективность работы и долговечность. [4]

Современные разработки стремятся повысить КПД двигателей и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду, что становится особенно актуальным в условиях увеличения потребности силовых установок, работающих на традиционных энергоносителях.

Принципы работы двигателей разнообразны, но их цель остается неизменной — превращение энергии в механическую работу, необходимую для выполнения различных задач в нашей повседневной жизни.

Основные функции системы отвода выхлопных газов. Система отвода выхлопных газов является важной частью любого транспортного средства, обеспечивающей его эффективную работу и соответствие экологическим стандартам. Основные функции этой системы можно выделить следующим образом:[5]

• **Снижение токсичности выхлопных газов.** Одна из ключевых задач системы отвода выхлопных газов заключается в минимизации количества вредных веществ, которые выделяются в атмосферу в процессе сгорания топлива, что особенно актуально в условиях глобального загрязнения окружающей среды. В этой системе используются разные технологии очиски и использования остаточных паров бензина, которые играют важную роль в преобразовании токсичных компонентов, таких как угарный газ, оксиды азота и неорганические углеводороды, в менее опасные и более безопасные для здоровья

соединения, что в свою очередь способствует улучшению качества воздуха и снижению негативного воздействия на экосистему.

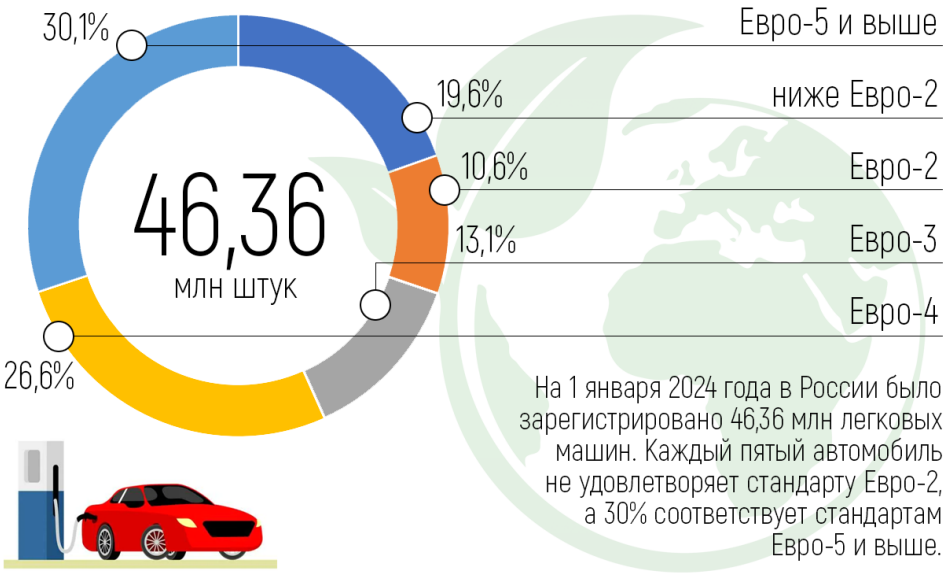
• **Улучшение производительности двигателя.** Правильное отведение выхлопных газов способствует поддержанию оптимального давления в системе выхлопа, что позволяет двигателю работать более эффективно и с высокой производительностью. Это приводит не только к увеличению мощности автомобиля, но и к значительному снижению расхода топлива, что делает транспорт более экономичным и выгодным, тем самым способствуя уменьшению эксплуатационных расходов для владельцев транспортных средств.

• **Снижение уровня шума.** Все современные автомобили в своей выхлопной системе имеют резонатор и глушитель, которые играют существенную роль в снижении шума, создаваемого работающим двигателем. Это не только делает поездки более комфортабельными для водителя и пассажиров, но и существенно сокращает шумовое загрязнение в окружающей среде, особенно в городских условиях, благодаря чему на улицах становится намного тише.

• **Соответствие экологическим стандартам:** Современные требования к уровню выбросов выхлопных газов становятся все более строгими и жесткими, что связано с усиливающейся озабоченностью относительно защиты окружающей среды. Эффективная система отвода выхлопных газов помогает транспортным средствам соответствовать этим требуемым стандартам, что в свою очередь способствует охране окружающей среды, снижению загрязнения воздуха и защите здоровья населения [6-12].

Рисунок 3 – Парк легковых автомобилей в России по экологическим стандартам

По данным Росстата большая часть автопарка России — это автомобили оснащенные ДВС по нормам Евро-5, что подразумевает наличие технологий рециркуляции отработанных газов (EGR), систем вентиляции картерных газов, сажевых фильтров, улавливающий



частицы, каталитического нейтрализатора и топлива с низкой степенью фактических смол.

Данные технологии обеспечивают высоких уровень очистки выхлопных газов автомобиля и позволяет в высокой степени снижать уровень выбросов в атмосферу.

• **Обеспечение безопасности:** Опасные компоненты, такие как угарный газ, могут накапливаться в закрытом пространстве салона автомобиля и в помещении, в котором находится автомобиль, если система отвода выхлопа работает некорректно или имеет недостатки. Эффективная и надежная система гарантирует, что выхлопные газы безопасно и своевременно проходят очистку, тем самым обеспечивая безопасность как водителя, так и всех окружающих, что особенно важно в условиях длительной эксплуатации.

Система должна получать своевременное обслуживание, чтобы гарантировать ее надлежащее функционирование и соответствие современным стандартам.

Стандартными компонентами выхлопной системы являются: коллектор, каталитический нейтрализатор, глушитель.

Коллектор – это первый компонент, через который проходят выхлопные газы от цилиндров двигателя. Он собирает отработанные газы и перенаправляет их в систему рециркуляции (Рис 4). Благодаря наличию датчиков и системы рециркуляции можно значительно увеличить эффективность работы двигателя, что в свою очередь способствует улучшению динамических характеристик автомобиля.

Помимо этого, задача выпускного коллектора состоит в том, чтобы эффективно собрать и направить газы, обеспечивая оптимальное течение и минимизируя потери мощности. Правильная конструкция и материалы коллекторов позволяют снизить температуру отработанных газов и ускорить их движение по системе, что положительно сказывается на общих характеристиках двигателя [13-15].

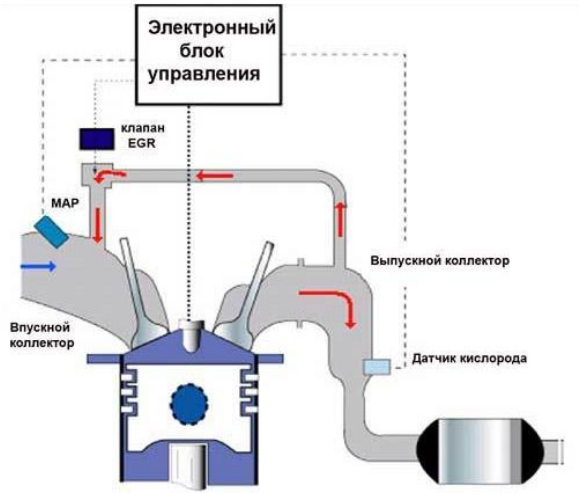


Рисунок 4 – Схема работы выпускного коллектора и системы EGR

Каталитический нейтрализатор — это следующий компонент, который значительно влияет на снижение вредных выбросов. Основная функция нейтрализатора заключается в преобразовании токсичных веществ.

Внутри нейтрализатора происходят высокоэффективные химические реакции, в результате которых вредные выбросы преобразуются в менее опасные – углекислый газ и водяные пары.

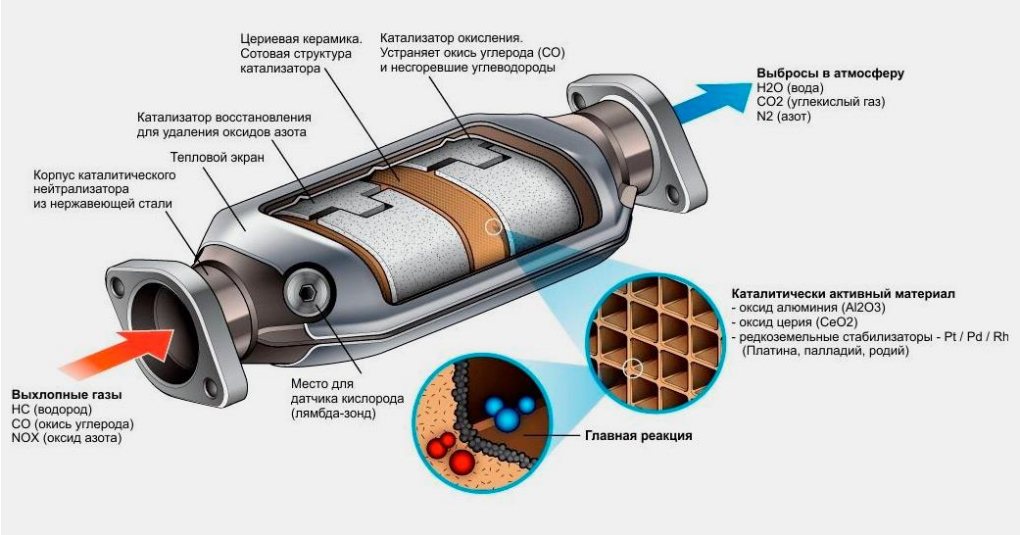


Рисунок 5 – Каталитический нейтрализатор

Химическим реакции происходят благодаря, содержащих редкие металлы, такие как платина, палладий и родий, которые в свою очередь находятся на поверхности катализаторов

(Рисунок 5). Эффективность каталитического нейтрализатора зависит от его конструкции, температуры работы и соотношения топливо-воздух в двигателе.

Глушитель — последний элемент системы выпуска, который отвечает за снижение уровня шума, создаваемого работающим двигателем. Глушитель работает по принципу снижения давления и вибраций, возникающих в процессе выхода отработанных газов. Он содержит несколько камер и перегородок, которые рассеивают звуковые волны, делая работу двигателя менее слышимой (Рисунок 6). Кроме того, глушитель помогает дополнительно охлаждать отработанные газы перед их выбросом в атмосферу.

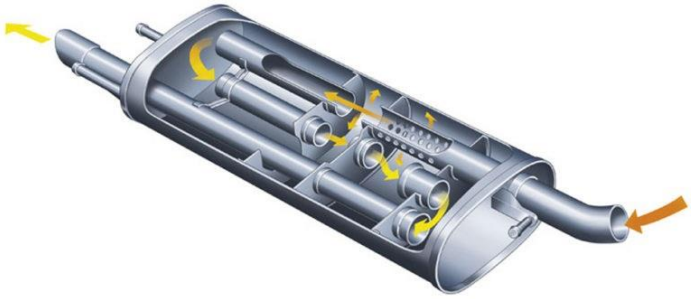


Рисунок 6 – Автомобильный глушитель

Таким образом, коллектор, каталитический нейтрализатор и глушитель представляют собой важные компоненты системы выпуска, каждый из которых выполняет свои специфические задачи. Совместная работа этих элементов обеспечивает не только стабильную работу двигателя, но и соблюдение экологических норм, что особенно важно в современном мире, где требования к чистоте окружающей среды становятся все более строгими.

Таким образом мы проанализировали основные компоненты выхлопной системы автомобиля, что позволило нам сделать вывод о технологичности современных систем и повсеместность их применения (Рисунок 7).



Рисунок 7 – Выхлопная система автомобиля

Влияние вредных выбросов на окружающую среду и организм человека

Вредные выбросы от транспортных средств оказывают значительное влияние на качество воздуха, вызывая образование смога и кислотных дождей. Эти процессы не только приводят к деградации природных экосистем, но и наносят удар по сельскому хозяйству, снижая урожайность и поражая растения. Здоровье человека также подвержено риску: исследования показывают, что загрязненный воздух может вызывать не только респираторные заболевания, но и обострять хронические болезни, а также негативно отражаться на психическом здоровье.

Технологии очистки выхлопных газов постоянно развиваются и совершенствуются. Современные системы, такие как каталитические нейтрализаторы и фильтры твердых частиц, позволяют существенно сократить выбросы вредных веществ в атмосферу. Внедрение технологий постобработки, включая системы рециркуляции, позволяет не только снижать уровень загрязнения, но и повышать общую эффективность работы двигателей. Новые подходы, такие как использование водорода в качестве топлива и электрификация транспорта, открывают дополнительные перспективы для сокращения вредных выбросов (Таблица 1) [16-19].

Компоненты выхлопного газа	Содержание по объему, %		Примечание
	Двигатели		
	бензиновые	дизельные	
Азот	74,000 - 77,00	76,000 - 78,000	нетоксичен
Кислород	0,300 - 8,000	2,0 - 18,000	нетоксичен
Пары воды	3,000 - 5,500	0,5 - 4,000	нетоксичны
Диоксид углерода	5,000 - 12,000	1,0 - 10,000	нетоксичен
Оксид углерода	0,100 - 10,000	0,01 - 5,000	токсичен
Углеводороды не канцерогенные	0,200 - 3,000	0,009 - 0,500	токсичны
Альдегиды	0 - 0,200	0,001 - 0,009	токсичны
Оксид серы	0 - 0,002	0 - 0,0300	токсичен
Сажа, г/м3	0 - 0,040	0,010 - 1,100	токсична
Бензопирен, мг/м3	0,010 - 0,020	до 0,010	канцероген

Таблица – 1 Состав выхлопных газов

Проблемы и перспективы развития систем отвода выхлопных газов

Несмотря на достижения в технологиях очистки, существует ряд проблем, с которыми сталкиваются существующие системы отвода выхлопных газов. Основным недостатком является стоимость эксплуатации и обслуживания данных систем, по мимо этого выхлопные газы является не первостепенной задачей, с которой должны бороться производители автомобилей

По некоторым статистическим данным выброс вредных веществ в атмосферу от ДВС в разы ниже, чем от других компонентов автомобиля таких как тормозные колодки и резина, что позволяет нам переосмыслить принципы снижения выбросов от автомобилей и переключится на более весомые факторы виляющих на окружающую среду.

Литература

1. Шароглазов, Б. А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов. /Б. А. Шароглазов, М. Ф. Фарафонтов, В. В. Клементьев : учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания». – Челябинск : ЮУрГУ, 2005. – 403 с.
2. Лиханов, В. А. Исследование сажевыделения в тракторном дизеле, работающем на биотопливе/ В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 4. – С. 375-385. – EDN SDIADK.
3. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 3. – С. 424-443. – EDN JKSIXY.
4. Лиханов, В. А. Исследование токсичности отработавших газов дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 9. – С. 30-34. – EDN XEJMTH.
5. Моделирование газодинамики каталитических процессов очистки отходящих газов / А. В. Иванова, И. И. Митричев, А. В. Женса, Э. М. Кольцова // Успехи в химии и химической технологии. – 2016. – Т. 30, № 4(173). – С. 45-47. – EDN XEBJHF.

6. Лопатин О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1(45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
7. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
8. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
9. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту. – Москва : Издательский Дом Третий Рим, 2003. – 192 с.
10. Колчин, А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей : учебное пособие / А. И. Колчин, В. П. Демидов. – Москва : Высшая школа, 2008. – 496 с.
11. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
12. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
13. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
14. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
15. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.
16. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
17. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
18. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С. 15-19. – EDN VLQGLM.
19. Шапошников, Ю. А. Методология повышения экологической безопасности двигателей автотранспортных средств в условиях эксплуатации : специальность 05.22.10 "Эксплуатация автомобильного транспорта" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Шапошников Юрий Андреевич. – Барнаул, 2006. – 438 с. – EDN NOOOSB.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЯ

Чернявский Б. М. – магистрант
Ржаницын П.Н. – специалист
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной работе рассмотрен ряд ключевых аспектов, связанных с проектированием технологического процесса капитального ремонта двигателя. В первую очередь, проведен анализ существующих методов ремонта, что позволит выявить их сильные и слабые стороны, а также определить наиболее эффективные подходы к восстановлению работоспособности двигателей. На основе этого анализа осуществлено определение необходимых операций, которые должны быть выполнены в процессе капитального ремонта. Это включает в себя как стандартные процедуры, так и специализированные операции, которые могут потребоваться в зависимости от состояния конкретного двигателя.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, гильза, капитальный ремонт, методы восстановления

Проектирование технологического процесса капитального ремонта двигателя представляет собой сложный и многогранный процесс, который требует глубокого понимания как теоретических, так и практических аспектов работы двигательных установок. Двигатели, будучи основными компонентами многих машин и механизмов, играют ключевую роль в обеспечении их надежности и эффективности. С течением времени, в результате эксплуатации, двигатели подвержены различным видам износа и повреждений, что делает капитальный ремонт необходимым этапом их жизненного цикла. В условиях современного производства, где требования к качеству и срокам выполнения работ постоянно растут, проектирование технологического процесса капитального ремонта становится особенно актуальным.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что несоответствие стандартов к качеству ремонта двигателей может привести к значительным экономическим потерям, связанным с увеличением сроков простоя техники и снижением ее надежности. В условиях высокой конкуренции на рынке, предприятиям необходимо оптимизировать свои производственные процессы, чтобы оставаться конкурентоспособными. Поэтому разработка эффективных технологических процессов капитального ремонта двигателей, которые обеспечивают высокое качество и минимальные затраты, является важной задачей.

Капитальный ремонт двигателя представляет собой сложный и многогранный процесс, который обеспечивает восстановление функциональности моторного блока. Основные операции включают разборку двигателя, диагностику его состояния, замену изношенных деталей и сборку. Эти этапы требуют высокой квалификации специалистов и использования специализированного оборудования. Часто в рамках капитального ремонта проводятся работы по выборочной замене ключевых узлов, таких как коленвал, блок цилиндров и другие системные компоненты, критичные для общей работы двигателя [1-4].

Показатели пробега, при которых рекомендуется провести капитальный ремонт, варьируются в зависимости от типа двигателя и условий эксплуатации. В большинстве случаев, владельцы автомобилей сталкиваются с необходимостью ремонта двигателя, когда пробег достигает отметки 200000–300000 километров. Этот показатель обусловлен физическим износом элементов двигателя, который происходит при интенсивной эксплуатации [5-8]. На этот этап также влияют условия вождения и качество обслуживания автомобиля.

Финансовые затраты на капитальный ремонт могут существенно различаться, в зависимости от типа двигателя и уровня сервиса. Например, для бензиновых двигателей с рабочим объемом 1.5–2 литра стоимость ремонта может составлять от 65 до 75 тысяч рублей. Для дизельных двигателей этот порог повышается и начинается от 100 тысяч рублей.

Указанная цена включает не только работу специалистов, но и стоимость запасных частей, расходных материалов, включая моторное масло, антифриз и фильтры [1]. Разумеется, цена и объем работ всегда оговариваются заранее, поскольку каждая машина имеет свои особенности и требует индивидуального подхода.

Капитальный ремонт, в отличие от текущего, подразумевает более глубокую переработку элементов и восстановление их первоначальных характеристик. В то время как текущий ремонт часто концентрируется на устранении мелких неисправностей, капитальный ремонт требует более серьезных охватных действий, таких как замена поршневых колец, подшипников и других важных деталей. Профессионально выполненные работы гарантируют, что двигатель способен эффективно функционировать ещё на протяжении 100,000 километров, а при соблюдении всех норм и правил, некоторые модели могут прослужить и до 200,000 километров [9-11].

Одним из распространенных методов, применяемых при капитальном ремонте, является расточка цилиндров, что позволяет установить поршни большего диаметра и тем самым продлить срок службы двигателя. Такой подход нередко позволяет значительно улучшить характеристики автомобиля после капитального ремонта. Такой вид вмешательства требует от мастеров значительного опыта и внимательного подхода к технологии выполнения, а также обязательной проверки на наличие дефектов всех деталей после окончания работ [12-15].

Ремонтные услуги, предлагаемые современными автосервисами, часто дополняются гарантийными обязательствами, которые могут варьироваться от 50,000 до 100,000 километров пробега или до двух лет эксплуатации. Это добавляет уверенности владельцам автомобилей в том, что работа была выполнена качественно и с соблюдением всех норм. Специализированные фирмы, занимающиеся капитальным ремонтом, могут также предоставить клиентам допуски и сертификаты, подтверждающие качественное выполнение работ [16-18].

Капитальный ремонт двигателя включает в себя множество операций, ориентированных на восстановление производительности и надежности двигателя после значительного пробега. Сначала выполняется полная разборка двигателя, что позволяет тематически оценить состояние каждого узла и детали, среди которых важнейшими являются поршни, кольца и подшипники. Как правило, обобщение технического состояния происходит в зависимости от признаков износа и их воздействия на работу двигателя [1].

Независимо от марки или модели автомобиля, капремонт подразумевает использование одинаковых принципов. Важной задачей является не только замена изношенных элементов, но и восстановление технологий их обработки, таких как шлифовка и холинговка. Эти процессы помогают вернуть геометрические размеры и функциональные характеристики деталей к исходным значениям. Это, в свою очередь, обеспечивает стабильность работы двигателя и его характеристик на протяжении последующих пробегов [19-23].

Ключевым этапом капитального ремонта является организация всех необходимых операций и последовательности их выполнения. После разборки двигателя специалисты проводят диагностику, которая включает проверку степени износа, искривления и дефектов. На основании этих данных формируется список операций, включая, но не ограничиваясь, заменой деталей, шлифовкой блоков и другими операциями, необходимыми для восстановления работоспособности. Такой подход помогает обеспечить максимальную эффективность проведенных работ [7].

Кроме того, стоит учитывать, что не все детали требуют замены. Например, если некоторые узлы имеют незначительные следы износа, их можно отремонтировать с минимальными затратами, что также способствует снижению общей стоимости капитального ремонта. Поэтому детальный анализ состояния всех компонентов, включая клапаны, распределительные валы и систему смазки, не только помогает сэкономить, но и продлевает срок службы двигателя [6].

Одновременно с анализом износа деталей производится оценка стоимости необходимых работ. Полный капремонт может варьироваться по цене в зависимости от сложности работ и необходимости в дорогостоящих запасных частях. В современном автосервисе важно также предлагать клиентам различные варианты комплектующих: как оригинальных, так и аналоговых, что может существенно повлиять на итоговую стоимость ремонта [7].

Следует также отметить, что наличие специализированного оборудования и инструментов, а также квалифицированный персонал, играет критическую роль в успешном проведении капитального ремонта. Технологические знания в области ремонта двигателей, а также опыт работы с конкретными марками автомобилей могут значительно упростить процесс и улучшить его результаты. Эффективное планирование работ и правильная расстановка приоритетов в процессе ремонта играют не меньшую роль, чем технические особенности используемого оборудования [24-29].

Капитальный ремонт двигателя представляет собой сложный и многоэтапный процесс. Он требует не только качественного выполнения работ, но и применения необходимых технологий и инструментов, что напрямую влияет на конечный результат. В частности, важно правильно выбрать технологическую схему, минимизирующую возможные ошибки и упрощение дальнейшего обслуживания [1].

При планировании капитального ремонта необходимо учитывать, что каждая операция, включая демонтаж, диагностику, замену деталей и сборку, имеет свою специфическую технологию выполнения. Качество выполнения данных операций может значительно повлиять на долговечность и работоспособность отремонтированного агрегата. Необходимо проводить тщательный анализ состояния всех узлов и механизмов, чтобы определить, какие из них требуют замены, а какие могут быть восстановлены посредством ремонта [8].

Для успешного капитального ремонта требуется использование специализированного инструмента, который может варьироваться в зависимости от типа двигателя и конкретных операций. Например, для демонтажа и сборки компонентов часто применяются различные ключи, отвертки, специальные приспособления и устройства для фиксации деталей. Важно применять именно тот инструмент, который рекомендован производителем, чтобы избежать повреждений деталей и обеспечить правильность сборки [10].

Технологические процессы, относящиеся к капитальному ремонту, могут включать в себя не только такие стандартные операции, как замена подшипников и поршней, но и более сложные манипуляции, такие как шлифовка и перестановка коленвалов. Каждая такая операция должна выполняться с соблюдением всех технологических норм, требующих точности и аккуратности [30-35].

После выполнения всех необходимых операций необходимо провести тестирование двигателя, чтобы убедиться в том, что он работает в пределах норм. Этот этап можно назвать самым важным, поскольку именно на нем выявляются ошибки, допущенные в предыдущих стадиях ремонта. При правильном подходе к процессу ремонта и тщательной проверке все работы должны привести к эффективной работе двигателя, его производительность должна соответствовать заводским характеристикам [10].

Также следует учитывать, что некоторые агрегаты могут требовать специальной подготовки перед применением, включая притирку новых деталей и проверку их совместимости с ранее установленными компонентами. Это особенно важно для двигателей, подвергшихся более серьезным повреждениям, так как наличие таких проблем может стать причиной неэффективной работы в будущем [36-39].

Методы, которые применяются при капитальном ремонте, могут варьироваться в зависимости от возраста и состояния двигателя. Важно применять современные пластифицированные технологии и оборудование, чтобы оптимизировать процесс ремонта и улучшить характеристики отремонтированного агрегата. Например, для диагностики состояния двигателя могут использоваться современные компьютерные системы,

позволяющие получить детальную информацию о состоянии различных узлов и систем [40-43].

Всё вышеизложенное подчеркивает важность грамотного подхода к выбору технологий и инструментов при капитальном ремонте двигателя. Успех выполнения всех работ во многом зависит от правильной организации технологического процесса, что обеспечивает не только безопасность, но и достаточную долговечность и производительность отремонтированного двигателя.

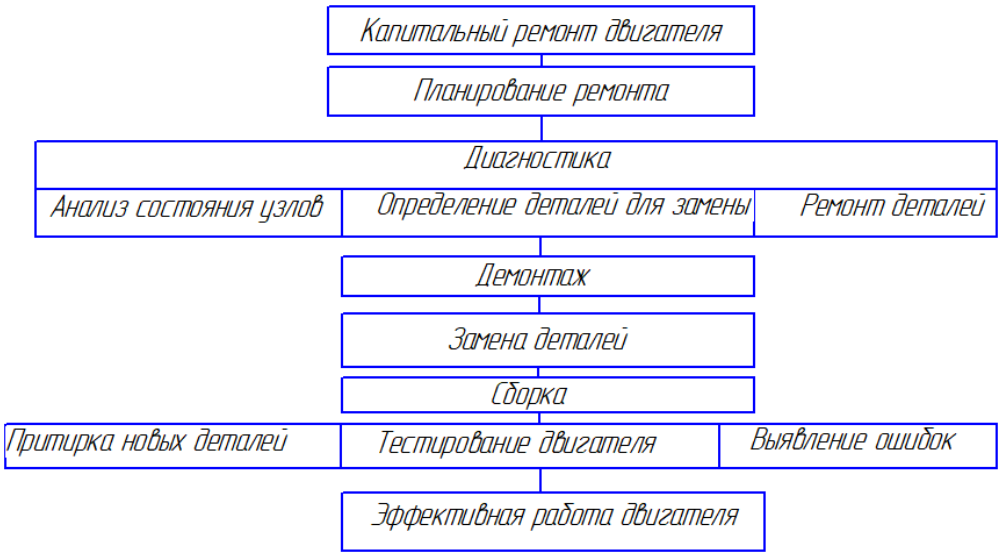


Рисунок 1 – Этапы капитального ремонта двигателя

К капитальному ремонту двигателя следует подходить с учетом четко разработанной технологической схемы, которая обуславливает последовательность выполнения всех операций. Поскольку работы по капитальному ремонту являются высокотехнологичными и требуют значительных затрат во времени и ресурсах, выполнение каждого конкретного этапа будет обусловлено рекомендациями и нормативами, установленными производителем двигателя и действующими стандартами [11].

Первоначально производится демонтаж двигателя, который включает снятие всех креплений и отсоединение всех необходимых систем. Важно учитывать, что данный этап требует особой внимательности, поскольку неправильное выполнение может повлечь за собой скрытые повреждения [12]. После демонтажа двигателя следует этап очистки, на котором осуществляется удаление загрязнений как снаружи, так и внутри, что играет ключевую роль в дальнейшем выполнении ремонта.

Разборка двигателя идет следующим этапом, во время которого все компоненты отделяются друг от друга. После этого наступает процесс мойки и детальной очистки всех частей, так как это непосредственно влияет на качество капитального ремонта и конечный результат [13]. Чистота деталей является неотъемлемой частью, позволяющей выявить даже малейшие дефекты, которые могут повлиять на дальнейшую работу двигателя.

Дефектовка — это следующий важный процесс, включающий в себя использование различных измерительных инструментов, таких как микрометры и нутромеры, для выявления степени износа и повреждений деталей [14]. Данный этап требует высокой квалификации и точности, так как ошибки на данном этапе могут привести к значительным финансовым потерям и угрозе безопасности при эксплуатации.

На основе полученных результатов дефектовки осуществляется восстановление или замена деталей. Восстановление может включать в себя шлифовку, сварку или другие методы обработки, которые позволяют вернуть детали в рабочее состояние. Если деталь не подлежит восстановлению, она заменяется на новую, что требует тщательного подбора аналогичных по характеристикам элементов [44-48].

После выполнения всех восстановительных работ происходит комплектация двигателя, которая включает в себя установку всех систем и узлов, необходимых для его функционирования. Важно отметить, что на этапе комплектации используются только проверенные комплектующие, чтобы избежать проблем в эксплуатации отмеченной единицы [11].

Завершающий этап — это сборка двигателя, которая осуществляется в соответствии с заводским либо техническим руководством. Данная операция требует аккуратности и ответственного подхода, так как неправильная сборка может привести к неисправностям в работе двигателя в процессе его эксплуатации. После сборки двигатель проверяется на предмет выявления возможных утечек и других неисправностей, что подчеркивает важность контроля качества на каждом этапе проведения капитального ремонта [14].

Каждая стадия капитального ремонта требует четкого соблюдения технологической схемы, что обеспечивает не только высокое качество работы, но и безопасность в процессе эксплуатации отремонтированного двигателя. Это позволяет увеличить срок службы двигателя и минимизировать риск возникновения аварийных ситуаций в дальнейшем.

Затраты, связанные с капитальным ремонтом двигателя, представляет собой важный аспект, влияющий на принятие решений автолюбителей и организаций, занимающихся техническим обслуживанием. Стоимость ремонта может варьироваться в зависимости от множества факторов, таких как модель транспортного средства, тип двигателя, объем необходимых работ и ценовая политика конкретного региона.

В среднем, стоимость капитального ремонта двигателей часто колеблется от 30 до 80 тысяч рублей для менее сложных моделей, таких как ВАЗ. Например, на обновленный двигатель Logan/Sandero сумма может достичь 60-80 тысяч рублей. Более сложные многопоршневые V-образные двигатели могут обойтись значительно дороже, вплоть до 200-300 тысяч рублей за регулировку и замену изношенных компонентов [16]. При этом важно учитывать, что в процессе капитального ремонта могут возникать дополнительные расходы, связанные с заменой деталей и выполнением дополнительных работ, таких как расточка блока, что также значительно увеличивает общую стоимость услуги.

Рассматривая реалии рынка, пример капитального ремонта двигателя Honda Accord продемонстрировал стоимость в 391 330 рублей, при этом сумма включает не только работу механика, но и замену запчастей, таких как радиатор кондиционера и подушки двигателя [17]. Эти факторы показывают, насколько важно учитывать все аспекты ремонта при составлении бюджета.

Некоторые дополнительный работы могут стать неожиданными для владельца автомобиля. Например, обнаруженные дефекты в блоке или других компонентах двигателя требуют выполнения операций, которые не были первоначально запланированы, что тоже может сильно сказаться на итоговых расходах. Стоимость работ может варьироваться от 50 до 75 тысяч рублей в зависимости от конкретного случая и объема необходимых услуг [18]. Наличие огромного разброса в ценах указывает на сложность заранее предсказать всю сумму, которая может быть необходима.

В зависимости от региона стоимость капитального ремонта может различаться более чем в два раза. Например, в некоторых регионах нижний предел стоимости ремонта может составлять от 30 до 40 тысяч рублей, а в других, таких как Санкт-Петербург или Москва, может достигать гораздо более значительных цифр [19]. Этот момент может быть критичным для владельцев, которые планируют ремонты «не по месту жительства», так как придется дополнительно учесть транспортные расходы.

При составлянии сметы на капитальный ремонт важно внимательно задумываться о возможных дополнительных расходах. Непредвиденные ситуации могут возникать не только из-за состояния двигателя, но и из-за особенностей конкретного региона, где происходит ремонт, который также может включать неожиданные платы за транспортировку запчастей.

Изучая использование инструментов, стоит учесть, что выбор технологий ремонта также может повлиять на итоговую стоимость. Использование более современных

оборудования и инструментов может продлить сроки выхода двигателя в эксплуатацию, но вместе с тем это приводит к повышению качества работы и снижения вероятности возникновения дополнительных неполадок в будущем. Современные методы требуют расходов на квалифицированных специалистов, что также увеличивает общие затраты на капитальный ремонт [20].

Планирование капитального ремонта двигателя включает не только расчет основных расходов, но и прогнозирование дополнительных затрат, связанных с особенностями конкретно изучаемого агрегата, географическим расположением и использованием современных технологий. Успешное выполнение таких расчетов позволит более точно оценить финансовые ресурсы на ремонт и минимизировать риски возникновения неожиданных ситуаций.

Определение необходимого времени выполнения работ при капитальном ремонте двигателя включает множество факторов, таких как конкретная модель двигателя, степень повреждений, а также наличие и состояние необходимых инструментов и оборудования. Обычный процесс ремонта можно разбить на несколько основных этапов, и каждый из них требует своего времени для выполнения.

Первый этап связан с диагностикой, которая может занять от одного до нескольких дней. Диагност работает на предмет определения состояния двигателя и выявления необходимости в его ремонте, что обеспечивает дальнейшие корректные действия и минимизацию риска неверной интерпретации состояния устройства [21]. Если диагностика выявила необходимость в капитальном ремонте, начинается второй этап — снятие двигателя с автомобиля и его разборка. Этот процесс, как правило, занимает один рабочий день.

Третий этап заключается в мойке и дефектовке снятых деталей. Всем известно, что загрязненные детали могут негативно повлиять на качество последующих операций. В случае необходимости могут понадобиться дополнительные дни на восстановление или замену деталей, если выявлены серьезные дефекты [1]. После мытья детали проходят процесс обработки: шлифовка и расточка занимают, как правило, от двух до четырех дней в зависимости от сложности работ и состояния деталей. Здесь важен профессионализм исполнителей, так как неправильная обработка может привести к необходимости повторного ремонта в будущем, что нецелесообразно и накладно [22].

Сборка двигателя представляет собой также важный этап. Сборка может занимать от одного до двух дней в зависимости от количества деталей и их состояния. На этом этапе необходимо произвести все требуемые регулировки и проверки, что добавляет время к общему сроку выполнения ремонта. Важно использовать качественные новые или отремонтированные запчасти, что также способствует более долгому сроку службы двигателя [23].

После сборки происходит установка двигателя на автомобиль, что также требует времени — это может занять дополнительный день. Общая оценка времени выполнения капитального ремонта в стандартных условиях с учетом всех вышеназванных этапов составляет порядка 73,9 нормо-часов, но временные затраты могут увеличиться в случае ожидания запчастей или необходимости в дополнительной обработке деталей [24].

Важно отметить, что длительность ремонта может варьироваться в зависимости от внешних факторов, таких как наличие необходимых материалов и запасных частей на складе. Для повышения качества работы рекомендуется наладить постоянное сотрудничество с поставщиками запчастей, что способствует более оперативному выполнению ремонта. Также стоит учитывать возможность использования альтернативных технологий и методов для ускорения процессов, однако это должно осуществляться с учетом качества и долговечности ремонта.

Структурированный подход к капитальному ремонту двигателя, следование четкой последовательности действий и использование современного оборудования позволяют значительно сократить время, необходимое на выполнение работ.

Капитальный ремонт двигателей внутреннего сгорания (ДВС) представляет собой сложный и многоэтапный процесс, требующий тщательного проектирования и организации. В процессе капитального ремонта важно учитывать не только технологии восстановления, но и влияние различных факторов на его эффективность. Например, капитальный ремонт может значительно увеличить срок службы двигателя, в то время как замена мотора на новый обойдется значительно дороже [12]. Это аспект становится особенно актуальным в условиях современного рынка, где экономия и оптимизация затрат играют ключевую роль в устойчивом развитии автосервисов.

Фактическое выполнение капитального ремонта подразделяется на различные операции, которые должны быть четко спланированы и синхронизированы. На участок капитального ремонта, рассматриваемом в проекте, выделены три сборочно-разборочных стенда. Каждая из таких станций позволяет обрабатывать порядка 650 двигателей в год. Эффективность организации работ значительно повышается благодаря четкому распределению задач и оптимизации времени, затрачиваемого на каждую операцию [25]. Полноценное использование рабочего времени возможно только при наличии правильной технологии, которая включает и современные диагностические средства.

В процессе ремонта необходимо уделять внимание вопросам трудоемкости. Установленная трудоемкость капитального ремонта одного двигателя составляет 11,53 человеко-часов. Это значение является критически важным для оценки общей производительности и позволяет планировать рабочее время более эффективно [26]. Таким образом, в результатах проектирования отражаются реальные производственные мощности, которые обеспечивают безукоризненное выполнение поставленных задач.

Качество выполненных работ – это основной аспект, на который также следует направить внимание. Восстановление чугунных блоков цилиндров, как показал анализ, значительно более эффективно, чем алюминиевых. Это объясняется особенностью материалов и структурными характеристиками, которые указывают на возможность более долговечного использования восстановленных узлов [27]. Важно понимать, что использование специализированного оборудования и инструментов, таких как фрезерные и шлифовальные станки, позволяет достичь необходимого уровня точности и соответствия характеристикам оригинальных деталей.

Процесс организации капитального ремонта в значительной мере зависит от цветовой схемы. Участки должны быть организованы так, чтобы минимизировать время ожидания на каждом этапе ремонта, включая предварительную диагностику, разборку, восстановление и сборку двигателя. Внедрение современных методик, упрощение и стандартизация технологии ремонта устройств также влияет на общую производительность. Правильно организованные рабочие места способны значительно сократить издержки и ускорить выполнение работ. Например, использование стационарных стендов позволяет быстрее и качественные проводить сборочно-разборочные операции [28].

Проектирование технологического процесса капитального ремонта двигателей строится на детальной системе, учитывающей экономическую целесообразность, организационные аспекты и технологические решения. Успешное завершение каждого этапа зависит от взаимодействия всех узлов современного автосервиса и координации между различными уровень персонала. Внедрение современных технологий, регулярное обучение персонала и обновление оборудования позволяют обеспечивать стабильное качество и эффективность проводимых работ, что, в свою очередь, влияет на удовлетворенность клиентов и репутацию сервиса на рынке.

В заключение данной работы можно подвести итоги, касающиеся проектирования технологического процесса капитального ремонта двигателя, который является ключевым элементом в обеспечении надежности и долговечности двигательных установок. В ходе исследования были рассмотрены различные аспекты, начиная с анализа существующих методов ремонта и заканчивая обоснованием затрат и времени выполнения работ.

Анализ существующих методов ремонта показал, что на сегодняшний день существует множество подходов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Важно отметить, что выбор метода ремонта должен основываться на конкретных условиях эксплуатации двигателя, его техническом состоянии и требованиях к качеству. Это позволяет не только повысить эффективность ремонта, но и минимизировать время простоя техники, что является критически важным для многих предприятий.

Определение необходимых операций стало следующим шагом в проектировании технологического процесса. Каждая операция должна быть тщательно продумана и обоснована, чтобы обеспечить максимальную эффективность и качество ремонта. Важно учитывать не только сам процесс ремонта, но и подготовительные работы, которые могут существенно повлиять на конечный результат. Например, правильная диагностика и оценка состояния двигателя перед началом ремонта позволяют избежать ненужных затрат и ускорить процесс.

Выбор технологий и инструментов также играет ключевую роль в успешном проведении капитального ремонта. В ходе работы были рассмотрены современные технологии, которые позволяют значительно повысить качество ремонта, а также инструменты, которые обеспечивают точность и надежность выполнения операций. Использование высококачественного оборудования и материалов не только улучшает результаты ремонта, но и способствует увеличению срока службы отремонтированных двигателей.

Разработка технологической схемы является важным этапом, который позволяет визуализировать весь процесс ремонта и определить последовательность операций. Четкая схема помогает организовать рабочее пространство, что, в свою очередь, способствует оптимизации производственных процессов. Это особенно актуально в условиях ограниченного времени и ресурсов, когда каждая минута на счету.

Обоснование затрат и оценка времени выполнения работ являются завершающими этапами проектирования. Важно не только рассчитать стоимость всех операций, но и определить, насколько они оправданы с точки зрения получаемого результата. Эффективное управление затратами позволяет снизить общую стоимость ремонта, что является важным фактором для многих организаций, стремящихся к оптимизации своих расходов.

В результате проведенного проектирования был создан комплексный подход к капитальному ремонту двигателей, который включает в себя все вышеперечисленные аспекты. Это позволяет не только повысить качество проведенного ремонта, но и снизить сроки выполнения работ, что, в свою очередь, способствует увеличению надежности и долговечности двигательных установок.

Таким образом, проектирование технологического процесса капитального ремонта двигателя является важной задачей, требующей комплексного подхода и внимательного анализа всех факторов, влияющих на качество и эффективность ремонта. В будущем, с учетом постоянно развивающихся технологий и методов, необходимо продолжать исследовать и внедрять новые решения, которые помогут улучшить процесс ремонта и обеспечить надежную работу двигателей в различных условиях эксплуатации.

Литература

1. Правильный капитальный ремонт двигателя // www.drive2.ru : сайт. – URL: https://www.drive2.ru/o/b/468184421686575124/ (дата обращения: 25.03.2026).
2. Ремонт двигателя авто - виды, признаки поломки, этапы // bestway61.ru : сайт. – URL: https://bestway61.ru/blog/remont-dvigatelya-avto/ (дата обращения: 25.03.2026).
3. Одноразовые, но не совсем: способы капремонта современных... // www.kolesa.ru : сайт. – URL: https://www.kolesa.ru/article/odnorazovye-no-ne-sovsem-sposoby-kapremonta-sovremennyh-motorov-2015-04-23 (дата обращения: 25.03.2026).

4. Капитальный ремонт двигателя: что это, что входит – Autonews // www.autonews.ru : сайт. – URL: https://www.autonews.ru/news/65e80bb49a7947591430b764 (дата обращения: 25.03.2026).
5. Какие работы входят в капитальный ремонт двигателя // ddcar.ru : сайт. – URL: https://ddcar.ru/blog/remont/kak-delayut-kapitalnyy-remont-dvigatelya (дата обращения: 25.03.2026).
6. Как делают капитальный ремонт двигателя // avtoexperts.ru : сайт. – URL: https://avtoexperts.ru/article/kak-delayut-kapital-ny-j-remont-dvigatelya/ (дата обращения: 25.03.2026).
7. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С. 15-19. – EDN VLQGLM.
8. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
9. Капитальный ремонт двигателя: все нюансы // www.drom.ru : сайт. – URL: https://www.drom.ru/info/misc/85803.html (дата обращения: 25.03.2026).
10. Капитальный ремонт двигателя автомобиля // pro-sensys.com : сайт. – URL: https://pro-sensys.com/info/articles/obzornye-stati/kapitalnyy-remont-dvigatelya-avtomobilya-prichiny-i-etapy/ (дата обращения: 25.03.2026).
11. Капитальный ремонт двигателя // Викиучебник : сайт. – URL: https://ru.wikibooks.org/wiki/капитальный ремонт двигателя (дата обращения: 25.03.2026).
12. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
13. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
14. Как сделать капитальный ремонт двигателя // WikiHow : сайт. – URL: https://ru.wikihow.com/сделать-капитальный-ремонт-двигателя (дата обращения: 25.03.2026).
15. Технология и механизация ремонта ДВС // studfile.net : сайт. – URL: https://studfile.net/preview/9868600/page:2/ (дата обращения: 25.03.2026).
16. Бакалаврская работа // dspace.tltsu.ru : сайт. – URL: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/5471/1/надежкин а.а._эткб_1301.pdf (дата обращения: 25.03.2026).
17. Организация технологического процесса ремонта двигателя // www.bibliofond.ru : сайт. – URL: https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=803470 (дата обращения: 25.03.2026).
18. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
19. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
20. Этапы капитального ремонта двигателя? ХонСервис на DRIVE2 // www.drive2.ru : сайт. – URL: https://www.drive2.ru/o/b/567570652110785724/ (дата обращения: 25.03.2026).
21. Технологическая инструкция // neva-diesel.com : сайт. – URL: https://neva-diesel.com/f/tehnicheskie_usloviya_na_kapitalnyj_remont_dvigatelya_utd-20.pdf (дата обращения: 25.03.2026).
22. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1(45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.

23. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
24. Чудес не бывает: сколько в действительности стоит сегодня // www.avtovzglyad.ru : сайт. – URL: https://www.avtovzglyad.ru/sovety/ekspluataciya/2022-09-14-chudes-ne-byvaet-skolko-v-dejstvitelnosti-stoit-segodnja-pereborka-dvigatelja-avto/ (дата обращения: 25.03.2026).
25. Лиханов, В. А. Исследование сажевыделения в тракторном дизеле, работающем на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91. – № 4. – С. 375-385. – EDN SDIADK.
26. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34. – № 3. – С. 424-443. – EDN JKSIXY.
27. Стоимость капитального ремонта двигателя Приоры в 2023 году // www.drive2.ru : сайт. – URL: https://www.drive2.ru/l/649677782426586773/ (дата обращения: 25.03.2026).
28. "Совесть? НЕ, не слышал..."Сколько сейчас в 2023 году // dzen.ru : сайт – URL: https://dzen.ru/a/zoyeo3hsm2cnol6y (дата обращения: 25.03.2026).
29. Капиталка мотора: главные признаки, что вот-вот и пора! // www.zr.ru : сайт. – URL: https://www.zr.ru/content/articles/924266-kapitalnyj-podkhod/ (дата обращения: 25.03.2026).
30. Лиханов, В. А. Исследование токсичности отработавших газов дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 9. –С. 30-34. – EDN XEJMTH.
31. Лиханов, В. А. Исследование дизеля на спиртовом и газомоторном топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – 175 с. – ISBN 978-5-6045024-1-9. – EDN GCPSZS.
32. На «капиталку» двигателя и покраску кузова — не более 10 дней // news.drom.ru : сайт. – URL: https://news.drom.ru/83066.html (дата обращения: 25.03.2026).
33. Сколько в среднем по времени занимает капитальный ремонт // www.nn.ru : сайт. – URL: https://www.nn.ru/community/auto/main/?do=read&thread=2552220&topic_id=58367678 (дата обращения: 25.03.2026).
34. Лиханов, В. А. Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения оксидов азота в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – 408 с. – EDN YPVGZN.
35. Лиханов, В. А. Использование природного газа, спиртов и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – 395 с. – EDN XOYWAX.
36. Лиханов, В. А. Исследование рабочего процесса дизеля на спиртосодержащем топливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – 205 с. – ISBN 978-5-6048477-7-0. – EDN GXGGVB.
37. Правильный подход к капитальному ремонту двигателя // exkavator.ru : сайт. – URL: https://exkavator.ru/articles/user/~id=9220 (дата обращения: 25.03.2026).
38. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 4 (40). – С. 21-25. – EDN SILVTR.
39. Лиханов, В. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 16-4. – С. 170-173. – EDN QIPLVD.
40. Реконструкция участка по капитальному ремонту двигателей // www.bibliofond.ru : сайт. – URL: https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=565251 (дата обращения: 25.03.2026).

41. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации // earchive.tpu.ru : сайт. – URL: https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/60546/1/tpu924548.pdf (дата обращения: 25.03.2026).
42. Лиханов, В. А. Сгорание, тепловыделение и образование оксидов азота в дизеле, работающем на альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – 173 с. – ISBN 978-5-6045024-5-7. – EDN TBGZKI.
43. Лиханов, В. А. Исследование скоростного режима дизелей семейства ММЗ при работе на природном газе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – № 1 (61). – С. 12. – EDN XEQEDT.
44. Методика и технология выполнения капитального ремонта // revolution.allbest.ru : сайт. – URL: https://revolution.allbest.ru/transport/00513766_0.html (дата обращения:).
45. StudFiles. Заключение // studfile.net : сайт. – URL: https://studfile.net/preview/21445887/page:7/ (дата обращения: 25.03.2026).
46. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции вузов Приволжского региона. – Москва : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.
47. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
48. Сколько мне стоило сделать капитальный ремонт двигателя // journal.tinkoff.ru. – URL: https://journal.tinkoff.ru/kapremont-dvs-honda/ (дата обращения: 25.03.2026).

УДК 631.22.018

МЕХАНИЗАЦИЯ УБОРКИ НАВОЗА В СТОЙЛОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ: СКРЕПЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ГИДРОСМЫВ

Черняев Е. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются два наиболее распространённых способа механизированного удаления навоза в молочном животноводстве. Проведён сравнительный анализ скреперных установок и систем гидросмыва, анализ их влияния на микроклимат, эксплуатационные затраты и трудоёмкость обслуживания. Обоснованы условия наиболее эффективного применения каждого из способов.

Ключевые слова: молочное животноводство, удаление навоза, микроклимат, гидросмыв, скреперные системы

Эффективное удаление продуктов жизнедеятельности животных является определяющим фактором обеспечения гигиены содержания и поддержания здоровья коров. На современных фермах затраты времени на уборку навоза могут составлять до 15–20% от общих трудозатрат, что обуславливает необходимость внедрения высокоэффективных средств механизации [1-3].

Скреперные установки (рисунок 1) представляют собой возвратно - поступательный механизм, который движется вдоль навозных проходов. Рабочим органом является скрепер. При движении вперёд он раскрывается и перемещает навоз к поперечному каналу. При движении назад скрепер складывается, не перемещая массу. Приводная станция создаёт тяговое усилие, которое перемещает скребки по замкнутому контуру вдоль навозных проходов. Скрепер движется со скоростью 6–8 м/мин, что обеспечивает безопасность для животных. При наезде на препятствие срабатывает защитная система – установка автоматически останавливается, а затем реверсирует назад. Скреперные установки позволяют устанавливать их в помещениях с любой температурой, необходим только подогрев желобов. Одним из преимуществ скреперных установок является минимальное использование воды. Это позволяет экономить водные ресурсы. Также использование скреперных установок позволяет сохранить концентрацию сухого вещества в навозе, что делает его более эффективным при дальнейшем использовании [4,6,7,8].



Рисунок 1 – Скреперная установка

Система гидросмыва включает в себя проточный канал, водяной бак, заслонку, ограничивающую выход навоза за пределы стока, и решётку. Гидросмыв основывается на использовании кинетической энергии потока воды. Работа гидросмыва происходит путём

сброса накопленной в баках воды под давлением в навозные каналы, имеющие технологический уклон. Гидросмыв позволяет достичь выскокой скорости очистки животноводческих помещений, удалить патогенную миклофлору с поверхности пола. Также безусловным преимуществом гидросмыва является отсутствие механических элементов рядом с животными.

Технико – экономическое сравнение скреперных систем и гидросмыва представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Технико–экономическое сравнение скреперных систем и гидросмыва

Показатель	Скреперная система	Система гидросмыва
Энергопотребление	Низкое (электродвигатели 1.5–2.2 кВт)	Высокое (работа мощных насосов)
Расход воды	Минимальный	Высокий
Объём навозохранилища	Стандартный	Увеличенный за счёт разбавления
Надёжность	Средняя (износ механических элементов)	Высокая (минимум механики)

Скреперные системы работают циклично (каждые 2–4 часа), что обеспечивает стабильно низкий уровень влажности в помещении. Однако постоянное присутствие тонкого слоя навоза на полу может способствовать выделению аммиака.

Гидросмыв существенно повышает относительную влажность воздуха, что требует мощной системы вентиляции, особенно в зимний период. В то же время, резкое удаление всей массы навоза позволяет снизить общую бактериальную наполненность воздуха.

Трудоемкость обслуживания скреперов заключается в регулярном осмотре тяговых органов (цепей, стальных канатов) и очистке приводных станций [9-11]. Основной риск – коррозия металла и травмирование копыт при неправильной настройке датчиков препятствий.

Обслуживание гидросмыва сводится к контролю работы насосного оборудования и задвижек. Основная сложность заключается в управлении огромными объемами стоков и необходимости разделения навоза на фракции (сепарации) для повторного использования технической воды.

Выбор системы механизации определяется регионом и типом кормления. Скреперные системы оптимальны для ферм, ориентированных на получение качественных органических удобрений с минимальным содержанием влаги. Гидросмыв целесообразен в регионах с теплым климатом и на крупных комплексах, имеющих собственные очистные сооружения и сепараторы, где скорость уборки является приоритетной. Оптимизация обоих процессов позволяет снизить трудозатраты на 30–40% по сравнению с ручным или мобильным способом уборки.

Литература

1. Архангельский, В. Н. Механизация и автоматизация животноводства : учебник для вузов / В. Н. Архангельский. – Москва : КолосС, 2021. – 352 с.

2. Иванов, Ю. А. Современные требования к микроклимату животноводческих помещений и технические средства их обеспечения / Ю. А. Иванов, Н. М. Морозов // Вестник ВНИИМЖ. – 2018. – № 2 (30). – С. 12–18.

3. Мишуров, Н. П. Инновационные технологии и оборудование для удаления, хранения и переработки навоза / Н. П. Мишуров, В. В. Кондратьева. – Москва : Росинформагротех, 2017. – 148 с.

4. Наймушин, Д. А. Технология силосования кормов в полимерных рукавах / Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 476-479.

5. Никитин, Е. А. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, В. Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 11 (102). – С. 37-46.
6. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
7. Рекомендации по проектированию систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза и помета (РД-АПК 1.10.15.02-17). – Москва : Министерство сельского хозяйства РФ, 2017.
8. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
9. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.
10. Солонщиков, П. Н. Инженерное обеспечение процесса приготовления жидких кормовых смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию создания кафедры "Ремонт машин и технология конструкционных материалов", Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 128-131.
11. Технология получения комбикормов в хозяйствах / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. С. Ткачев [и др.] // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мичуринск, 13 февраля 2020 года. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – С. 144-149.
12. Толстоухова, И. А. Методы оценки качества дозирования при раздаче кормов мобильным кормораздатчиком / И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 222-223.

УДК 621.793

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОРШНЕЙ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Черняев Е.В. – студент 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены современные материалы для поршней тепловых двигателей

Ключевые слова: поршневые сплавы, дефекты днища поршня, структуры твердых растворов

Улучшение эксплуатационных показателей автомобильных дизелей в условиях увеличивающегося спроса в автомобильной промышленности является одной из самых актуальных задач. Эта задача решается как за счет совершенствования рабочего процесса двигателя, так и оптимизацией основных узлов и деталей.

Возможность совершенствования рабочего процесса поршневого двигателя путем повышения давлений газа и тепловых нагрузок на детали в немалой степени связана с конструкцией поршня, применяемых при его производстве технологий и материалов. Особенно это актуально при использовании альтернативных видов топлива, в частности природного газа, когда температура в камере сгорания существенно возрастает [1-5].

При работе двигателя, особенно в условиях повышенных температур и давлений, особое внимание уделяется конструкции поршня, от работы которого зависят основные показатели двигателя.

Поршень должен обладать достаточными прочностными характеристиками, обеспечивающими необходимую надежность и долговечность в условиях воздействия высоких динамических, механических и тепловых нагрузок. При этом он должен обладать малой массой, высокой износостойкостью контактных поверхностей, низкими потерями на трение при минимальных монтажных зазорах в цилиндре, оптимальной теплопроводностью и малым коэффициентом теплового расширения.

Особое место отводится отработке конструкции поршня с использованием новейших расчетных методов оптимизации, что позволят выбирать наилучший вариант материала, вида упрочнения и геометрической конфигурации для конкретного типа двигателя, обеспечивающий выполнение норм экологии и высокую топливную экономичность.

Для производства поршней в отечественной и мировой практике используются алюминиевые сплавы, чугуны и стали, в последние два десятилетия за рубежом ведутся разработки поршней из композитов.

Основные размеры поршня определяются на основе свойств материалов, статических данных о соотношении конструктивных элементов поршня, проведения расчетов его напряженно-деформированного состояния, проверенных экспериментальными исследованиями. При этом особое внимание уделяется определению высоты головки и самого поршня, толщины днища и высоте жарового пояса. От этих параметров конструкции поршня зависят его масса, расположение центра тяжести и, следовательно, условии перекладки в цилиндре, шум и вибрации, температура в зоне канавки первого поршневого кольца, являющаяся причиной снижения её твердости и износостойкости и интенсивного коксования масла, приводящее к залеганию кольца в канавке.

Высота жарового пояса определяет также «мертвый» объем камеры сгорания двигателя и выбросы с отработавшими газами несгоревших углеводородов.

До последнего времени уменьшение теплового расширения направляющей части поршня достигалось применением стальных терморегулирующих вставок, но стремление уменьшить массу поршня привело к снижению выпуска таких поршней. В настоящее время основным способом компенсации и учета значительного расширения направляющей части поршня является оптимизация её геометрической формы - овально-бочкобразного профиля. Особенно остро эта проблема встает при проектировании поршней бензиновых двигателей,

работающих в цилиндре с минимальными зазорами в условиях, когда тепловое расширение юбки превышает тепловое расширение цилиндра и монтажный зазор между ними, то есть при возникновении упругих деформаций юбки. Ещё больше эта проблема усугубляется в настоящее время при использовании «жестких» коротких поршней с уменьшенной поверхностью трения. Ошибка в выборе профиля при этом может привести к задирам цилиндро-поршневой группы.

Широкое распространение получили поршни из сплавов алюминия, легированных кремнием, с содержанием последнего 11…13 % (эвтектические сплавы) и 17…23 % (заэвтектические сплавы). Основными достоинствами алюминиевых сплавов перед другими металлами являются: малая плотность материала, высокая теплопроводность и удовлетворительные трибологические характеристики. При этом очевидные недостатки поршней, изготовленных из освоенных промышленностью алюминиевых сплавов, такие как: значительное снижение прочностных характеристик при высоких температурах, высокий коэффициент теплового расширения и низкая износостойкость, преодолеваются за счет конструкционных и технологических мероприятий. К ним относятся:

- разработка специальных сплавов с добавлением компонентов, улучшающих прочностные характеристики при высоких температурах и уменьшающих тепловое расширение;

- использование специальных технологий изготовления заготовок поршней: литьё под давлением, изотермическая и «жидкая» штамповка для эвтектических сплавов и изотермическая штамповка (ковка) для заэвтектических сплавов, в том числе гранулированных.

Необходимо отметить, что возможности традиционных поршневых сплавов уже не удовлетворяют производителей ДВС, сконцентрировавших свои усилия на повышении износостойкости, термической и механической прочности, снижении потерь на трении, снижении массы поршня.

Так, для уменьшения износа канавки первого компрессионного кольца используются специальные вставки из чугуна и других материалов, уменьшающих износ в паре трения: поршень - компрессионное кольцо.

Большое внимание уделяется использованию различных покрытий. Направляющую часть поршня покрывают тонким, в несколько мкм, слоем свинца, олова или цинка для предохранения поверхности поршня от задира в условиях ухудшения смазки на отдельных режимах работы. Широко используются покрытия графитом со специальным наполнителем, обеспечивающим прочное сцепление со стенкой направляющей части. Такое покрытие существенно увеличивает износостойкость поршня.

Для упрочнения верхней канавки под компрессионное кольцо всё чаще вместо вставок используют износостойкое покрытие. Обычно такое покрытие делается по огневой поверхности днища поршня, охватывает жаровой пояс и первую канавку по всему периметру. Покрытие имеет толщину 40…120 мкм, образуется в результате твердого анодирования, т.е. термохимического преобразования верхнего слоя алюминиевого сплава в твердую керамику (окись алюминия Al_2O_3). В бензиновых двигателях с наддувом данное покрытие защищает поршень от разрушения при появлении детонационного сгорания.

Концентрация усилий производителей двигателей на повышение термической и механической прочности поршней и за счёт этого достижение снижения их массы, уменьшения поверхностей трения и, следовательно, механических потерь привело к разработке композиционных материалов, в которых матрица - алюминиевый сплав - упрочняется оксидными керамическими волокнами Al_2O_3, или $Al_2O_3+SO_2$, или нитевидными кристаллами карбида кремния SiC. Армирование керамическими волокнами улучшает механические характеристики: прочность, предел текучести базового алюминиевого сплава, особенно при повышенных температурах, снижает коэффициент линейного температурного расширения, повышает износостойкость.

Наиболее нагруженной частью поршня является его головка. Требование обеспечения долговечности поршня при совместном действии механических нагрузок от сил давления газов и термических нагрузок, обусловленных высоким уровнем температур, привело к разработке составных поршней, у которых головка выполнена из стали, а юбка поршня - из алюминиевого сплава (рисунок 1) (поршни дизельных двигателей ELKO, Cummins). Однако лучшим техническим решением этой проблемы является конструкция поршня, армированного в головке керамическими волокнами.



Рисунок 1 – Составной поршень из алюминия и стали

Исследования показали, что использование составных поршней (за счет уменьшения боковых зазоров алюминиевой юбки) позволяет снизить уровень шума, выброс токсичных веществ [6-8], увеличить среднюю температуру рабочего процесса, что позволяет повысить эффективность турбонаддува.

Всё более широкое применение в автомобилестроении находят литые композиционные материалы системы Al-Si/SiC, отличающиеся повышенной износостойкостью, высоким сопротивлением к зарождению трещин, более низким коэффициентом теплового расширения, улучшением прочностных показателей.

Например, получены литые композиционные материалы на основе сплава АК12 при замешивании в алюминиевый расплав неметаллических частиц с существенным уменьшением температурного коэффициента линейного расширения. Существенно повышается и износостойкость разработанных сплавов.

Дальнейшие работы в этом направлении представляются весьма перспективными, так как производители углеродных поршней по результатам испытаний и эксплуатации бензиновых и дизельных двигателей приводят следующие аргументы в пользу углеродных конструкций:

- значительное сокращение выбросов с отработавшими газами;

-снижение расхода топлива: на 3…8%;

-сокращение потребления масла на угар: на 40…55%;

уменьшение прорыва картерных газов;

-увеличение степени сжатия примерно на 10%;

-увеличение механической прочности на 2…5% при повышении температуры;

-постоянная твердость HRB 90…125 во всем диапазоне температур.

Применение дешевых армирующих элементов из углеродных материалов взамен дорогостоящих керамических и борных волокон, частиц карбида кремния позволит существенно снизить стоимость композиционных материалов на основе алюминиевых сплавов, сделать их более доступными для массового производства [9-19].

Литература

1. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С. 15-19. – EDN VLQGLM.

2. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.

3. Скрябин, М. Л. Снижение содержания токсичных компонентов в отработавших газах дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 при работе на природном газе / М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – С. 209-215.

4. Скрябин, М. Л. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на номинальной частоте вращения / М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – С. 126-129.

5. Расчет периода задержки воспламенения при работе дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха на природном газе / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин, А. Н. Чувашев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – С. 84-88.

6. Скрябин, М. Л. Улучшение экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах : специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Скрябин Максим Леонидович. – Санкт-Петербург, 2009. – 18 с. – EDN NKTZWF.

7. Лиханов, В. А. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением надувочного воздуха при работе на природном газе : монография / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – 146 с.

8. Скрябин, М. Л. Влияние энергии разрыва простой химической связи на константы скорости реакций термической диссоциации / М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев // Общество, наука, инновации (НПК - 2015) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : сборник материалов: Общеуниверситетская секция, БФ, ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ, Киров, 13–24 апреля 2015 года / Вятский государственный университет. – Киров : Вятский государственный университет, 2015. – С. 977-982. – EDN UIGXOD.

9. Торопов, А. Е. Влияние воды и поверхностно активных веществ на стабильность метаноло-топливной эмульсии / А. Е. Торопов // Науке нового века - знания молодых : материалы докладов 7-й научной конференции аспирантов и соискателей.Сборник научных статей, Киров, 07 апреля 2007 года / главный редактор С. Л. Жданов. – Киров : Вятская ГСХА, 2007. – С. 119-122.

11. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии и природного газа в дизелях на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. Е. Торопов // Улучшение

эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы V Международной научно-практической конференции :сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2012 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2012. – Вып. 10. – С. 61-66.

12. Торопов, А. Е. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля 4Ч 11,0/12,5 / А. Е. Торопов, С. А. Романов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы II Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Санкт-Петербург – Киров, 01 января – 31 2009 года. – Санкт-Петербург – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – С. 129-132.

13. Лиханов, В. А. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии насодержание токсичных компонентов в дизеле 4Ч 11,0/12,5 на частоте максимального крутящего момента / В. А. Лиханов, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 13. – С. 554-559.

14. Торопов, А. Е. Результаты теоретических расчетов массовой концентрации сажи в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на дизельном топливе и метаноло-топливной эмульсии в зависимости от изменения угла поворота коленчатого вала / А. Е. Торопов, М. Л. Скрябин // Современное состояние прикладной науки в области механики и энергетики : материалы Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках мероприятий, посвященных 85-летию Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, 150-летию Русского технического общества и приуроченной к 70-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного работника высшей школы Российской Федерации Акимова Александра Петровича, Чебоксары, 09–10 сентября 2016 года. – Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 518-527.

15. Лиханов, В. А. Показатели процесса сгорания и концентрация сажи в цилиндре дизеля размерности 4Ч 11,0/12,5 при работе на метаноло-топливной эмульсии и различных значениях установочного УОВТ / В. А. Лиханов, А. В. Россохин, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IV Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2011 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2011. – С. 60-64.

17. Лиханов, В. А. Влияние применения этанола и рапсового масла в дизеле 2Ч 10,5/12,0 с ДСТ на экологические показатели в зависимости от изменения частоты вращения / В. А. Лиханов, М. И. Арасланов, А. Н. Козлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции: сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016 года / Министерство сельского хозяйства РФ ; Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 121-123. – EDN WDWZJD.

УДК 656.025.4

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МТА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Черняев Е. В. – обучающийся 3 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрена возможность улучшения показателей транспортирования картофеля с помощью МТА при соблюдении технологических особенностей, обеспечивающих его сохранность и качество.

Ключевые слова: картофель, перевозка, транспортировка, МТА, хранилище

Транспортирование продукции агропромышленного комплекса можно осуществлять с помощью различных машинно-тракторных агрегатов (МТА). Особенно это актуально при уборке урожая с поля, когда перевозка выполняется на коротких перегонах (до 10 км) [1].

Для перевозки картофеля в качестве агрегата применяют, например:

- Тракторные прицепы. Например, СПМ-16 (грузоподъёмность — до 30 т, задний борт имеет гидравлический привод) или ПТ-2 (грузоподъёмность — до 30 т, задний борт также оснащён гидравлическим приводом).
- Полуприцепы-самосвалы с донной разгрузкой, например, «Тонар-9593» (масса перевозимого груза — не более 20 т, объём кузова — 26 куб. м), Тонар-ПТ4 (рисунок 1) и др [1].

При организации перевозки картофеля с помощью МТА важно:

- Учитывать грузоподъёмность — она должна соответствовать объёму перевозимого груза.
- Соблюдать допустимую рабочую скорость — например, для усовершенствованного транспортного средства — 22,3 км/ч, для серийного — 18 км/ч.
- Учитывать условия движения — если перевозка осуществляется по дорогам без твёрдого и ровного покрытия, необходимо использовать систему подрессоривания грузовой платформы, чтобы снизить уровень повреждений клубней. Например, разработан упругий элемент с двумя пружинами различной жёсткости, которые вступают в работу поочерёдно.

Некоторые особенности перевозки картофеля с помощью МТА:

- Учёт перепада высот при разгрузке самосвального кузова, чтобы клубни не получали механические повреждения (ушиб мякоти, повреждения кожуры). Некоторые кузова оснащены донными транспортёрами, которые исключают перепад высот [1].
- Догрузка ведущих колёс — может использоваться временно при плохих дорожных условиях, но постоянная догрузка путём балластирования нежелательна, так как вызывает дополнительный расход энергии. Нагрузку с прицепа переносят на задние колёса трактора с помощью его гидросистемы [8].



Рисунок 1 – Прицеп тракторный бункер-перегрузчик Тонар-ПТ4 в составе МТА

Картофель - многолетнее растение, относящееся к семейству пасленовых [2].

В качестве груза он представляет собой клубень округлой формы, диаметром 4-7 см. Картофель, как и любой овощ - скоропортящийся продукт. Поэтому, при его перевозке действуют «Правила перевозок скоропортящихся грузов». К ним относятся такие грузы, которые при перевозке требуют мер защиты (охлаждения, отопления, вентилирования) от действия на них высоких или низких температур, ухода или обслуживания. Скоропортящиеся грузы должны предъявляться отправителем к перевозке только в надлежащем состоянии по качеству (в том числе по температуре) в соответствии с нормативными требованиями страны отправления. При перевозке картофеля и других овощей перевозчики, грузоотправители и грузополучатели должны принимать меры по предохранению картофеля и других овощей от механических повреждений, атмосферных осадков, воздействия низких и высоких температур. Основная задача хранения и перевозки скоропортящихся грузов - соблюдение условий, при которых они не подвергались бы вредному воздействию физико-химических и биологических факторов [1-5]:

1. При подаче транспортного средства на погрузку картофеля прицеп должен держать температуру +13 градусов Цельсия.

2. Если в процессе загрузки картофеля произошло снижение температуры внутри прицепа ниже необходимого уровня, перед началом транспортировки необходимо установить ее необходимый уровень.

3. При нахождении сырого картофеля внутри прицепа допускается отклонение температуры внутри прицепа +1/-1 градус Цельсия от установленной температуры.

4. В процессе перевозки сырого картофеля необходимо каждые 4 часа, в течение 30 минут, обеспечить приток свежего воздуха внутрь прицепа.

5. С первого дня транспортировки необходимо обеспечить внутреннюю циркуляцию воздуха в прицепе в течение 24 часов. В первые сутки перевозки необходимо производить одну циркуляцию в час; начиная со вторых суток транспортировки, за каждые 24 часа должно быть произведено не менее 5 циклов циркуляции воздуха в прицепе. В случае возникновения конденсата внутри прицепа, необходимо усилить воздушную циркуляцию воздуха путем увеличения количества циклов циркуляции до 1 цикла в час.

Особенности транспортировки картофеля:

1. Картофель — это по большей части сезонный груз. Только что собранный продукт не требует строгого соблюдения санитарных правил и температурного режима. Зато мытый картофель, который круглогодично доставляют со складов в торговые точки, уже требует соблюдения правил перевозки продуктов питания.

2. Требования к погрузке/разгрузке. Имеет большое значение, в какой таре доставляется продукт. Перевозка картофеля в мешках гораздо предпочтительнее транспортировки навалом. Если производить загрузку вручную ведрами, не допуская падения овощей с высоты более чем 1 м, при доставке продукт приобретет качество инертных материалов. То есть картофель будет ссыпаться под своей тяжестью, биться о борта на поворотах и вываливаться на проезжую часть.

3. Требования к транспортировке. В принципе, для доставки картофеля не требуется соблюдения каких-то особых правил. Однако стоит учитывать, что предельный срок транспортировки картофеля раннего составляет 14, а позднего — 20 суток. Поэтому при перевозке в дальние регионы нужно тщательно прорабатывать маршрут для достижения максимальной оперативности [4, 7].

О защите картофеля от ударов стоит позаботится уже при выгрузке его с комбайна (рисунок 2). Поэтому, помимо ранее упомянутого, при перегрузке клубней навалом стараются избежать падений с последующими соударениями. Что приводит к снижению качества картофеля.

Перемещение и перегрузку клубней необходимо проводить с минимальными повреждениями. При этом возможно совершенствование технологий, технологического оборудования, оснастки в широком диапазоне растениеводства [6-12].



Рисунок 2 – Загрузка картофеля в прицеп навалом после уборки

До товарных кондиций картофель может доводиться на сортировальных пунктах. Технологическая линия послеуборочной доработки картофеля в хранилище — картофелесортировальный пункт КСП-15Б и транспортер-загрузчик ТЗК-30 с приспособлением ТПК-30. Производительность КСП-15Б 15 т в 1ч [2, 6]. Как и на большинстве технологических линий послеуборочной обработки продукции растениеводства [13-18], тут также предполагается совершенствование и возможная замена применяемого оборудования [19-22].

Сортировать картофель можно непосредственно после уборки (поточный способ), после временного (8—15 дней) хранения на площадке сортировального пункта, в буртах или под навесом (прерывисто-поточный способ), в зимне-весенний период, когда картофель закладывают на хранение без сортировки (поточно-бесперевалочный способ). У каждого способа есть свои преимущества и недостатки. Способ выбирают с учетом назначения клубней, степени их повреждения, засоренности вороха, обеспеченности хранилищами и других условий [2, 6].

Литература

1. Картофелевозы. – URL: https://tst-agro.com/katalog/po-proizvoditelyu/tonar/kartofelevozy (дата обращения: 25.03.2026).
2. Организация производства картофеля. – URL: https://studfile.net/preview/4238339/page:2/(дата обращения: 25.03.2026).
3. Земледелие : учебник для вузов / Г. И. Баздырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин [и др.]. – Москва : Колос, 2000. – 551 с.
4. Рекомендации по сохранной перевозке. – URL: https://issa.ru/prdoc/prdoc_56.html (дата обращения: 25.03.2026).
5. Григорьев, М. Н. Логистика. Базовый курс : учебник / М. Н. Григорьев, С. А. Уваров. – Москва : Юрайт, 2011. – 782 с.
6. Курбанов, Р. Ф. Современные технологии и комплексы машин для производства картофеля : учебное пособие для лабораторных работ по дисциплине «Инновационные технологии в механизации растениеводства» для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 160 с.
7. Шилин, В. В. Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственной продукции за счет реализации энергосберегающих технологий при совершенствовании логистических систем управления материальными и информационными потоками / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 219-224.
8. Шилин, В. В. Сравнение эксплуатационных показателей при использовании отечественных и зарубежных тракторов / В. В. Шилин, И. П. Бессолицын // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы

XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 212-218.
9. Шилин, В. В. Совершенствование технологии хранения машинно-тракторного парка в условиях предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, В. А. Салангин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 232-235.
10. Шилин, В. В. Совершенствование технологии технического обслуживания и текущего ремонта автомобильного транспорта в условиях подразделений предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, Д. П. Сысоев. // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Вып. 25. – С. 236-240.
11. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 1996. – № 3. – С. 34-35.
12. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Ашихмин // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.
13. Жолобов, Н. В. Пневмосепаратор зернового материала / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 4. – С. 13-16.
14. Жолобов, Н. В. Ресурсосберегающий пневмосепаратор / Н. В. Жолобов, Б. Ю. Блинов, К. В. Маишев // Сельский механизатор. – 2013. – № 6 (52). – С. 12-13.
15. Жолобов, Н. В. Исследование рабочего процесса сепаратора зерна с цилиндрическими решетами / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 12. – С. 22-26.
16. Жолобов, Н. В. Сепаратор зерна с цилиндрическими решетами / / Н. В. Жолобов, А. В. Якимов // Сельский механизатор. – 2017. – № 10. – С. 20-21.
17. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V. L. Andreev, V. V. Shilin, V. V. Ilichev, T. S. Holodenina // BIO Web of Conferences, Vol. 42 (2022) 03009. doi:10.1051/bioconf/20224203009.
18. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий /В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 23. – С. 225-230.
19. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян / С. О. Лопатин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 142-144.
20. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 277-279.
21. Шиврин, В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки / В. И. Шиврин // Знания молодых – будущее России : материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 294-297.
22. Саитов, В. Е. Современные ресурсосберегающие посевные комплексы / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов. – Saarbrucken : LAP LAMBERT, 2018. – 93 с. – ISBN 978-613-5-84563-1. – EDN YSUAAZ.

УДК 621.793

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТОНКИХ ОКСИДНЫХ ПЛЕНОК НА ПОРШНЕВЫХ СПЛАВАХ ПРИ МИКРОДУГОВОМ ОКСИДИРОВАНИИ

Черняев Е. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье приведены исследования процессов формирования оксидных пленок на сплавах вентильной группы при микродуговом оксидировании

Ключевые слова: микродуговое оксидирование, теплонапряженность поршневой группы

При работе на альтернативных топливах на поршень двигателя внутреннего сгорания (ДВС) действуют более высокие механические (давление газов, силы инерции) и тепловые нагрузки, чем при работе на дизельном топливе. Ввиду высоких температур поверхности днища поршня, достигающих обычно более 300ºС, прочность материала поршня снижается, что может привести к образованию в нем трещин [1-3].

Одним из распространенных способов упрочнения поверхностей деталей является технология электроосаждения композиционных электрохимических покрытий. Его суть заключается в том, что вместе с металлом из гальванической ванны на упрочняемую поверхность детали осаждаются различные неметаллические частицы: карбиды, оксиды, сульфиды, бориды, порошки полимеров и т. п. Присутствие этих материалов в покрытии изменяют его свойства, в том числе увеличивают их износостойкость. К существенным недостаткам электрохимических покрытий можно отнести низкую производительность и высокую энергоёмкость процесса их получения, а также токсичность.

Микродуговое оксидирование (МДО) - сравнительно новый вид поверхностной обработки и упрочнения металлических материалов, берущий свое начало от традиционного анодирования, и соответственно относится к электрохимическим процессам. Микродуговое оксидирование позволяет получать многофункциональные покрытия с уникальным комплексом свойств, в том числе износостойкие, коррозионностойкие, теплостойкие, электроизоляционные и декоративные покрытия [4-6].

Отличительной особенностью МДО является участие в процессе формирования покрытия поверхностных микроразрядов, оказывающих весьма существенное и специфическое воздействие на формирующееся покрытие, в результате которого состав и структура получаемых оксидных слоев существенно отличаются, а свойства значительно повышаются по сравнению с обычными анодными пленками [7-9]. Другими положительными отличительными чертами процесса МДО являются его экологичность, а также отсутствие необходимости тщательной предварительной подготовки поверхности в начале технологической цепочки и применения холодильного оборудования для получения относительно толстых покрытий.

МДО оксидирование поверхностей изделий из металлов вентильной группы (алюминиевых, титановых и др.) позволяет сформировать на них прочное оксидное покрытие с твердостью близкой к корунду, хорошей адгезией, низкой пористостью и высокими антикоррозионными свойствами. Это особенно актуально для деталей ограниченной массы, таких как поршни двигателей внутреннего сгорания, лопатки турбин, различные уплотнительные узлы и так далее. Так же для деталей работающих в тяжелых условиях воздействия высоких температур, агрессивных сред и высоких механических нагрузок. МДО способствует формированию высокотемпературных модификаций Al_2O_3 с высокой микротвердостью

Технология МДО довольно хорошо отработана в основном для алюминиевых сплавов. МДО-покрытия находят все более широкое применение в самых различных областях - от производства товаров бытового назначения и медицины до приборостроения и аэрокосмической промышленности, в т. ч. в двигателестроении.

Днище является наиболее термически нагруженной частью поршня. С увеличением диаметра поршня температура днища повышается, так как возрастает путь отвода теплоты к стенкам цилиндра, а также отношение поверхности днища, воспринимающей теплоту, к поверхности, через которую она отводится в стенки цилиндра.

Так, например, толстые покрытия на алюминии, полученные в силикатно-щелочном электролите, состоят из трех слоев (рисунок 2): 1 - тонкого переходного; 2 - основного рабочего, с максимальной твердостью и минимальной пористостью, состоящего в основном из корунда (Al_2O_3) и 3 - наружного технологического, обогащенного алюмосиликатами.

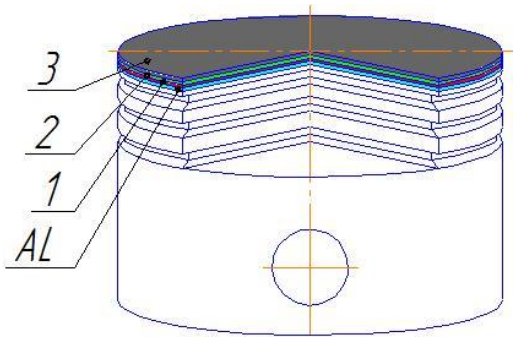


Рисунок 1 – Структура МДО-покрытий на алюминиевом поршне

Сущность МДО заключается в том, что на деталь, расположенную в электролитической ванне, через специальный источник питания подается ток, приводящий к образованию на поверхности детали микроплазменных разрядов, под воздействием которых поверхностный слой перерабатывается в оксид алюминия. В результате на поверхности детали образуется прочный оксидированный слой [9-11].

Таким образом, можно констатировать, что основным отличием МДО-процесса, от давшего ему начало традиционного анодирования, является использование энергии электрических разрядов, мигрирующих по обрабатываемой поверхности, погруженной в электролит, которые оказывают специфическое термическое, плазмохимическое и гидродинамическое воздействие на металл основы, само покрытие и электролит, в результате чего формируются керамикоподобные покрытия с регулируемыми в широком диапазоне элементным и фазовым составом, структурой и свойствами. Получение такого оксидного теплового барьерного слоя обеспечит защиту днища поршня от воздействия высокотемпературных тепловых потоков, выходящих из камеры сгорания, что позволит снизить толщину и вес поршня, удельный эффективный расход топлива, увеличить эффективную мощность и эффективный коэффициент полезного действия двигателя, уменьшить токсичность отработавших газов.

В настоящее время используются четыре основных группы электролитов. В электролитах первой группы покрытие формируется преимущественно благодаря окислению алюминия. В электролитах второй и третьей групп происходит не только окисление алюминия, но и включение в состав покрытия вещества из электролита. В электролитах четвертой группы покрытие формируется в основном из материала, присутствующего в них в виде взвеси. Благодаря тому, что процесс ведут в условиях искрового разряда на поверхности оксидируемой детали при локальных температурах в зоне реакции 700…250□С, добавки нужных металлов, находящиеся в электролите в виде порошков, сплавляются с другими компонентами покрытия, образуя прочный слой. Применение этих электролитов позволяет формировать покрытия с использованием оксида алюминия, оксида титана и других материалов, введенных в состав электролита, что существенно расширяет возможность получения покрытий с функциональными различными свойствами [12-16].

Одним из самых простых и признанных электролитов этой группы стал раствор, содержащий КОН, с концентрацией 2...8 г/л, который дает возможность получать качественные керамические покрытия на алюминиевых сплавах. С этой же целью могут

использоваться растворы некоторых кислот (серная, фосфорная, щавелевая, лимонная и др.), среди которых наибольшее распространение получила серная кислота. Следует отметить, что серная кислота, как и другие, пригодна лишь в концентрированном виде, так как разбавленная кислота не способна пассивировать алюминий, что является решающим фактором при ведении МДО.

При использовании электролитов четвертой группы геометрические размеры обрабатываемых деталей не изменяются. Упрочненный слой формируется с внутренней стороны, то есть на границе раздела «металл – пленка». В этом случае покрытие углубляется в металл, а наружный действительный размер детали не меняется.

В ФГБОУ ВО Вятская ГСХА было проведено МДО поршневой группы дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (алюминиевый сплав АК 4-1)с использованием раствора КОН в концентрации 5 г/л. Кроме того, в состав электролита был включен тонкодисперсный оксид титана TiO_2. После соответствующей подготовки были получены микрошлифы образцов до МДО-упрочнения (рисунок 2) и после МДО-упрочнения (рисунок 3).

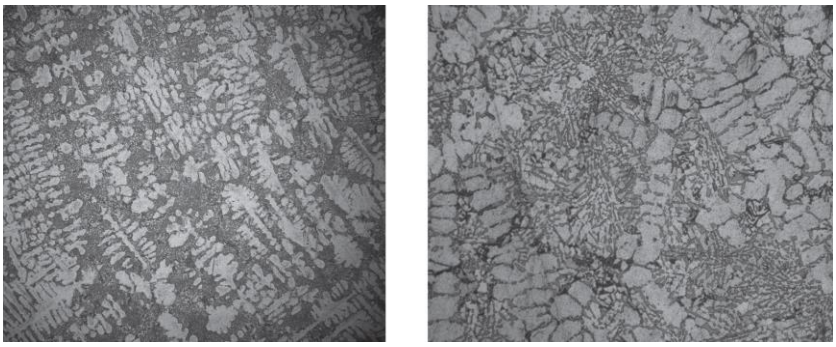


Рисунок 2 – Микроструктура образцов до в исходном состоянии (×300)

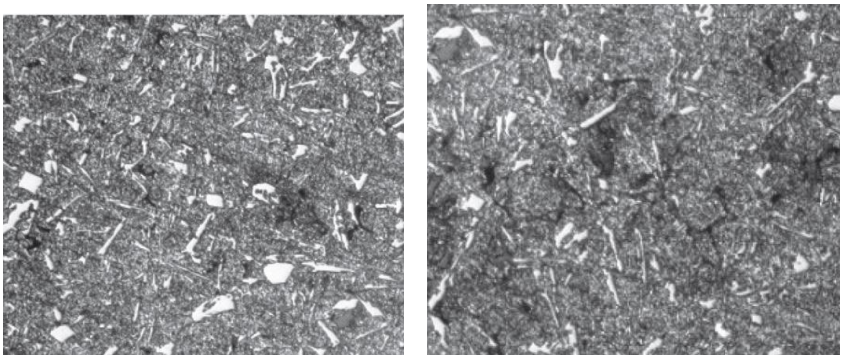


Рисунок 3 – Микроструктура образцов после МДО-упрочнения с использованием тонкодисперсного оксида титана TiO_2 (×500)

Как видно из рисунка 3 в основном металле произошло формирование особого микроструктурного покрытия и модифицированного поверхностного слоя, состоящего из α-Al_2O_3 и интерметаллидов титана. Именно в силу особенностей своего химического состава и структуры, данный МДО-слой характеризуются высокими механическими свойствами, теплостойкостью, износо- и коррозионной стойкостью.

Литература

1. Skryabin M.L. Features of theoretical models of hardening of piston aluminum alloys in aqueous electrolytes // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2020. – С. 72012.

2. Скрябин, М. Л. Исследование структур оксидных пленок на поршневых алюминиевых сплавах после микродугового оксидирования / М. Л. Скрябин // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2018. – № 12. – С. 572-576

3. Скрябин, М. Л. Исследование влияния тонких нитридных пленок алюминия на камневидный излом литой стали / М. Л. Скрябин, С. С. Чухлова // Информационно-технологический вестник. – 2018. – № 3 (17). – С. 158-166.

4. Исследование возможности применения альтернативных топлив в дизелях 4Ч 11,0/12,5 и 4ЧН 11,0/12,5 и их влияние на показатели процесса сгорания и токсичность отработавших газов / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин, А. Е. Торопов // Строительные и дорожные машины. – 2017. – № 11. – С. 34-39.

5. Скрябин, М. Л. Изменение показателей процесса сгорания и показателей сажесодержания в зависимости от изменения частоты вращения дизеля 2Ч 10,5/12,0 / М. Л. Скрябин, А. С. Юрлова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения : сборник научных трудов. – Йошкар-Ола, 2016. – № 18. – С. 292-294.

6. Гребнев, А. В. Влияние применения природного газа на процесс сгорания дизеля 4ЧН 11,0/12,5 с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха / А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин // Общество, наука, инновации (НПК - 2015) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : сборник материалов: Общеуниверситетская секция, БФ, ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ, Киров, 13–24 апреля 2015 года / Вятский государственный университет. – Киров : Вятский государственный университет, 2015. – С. 948-952. – EDN UIGXKR.

7. Лиханов, В. А. Перевод дизеля Д-245.7 на природный газ / В. А. Лиханов, А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы III Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение", посвященной 100-летию со дня рождения А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2010 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 8. – С. 49-51. – EDN VDUJDX.

8. Гребнев, А. В. Динамическая модель горения капель дизельного топлива в цилиндре газодизеля / А. В. Гребнев, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : материалы I Всероссийской научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" и 54-ой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов инженерного факультета Вятской ГСХА, посвященной 55-летию инженерного факультета, Киров, 06–07 февраля 2007 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2007. – Вып. 7. – С. 163-166. – EDN XGQLVH.

9. Сажесодержание в цилиндре и отработавших газах дизеля при работе на альтернативном топливе на номинальном режиме / В. А. Лиханов, А. Е. Торопов, М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев // Строительные и дорожные машины. – 2018. – № 1. – С. 32-35.

10. Лиханов, В. А. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии на показатели процесса сгорания, массовую и относительную концентрацию сажи в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения установочного УОВТ / В. А. Лиханов, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы III Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение", посвященной 100-летию со дня рождения А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2010 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – – Вып. 8. – С. 108-111.

11. Лиханов, В. А. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии на показатели процесса сгорания и сажесодержание в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения частоты вращения / В. А. Лиханов, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы III Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение", посвященной 100-летию со дня рождения А. М. Гуревича : сборник

научных трудов, Киров, 29 марта 2010 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – Вып. 8. – С. 106-107.

12. Grebnev, A. V. Load characteristics of a turbocharged diesel engine when working on natural gas / A. V. Grebnev, A. I. Chuprakov, A. E. Toropov // Journal of Physics: Conference Series : International Scientific Conference "Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering - APITECH-2019", Krasnoyarsk, 25–27 сентября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. Vol. 1399. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 55043. – DOI 10.1088/1742-6596/1399/5/055043.

13. Торопов, А. Е. Влияние воды и поверхностно активных веществ на стабильность метаноло-топливной эмульсии / А. Е. Торопов // Науке нового века - знания молодых : материалы докладов 7-й научной конференции аспирантов и соискателей : сборник научных статей, Киров, 07 апреля 2007 года / главный редактор С. Л. Жданов. – Киров : Вятская ГСХА, 2007. – С. 119-122.

14. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии и природного газа в дизелях на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы V Международной научно-практической конференции : сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2012 года. – Киров : Вятская ВГСХА, 2012. Вып. 10. – С. 61-66.

15. Лиханов, В. А. Показатели процесса сгорания и концентрация сажи в цилиндре дизеля размерности 4Ч 11,0/12,5 при работе на метаноло-топливной эмульсии и различных значениях установочного УОВТ / В. А. Лиханов, А. В. Россохин, А. Е. Торопов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IV Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2011 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2011. – С. 60-64.

15. Лиханов, В. А. Влияние применения этанола и рапсового масла в дизеле 2Ч 10,5/12,0 с ДСТ на экологические показатели в зависимости от изменения частоты вращения / В. А. Лиханов, М. И. Арасланов, А. Н. Козлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы IX Международной научно-практической конференции : сборник научных трудов, Киров, 02 февраля 2016 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 12. – С. 121-123. – EDN WDWZJD.

16. Лиханов, В. А. Феноменологическая модель образования и выгорания частиц сажи в цилиндре дизеля / В. А. Лиханов, М. И. Арасланов, А. Н. Козлов // Общество, наука, инновации (НПК - 2014) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : сборник материалов : Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ, Киров, 15–26 апреля 2014 года / Вятский государственный университет. – Киров : Вятский государственный университет, 2014. – С. 1972-1974. – EDN UJRDQT.

УДК 636.084

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКИХ КОРМОВ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Черняев Е. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются различные методы приготовления жидких кормов в молочном животноводстве: традиционные и современные. Приводятся преимущества и недостатки, проводится сравнение традиционных и современных методов.

Ключевые слова: жидкие корма, кормоприготовление, молочное животноводство, кавитационная обработка, пастеризация

От качества и полноценности кормов, потребляемых животными, зависят многие важнейшие для животноводства факторы. Жидкие корма имеют особенное место в рационе животных. Большую пользу они приносят молодняку и в периодах перехода от молочного вскармливания к грубым кормам. Использование жидких кормов позволяет улучшить усваиваемость питательных веществ и повысить продуктивность животных.

Традиционные методы приготовления жидких кормов включают следующие этапы: дозирование компонентов – подогрев – смешивание – пастеризация – охлаждение – контроль качества – раздача корма.

Используемое оборудование: смесители с рамными мешалками, пластинчатые и трубчатые теплообменники для подогрева, насосы и трубопроводы для транспортировки.

Традиционные методы заготовки жидких кормов имеют ряд недостатков, доставляют неудобства и проблемы в животноводстве. Например, неравномерное распределение компонентов. Из-за неравномерного распределения, животные недополучают полезные вещества, что приводит к замедлению их развития и снижению производственных способностей. При традиционном приготовлении так же высок риск бактериального загрязнения кормов, что может привести к распространению болезней среди животных.

Энергозатраты на нагрев при заготовке жидких кормов так же немаловажный пункт для фермера. При использовании традиционных методов энергозатраты довольно высоки. Это, в свою очередь, повышает себестоимость кормов [1,2,4,6].

Для повышения повышения надоя и других производственных способностей животных разрабатываются современные методы производства жидких кормов

Кавитационная обработка. Кавитация – это процесс образования пузырьков (пустот) в жидких средах с последующим их схлопыванием и высвобождением большого количества энергии. Кавитационное воздействие заключается в том, что энергией ударных волн от схлопнувшихся кавитационных пузырьков осуществляется разрушение клеточных стенок и клеточных структур кормовых компонентов. В результате многократного воздействия ударных волн, компоненты размалываются, размягчаются, выделяют в раствор крахмал и клейковину. Под действием кавитации происходит реакция разложения крахмала на глюкозу и мальтозу (гидролиз). Это позволяет использовать их как источник энергии и строительный материал для формирования аминокислот. В случае излишков, моносахара используются в метаболистических процессах для накопления гликогена.

Для этой технологии применяется роторный измельчитель - диспергатор РИД-2 (рисунок 1)

Установка представляет из себя стационарный, легкотранспортируемый насос роторного типа, соосно закреплённый на раме с электродвигателем. Специальная конструкция насоса позволяет прокачивать через него жидкие или полужидкие смеси в режиме кавитационного возмущения жидкости, что и является условием эффективного измельчения и нагрева жидких и твёрдых компонентов. Диаметры входных и выходных патрубков установки составляют 25 мм. Установка предназначена для эксплуатации в закрытых помещениях с положительной температурой, или в неотапливаемых помещениях и под навесом при

температуре окружающего воздуха от +1 до +40 ºС. с помощью данной установки можно изготавливать высокопитательные кормовые смеси. Кормовые смеси, приготовленные таким способом, сохраняют живую субстанцию (гормоны, ферменты пр.) и производятся в пастеризованном виде готовые к употреблению.

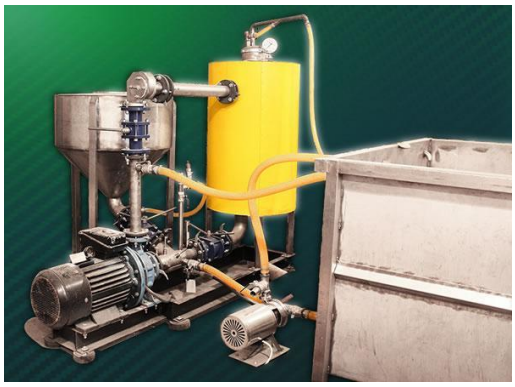


Рисунок 1 – Роторный измельчитель - диспергатор РИД-2

Кавитационная обработка кормов позволяет получить повышение перевариваемости крахмала на 15-20% за счёт гидролиза до моно- и дисахаридов ($C_6H_{12}O_6$, $C_{12}H_{22}O_{11}$). Также происходит экстракция витаминов и биологически активных веществ без разрушения их структуры. Повышается качество обеззараживания корма за счёт механического воздействия на него. Кавитация также позволяет снизить энергозатраты на 25-30% по сравнению с традиционными методами.

Пастеризация с использованием вихревых теплогенераторов. Подготовленную жидкую смесь прогоняют через вихревой теплогенератор(рисунок 2). Система работает в импульсном режиме, обеспечивая заданный режим температур. В качестве теплоносителя используется вода или иные неагрессивные жидкости (антифриз, тосол) в зависимости от климатической зоны. При этом специальной подготовки воды (химической очистки) не требуется, так как процесс нагревания жидкости происходит за счёт её вращения, а не от воздействия нагревательного элемента.

Обработка кормов происходит в температурном режиме, который не разрушает растительные белки, витамины и ферменты, но позволяет разрушить большинство патогенных микроорганизмов, грибков [7,8,9].



Рисунок 2 – Вихревой теплогенератор ВТГ

Использование вихревых теплогенераторов имеет ряд преимуществ над традиционными методами. Вихревые теплогенераторы позволяют работать с высоковязкими кормовыми смесями, уничтожают патогенные микроорганизмы. Также вихревые теплогенераторы компактны и имеют довольно простую конструкцию, позволяют добиться равномерного нагрева корма и избежать локальных перегревов. Безусловно важным преимуществом вихревых теплогенераторов является экономия энергоресурсов [2,10,11].

Гидропонное выращивание кормовых компонентов. Гидропонные системы(рисунок 3) позволяют выращивать компоненты кормов в контролируемых условиях. Достоинствами данного способа является короткий цикл выращивания (7-10 дней), высокая плотность питательных веществ, легкоусваиваемый протеин и ферментируемые углеводы, возможность круглогодичного производства, независимость от погодных условий.



Рисунок 3 – гидропонная установка для выращивания кормовых компонентов

Современные методы производства жидких кормов позволяют повысить продуктивность животных н 8-12%, снизить затраты на корма на 15-20%, уменьшить заболеваемость молодняка на 20-25%, сократить время приготовления корма на 30-40%, уменьшить количество непереваренных остатков в навозе на 40%.

Литература

1. Никитин, Е. А. Технико-технологический анализ систем приготовления кормовой смеси для КРС / Е. А. Никитин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 2 (31). – С. 53-61.
2. Обзор и анализ конструкций смесительных устройств / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, А. В. Прохоров, Е. Б. Ложкина. – DOI 10.35887/2305-2538-2022-4-91-101 // Наука в центральной России. – 2022. – № 4 (58). – С. 91-101.
3. Отбор проб при оценке качества смешивания / С. М. Ведищев, Н. В. Хольшев, А. В. Прохоров [и др.]. – DOI 10.35887/2305-2538-2023-3-48-56 // Наука в центральной России. – 2023. – № 3 (63). – С. 48-56.
4. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.
5. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.
6. Солонщиков, П. Н. Оценка эффективности поточно-технологической линии приготовления кормов / П. Н. Солонщиков, А. В. Шевченко, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 202-206.

7. Солонщиков, П. Н. Разработка системы для контроля и управления технологическими линиями в животноводстве / П. Н. Солонщиков, А. В. Шевченко, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 206-211.
8. Шевченко, А. В. Анализ потребления жидких кормов / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 227-229.
9. Мохнаткин, В. Г. Теоретическое определение и обоснование конструктивных и энергетических параметров установки для приготовления жидких кормовых смесей / В. Г. Мохнаткин, П. Н. Солонщиков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 49-54. – EDN YPCLDT.
10. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 182-188.
11. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 187-191.

УДК 614.895

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ПАДЕНИЯ С ВЫСОТЫ

Черняев Е. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье приведён обзор как плюсам и минусам, так и необходимым требованием к организации работ. Представлена инструкция по эксплуатации TEXHNOALP которая позволяет безопасно и правильно использовать эксплуатировать и содержать в надлежащем виде страховочную привязь.

Ключевые слова: страховочная привязь, безопасность, высота, ремни, предотвращение падения

Средства индивидуальной защиты – это устройство или приспособление личного пользования, служащее для предотвращения или уменьшения риска причинения вреда здоровью из-за возможного падения работника с высоты.

Страховочная привязь TA81P является компонентом страховочной системы обеспечения безопасности работ на высоте. Предназначена для охвата тела пользователя с целью предотвращения падения и для работ в положении сидя [1].

Изготовителем является PROTEKT GRZEGORZ LASZKIEWICZ и вот какие плюсы выделяет:

1) Температура использования от -60 до +50 градусов;
2) Размеры M-XL(универсальный), XL;
3) Статическая прочность мин. 15 кН;
4) Динамическая прочность испытана с грузом 150 кг.

Так же страховочная привязь TA81P включает в себя набедренные и наплечные лямки шириной 50 мм, изготовленные из полиамидной тесьмы. Наплечные лямки дополнительно оснащены специальной подкладкой для комфорта при работе. Ширина вспомогательных лямок – 20 мм. С помощью регулировочных пряжек (выполнены из нержавеющей стали) страховочная привязь может быть подогнана под размер пользователя. Оснащена передним и задним (D-образным кольцом) элементами крепления для остановки падения, элементами крепления для работ в положении сидя, дополнительно оборудована поясным ремнём с элементами крепления для рабочего позиционирования [2-9].

Конечно данное средство защиты не является идеальным, и вот какие минусы выделяют рабочие использующие страховочную привязь TA81P: самый главный минус – это то что привязь включается в себя 15 элементов, где 9 это лямки, ремни и пояса, поэтому одну привязь сложно использовать нескольким рабочим по очереди, из-за чёткой и детальной подгонки.

Правила, условия и сроки хранения страховочной привязи: перед вводом в эксплуатацию средство защиты хранится в чистом сухом месте, в условиях, не допускающих возникновения механических или химических повреждений.

Срок годности – 10 лет с даты изготовления. По истечению этого срока устройство должно быть изъято из эксплуатации и утилизировано согласно требованиям местного законодательства. Гарантийный срок составляет 4 года с даты ввода в эксплуатацию. Гарантия распространяется только на брак изготовления и дефекты материалов, выявленных в ходе периодического осмотра и функциональной проверки, при условии соблюдения правил настоящей инструкции.

Фактический срок использования СИЗ может быть сокращен при несоблюдении условий настоящей инструкции в части правил эксплуатации, ухода, упаковки, транспортировки и хранения, частоты и условий использования, использования по не назначению, в результате естественного износа.

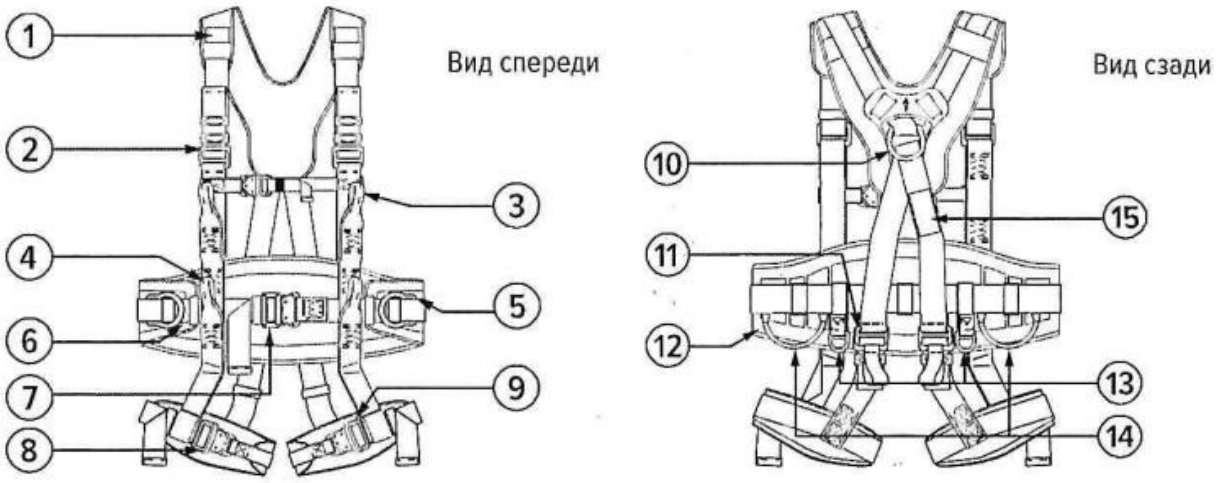


Рисунок 1 – Страховочная привязь ТА81Р

Техобслуживание: средства защиты необходимо чистить и дезинфицировать так, чтобы не повредить материал, из которого оно изготовлено. Привязь рекомендуется стирать при температуре не выше 40 ℃ с использование синтетических моющих средств. Отбеливание запрещено! После стирки СИЗ необходимо тщательно прополоскать для удаления моющего средства. Не отжимать. Элементы, изготовленные из пластика, следует мыт только в воде. Сушить в дали от огня и источников тепла. Запрещено при чистке использовать щелочи, кислоты и растворители.

ТА81Р имеет несколько элементов для крепления инструмента и прочего необходимого для работы на высоте средств, но всё сразу рабочие не смогут повесить в виду неудобности и вероятности повреждения инструмента во время подъёма на высоту. Из-за чего человек вынужден несколько раз подниматься и спускаться [3].

Это главные минусы, которые выделяют рабочие, использующие эту привязь.

Помимо плюсов и минусов так же существуют общие требования к организации работ на высоте для этой страховки:

1) К работе на высоте допускаются работники, достигшие возраста восемнадцати лет.

2) Работники, выполняющие работы на высоте, в соответствии с действующим законодательством должны проходить обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры.

3) Работы на высоте не могут выполняться лицом, состояние здоровья которого может повлиять на безопасность, как во время ежедневного использования, так и в случае спасательной операции. Всегда на месте работ должен находиться план эвакуации на случай экстренных ситуаций.

4) Работники, выполняющие работы на высоте, должны иметь квалификацию, соответствующую характеру выполняемых работ. Уровень квалификации подтверждается документом о профессиональном образовании (обучении) и (или) о квалификации [4].

Периодические проверки только компонентным лицом!

Регулярность проведения проверок определяется, исходя из частоты использования средства защиты и влияния вредных и опасных факторов на производстве, но не реже одного раза в 12 месяцев.

Хронология проведения периодических проверок и ремонта отражается в идентификационной карте с указанием следующих данных:

1. Даты и деталей каждой периодической проверки и каждого ремонта, фамилии и подписи компетентного лица, которое выполняло периодическую проверку или ремонт;

2. Следующей запланированной даты периодической проверки.

Для выявления дефектов средств защиты необходимо проводить тщательный визуальный осмотр и функциональную проверку СИЗ согласно методике, указанной в Инструкции по периодической проверке.

Согласно п. 95 - Правил по охране труда при работе на высоте, работодатель обеспечивает регулярную проверку исправности систем обеспечения безопасности работ на высоте в соответствии с указаниями в их эксплуатационной документации, Динамические и статические испытания СИЗ от падения с высоты с повышенной нагрузкой в эксплуатирующих организациях не проводятся.

Необходимо учитывать опасные факторы, которые могут оказать влияние на работу средства защиты: фактор падения, фактор отсутствия запаса высоты, фактор маятника, климатические условия, верхние и нижние температурные пределы, режущие и абразивные воздействия, электропроводность, химические реагенты, проведение или обмотка стропов, или спасательных тросов по острым краям или вокруг них.

При обзоре средства индивидуальной защиты от падения с высоты было выявлено, что данное средство, при соблюдении общих требований, является довольно надёжным и безлопастным страховочным средством. Минусы не столь критичны. Плюсы довольно увесисты и обширны. Работа со страховочной привязью ТА81Р в разы безопаснее и надёжнее, чем без неё.

Литература

1. Шевченко, А. В. Методика исследования гидравлических характеристик смесительной установки в режиме насоса / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 220-224.

2. Шевченко, А. В. Защита от вибрации насосного оборудования используемого при водоснабжении ферм и комплексов / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 175-178.

3. Солонщиков, П. Н. Обзор вопросов по обеспечению электробезопасности в сетях до 1000 В / П. Н. Солонщиков, О. В. Солонщикова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров, 2025. – С. 189-194.

4. Солонщиков, П. Н. Обеспечение безопасности при эксплуатации установки для приготовления жидких смесей в животноводстве / П. Н. Солонщиков. – Киров : Радуга-ПРЕСС, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-605-11953-1.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693390 Российская Федерация. Программа с алгоритмом прогнозирования электрической нагрузки жилых домов по данным месячного электропотребления : заявл. 14.10.2025 : опубл. 27.11.2025 / С. Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А. И. Сидоров [и др.] ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет ». – EDN WXDKHC.

6. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709. – EDN ENIASY.

УДК 621.436

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДАЧИ МЭРЖМ И МЕТАНОЛА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЯ

Чулков С. А. – аспирант
Ржаницын П.Н. – специалист
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Совместное использование метилового эфира рыжикового масла (МЭРжМ) и метанола в дизельном топливе рассматривается как перспективный способ повышения экологичности без существенного падения мощности. Применение МЭРжМ (биодизель из рыжикового масла) позволяет снизить выбросы твердых частиц и несколько снизить CO и HC, а метанол резко сокращает дымность и NOx благодаря повышенной окисляемости и отсутствию сажи при горении.

Ключевые слова: дизельный двигатель, метиловый эфир рыжикового масла, этанол, метанол, экологические показатели, рабочий процесс, альтернативное топливо

Современная энергетика и автотранспорт требуют снижения зависимости от ископаемого топлива и уменьшения выбросов вредных веществ. Биотоплива на основе растительных масел (биодизель) и спиртов (метанол, этанол) привлекают внимание как экологичные альтернативы [1].

МЭРжМ (метиловый эфир жирных кислот рыжикового масла,) представляет собой возобновляемое топливо со свойствами, близкими к дизельному, но с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот. Метанол, в свою очередь, при сгорании не образует сажи и существенно уменьшает концентрацию NO_x, однако характеризуется низкой калорийностью, высокой текучестью и агрессивностью [2,3].

Цель данного обзора – систематизировать данные об одновременной подаче МЭРжМ и метанола в дизельные двигатели: как это влияет на мощность, экономичность, экологичность, а также на износ и надежность двигателя.

Использование метанола в дизелях имеет богатую историю. Спиртовые топлива в дизель могут подаваться впуском (фумигация), как топливно-воздушная эмульсия или через отдельную форсунку. При прямой впрыске метанол требует форкамер или холодного пуска на ДТ-искрах, однако метод двойной системы топливоподачи (ДСТ) с маленькой дозой пилотного ДТ и основным метанолом показал работоспособность [1].

Влияние метанола на характеристики дизеля: мощность обычно сохраняется на 90–100% от обычного, при этом удельный расход топлива значительно растет из-за низшей теплоты сгорания спирта. На двигателе 2Ч10,5/12 при 1200 мин$^{-1}$ расход ~3,6 кг/ч на ДТ и ~6,4 кг/ч на метаноле (+77%), а удельный расход возрос на аналогичную величину, при этом эффективный КПД вырос на 5–11% благодаря более полному сгоранию топлива [4].

Метанол снижает максимальную температуру ОГ (примерно на 100–150°C) и резко уменьшает дымность: подача метанола во впуск, в виде эмульсии или впрыском снижает дымность вдвое по сравнению с дизелем. Также зафиксировано снижение NO_x и CO при увеличенной части метанола: в тракторном дизеле на метаноло-топливной эмульсии NO_x упал на 41%, сажа – на 85%. Однако при высоких долях метанола в дизеле возникают трудности с воспламенением (из-за низкой температуры воспламенения и тепла испарения спирта), что компенсируют изменением угла впрыска и наддувом [3,5].

Малые двигатели на смесях метанол–МЭРМ: при работе на 100% метанольной смеси мощность сохранялась, но расход вырос с 4,9 до 9,1 кг/ч при 18,4 кВт, то есть примерно на 46%. Подача метанола+МЭРМ смещает максимум эффективного КПД в сторону больших нагрузок, повышает расход воздуха и снижает избыточный воздух на малых режимах [6].

Исследование на тракторном дизеле сравнивало метанол-распыляющую эмульсию (МТЭ) и смесь метанола+МЭРМ: на МТЭ NO_x снизился на 41,3%, на метаноле+МЭРМ – на

47,4%, сажа упала на 85–90% (данная эмульсия считалась с 15–20% метанола и дозированием МЭРМ) [5].

Таким образом, сочетание спирта с эфиром масла даёт синергетический эффект: метанол реагирует в охлаждённом процессе без нагара, а биодизель добавляет летучие компоненты, повышающие цетановое число и обеспечивающие смазку.

В работах по теме обычно используют лабораторные стендовые испытания дизельных двигателей (низкооборотных тракторных или высокооборотных автомобильных) и полевые тесты в составе агрегатов. Экспериментальные схемы включают:

Топливные смеси: различные композиции дизтоплива, МЭРжМ и метанола. Типичные диапазоны: МЭРжМ 5–30% (по объёму), метанол 5–20%. Компоненты могут быть смешаны с ДТ до однородной эмульсии (с добавлением эмульгатора или со-солвентов) либо подаваться раздельно.

Способы подачи: (1) Двойная система топлива (ДСТ) – отдельные форсунки или камеры для метанола и ДТ (или МЭРжМ), один компонент служит искрой/донором вспышки. (2) Топливно-воздушная эмульсия – приготовление ЭМУЛЬСИИ МЭРжМ/метанол/ДТ (часто с водой) и подача через стандартную систему. (3) Фумигация – впрыск метанола во впускной коллектор, ДТ во впуск как керосиновый заряд. Каждый метод требует своей настройки: например, для ДСТ оптимизируют угол впрыска метанола, для эмульсий подбирают стабилизаторы и соотношение фаз.

Измеряемые показатели: максимальная мощность и крутящий момент (N, M), тепловой КПД, часовой и удельный расход топлива (b_t, g_e), температура и состав ОГ (коэффициенты NO_x, CO, CO_2, HC, концентрация PM), дымность (оптическая плотность), акустика/колебания (детонация и шум), износ деталей (маслоанализ, замеры поверхности цилиндра), коррозия материалов (проводят тесты на компонентах системы подачи). Измеряют и коэффициент наполнения, динамику давления в цилиндре ($P_п$ max, угол ПМТ) при помощи индикаторов. Для стабильности топливной смеси отслеживают явления расслаивания при хранении (визуально или через определения фаз) [5,7].

При переходе с чистого ДТ на смеси с МЭРжМ и метанолом мощность двигателя обычно изменяется незначительно (ниже 5–10%) при условии настройки системы впрыска. Дизель при 30% МЭРжМ сохранял приблизительно ту же мощность [8-10].

При использовании метанола с двойной подачей частота вращения и крутящий момент остаются прежними, а мощность снижается не более чем на 5%. Удельный расход топлива растёт во много раз: за счёт низшей теплоты сгорания метанола и более высокой вязкости (МЭРжМ) для обеспечения той же мощности требуется больше топлива. Потребление смеси метанола+МЭРМ оказалось на 46% выше, чем у чистого ДТ [4,6].

Добавление метанола и МЭРжМ заметно улучшает экологические показатели. МЭРжМ сам по себе вносит кислород в топливо, снижая часть неполного сгорания: отметил уменьшение содержания HC на 10–12% и уменьшение дымности на 12–25% при 30% смеси МЭРжМ [2].

Внедрение метанола снижает дымность вдвое и более (особенно при 15–30% метанола), так как метанол горит без образования сажи. В тракторном дизеле метанолотопливная эмульсия (МТЭ) снизила NO_x на 41,3%, сажу на 85,5%, CO_2 на 6,7% и CO на 45,0%; при прямом смешивании метанола с МЭРМ NO_x упал на 47,4%, сажа – на 90,4%, CO – на 44,8%. Это соответствует общему тренду: доля метанола положительно коррелирует с уменьшением NO_x и PM при слегка возросшем CO (из-за более низкой температуры пламени на малых режимах). При очень высоких нагрузках реакция NO_x может быть сложной (в некоторых опытах при максимуме нагрузки NO_x мог даже незначительно возрастать за счёт роста температуры в цилиндре). Но в целом для двигателей, описанных в литературе, влияние на NO_x было снижающим, снижая выбросы до 40–50 % от исходных. Концентрация CO_2 при использовании этих смесей обычно немного уменьшается из-за снижения эффективного расхода углерода; концентрация CO и HC как правило тоже уменьшается (благодаря наличию кислорода и лучшей смесеобразовательной способности) [11, 12].

Системы подачи и смесеобразование. Для получения стабильной смеси МЭРжМ и метанола часто используют эмульгаторы или совместное впрыскивание. В составе исследования часто приводят химический состав эмульсии: допустимо наличие воды или со-солвентов. Технологии механического распыления и эмульгирования сильно влияют на распыление и испарение топлива [13-16].

На рисунке 1 показана примерная схема сдвоенной системы подачи: бак дизельного топлива и бак метанола через индивидуальные форсунки подают компоненты в цилиндр. При этом важно обеспечить приоритетное воспламенение: метанол воспламеняется от малой доли ДТ с высоким цетановым числом или через свечу накаливания.



Рисунок 1 – Схема сдвоенной системы подачи дизельного топлива и метанола (на примере двух форсунок в цилиндр дизеля).

Из-за агрессивности метанола к материалам и из-за смазывающих свойств МЭРжМ, а также особенностей состава смеси, возможны дополнительные эффекты. При работе на метаноле интенсивность износа цилиндро-поршневой группы выше, чем при работе на ДТ, что требует особого подбора моторных масел (увеличение присадок, более вязкие сорта). В литературе упоминают, что метанол понижает смазывающие свойства смеси, а МЭРжМ, наоборот, улучшает смазку (за счет длинноцепочных эфиров). Это даёт смешанный эффект: применение МЭРжМ может компенсировать ухудшение смазки метанолом. Материалы топливной аппаратуры следует подбирать устойчивые к метанолу и компонентам МЭР (нержавеющие сплавы, фторополимеры для уплотнителей) [1].

Таблица 1 – Преимущества, недостатки и рекомендации по использованию МЭРжМ+метанол в дизелях

Показатель	**Преимущества**	**Недостатки**	**Рекомендации**
Эффективность/ мощность	Мощность ≈ ДТ (при настройке впрыска)	Удельный расход ↑; снижение мощности при очень больших смесях	Оптимизировать УОЗ и давление впрыска
Расход топлива	Экономия дизтоплива, использование дешёвых компонентов (метанол)	Существенное увеличение расхода (на 30–80%)	Подбирать рабочие точки на высоком КПД
Выбросы	Сажи и NO_x радикально ↓; HC и CO не растут (часто ↓)	CO_2↓ невелико; возможен рост выбросов метанола (альдегиды) при неполном	Использовать каталитические нейтрализаторы; обеспечить полное сгорание

		сгорании	
Смесеобразование	Альтернативная независимая система подачи	Смеси трудно стабилизировать; МЭР и метанол плохо смешиваются	Добавлять стабилизаторы/эмульгаторы; либо раздельная подача через форсунки
Материалы/эксплуатация	МЭР улучшает смазку; метанол уменьшает нагар	Метанол корродирует медь, алюминий; увеличивает износ без доп. обработки	Использовать устойчивые к спиртам материалы, специальные масла

Совместное использование метилового эфира рыжикового масла и метанола в дизельных двигателях позволяет существенно улучшить экологические характеристики моторного топлива: резко снижаются выбросы сажи, CO и оксидов азота, при этом мощность двигателя почти не снижается. Одновременно отмечается существенное увеличение удельного расхода топлива (на десятки процентов) за счёт низшей теплоты сгорания метанола. Для реализации такого топлива необходимы специальные меры: двойная топливная система или стабильная эмульсия (с эмульгаторами); конструкция двигателя может требовать форкамеры или высокого давления впрыска метанола; необходима тщательная настройка УОЗ и наддува. Материалы системы питания и смазочные материалы должны быть стойкими к спиртам и учитывать ухудшение смазки метанолом.

С учетом приведенных данных, совместная подача МЭРжМ и метанола в дизельный двигатель может эффективно снижать выбросы вредных веществ при приемлемом уровне работы двигателя. Реализация этого подхода потребует инженерной доработки топливной системы и материалов, а также оптимизации составов. Тем не менее, при правильной организации топливоподачи и обработке компонентов такой комплексный биотопливный вариант является перспективным направлением для «зеленого» двигателестроения.

Литература

1. Марков, В. А. Спиртовые топлива для дизельных двигателей / В. А. Марков, Н. Н. Патрахальцев // Транспорт на альтернативном топливе. – 2009. – № 6 (12). – С. 40-46. – EDN KXVHTJ.
2. Изменение физико-химических характеристик биодизельного топлива и его композиций при хранении / С. В. Романцова, И. В. Гладышева, Н. В. Вервекина [и др.]. – DOI 10.35887/2305-2538-2022-3-129-137 // Наука в центральной России. – 2022. – № 3 (57). – С. 129-137. –. – EDN VEPNLC.
3. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
4. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лопатин, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С. 15-19. – EDN VLQGLM.
5. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.
6. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации // earchive.tpu.ru : сайт. – URL: https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/55268/1/tpu737429.pdf (дата обращения: 25.03.2026).

7. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.
8. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.
9. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.
10. Балабанов, В. И. Анализ технологий восстановления коленчатых валов автотракторной техники / В. И. Балабанов, Д. В. Добряков // Агроинженерия. 2024. – № 5. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tehnologiy-vosstanovleniya-kolenchatyh-valov-avtotraktornoy-tehniki (дата обращения: 10.01.2025).
11. Лиханов, В. А. Экспериментальные исследования токсичности отработавших газов дизельного двигателя при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 3 (297). – С. 74-82. – EDN MIIPUW.
12. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов рабочего процесса дизельного двигателя на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2024. – № 2 (296). – С. 75-83. – EDN FORQYI.
13. Лиханов, В. А. Трактор с комплексной системой снижения токсичности / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 10-15. – EDN LNQSYR.
14. Лиханов, В. А. Исследование сажевыделения в тракторном дизеле, работающем на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 4. – С. 375-385. – EDN SDIADK.
15. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 3. – С. 424-443. – EDN JKSIXY.
16. Диссертации на тему // www.dissercat.com : сайт. – URL: https://www.dissercat.com/content/povyshenie-kachestva-vosstanovleniya-kolenchatykh-valov-dvigatelei-avtomobilei-plazmenno-por, свободный (дата обращения: 25.03.2026).

УДК 531.8

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО КЕРНЕРА

Шукюрова А. Э. – обучающаяся 1 курса
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. При слесарной обработке перед выполнением работ производят разметку заготовок. При сверлении отверстий необходимо предварительно закернить ось будущего отверстия. Для кернения обычно применяют инструмент кернер, по которому ударяют молотком. Также в последнее время появились автоматические кернеры, при применении которых молоток не нужен.

Ключевые слова: кернер, слесарный инструмент, динамический расчет, кинетическая энергия, сила упругости

Кернер – это слесарный инструмент, по форме похожий на металлический стержень, одна сторона которого заострена, а другая подготовлена к нанесению по ней ударов молотка.

Кернение – это образование точечных углублений на заготовке или изделии. Этот инструмент также называют керно, его предназначением является создание лунок, позволяющих сделать дальнейшее сверление материала максимально удобным. Такое углубление предотвращает внезапное соскальзывание сверла и гарантирует, что отверстие будет создано в нужном месте.

В настоящее время появились автоматические кернеры. Для упрощения восприятия того, как он работает, приведём схему устройства подобного инструмента (рисунок 1). Для понятия его работы разберемся, из чего он состоит.

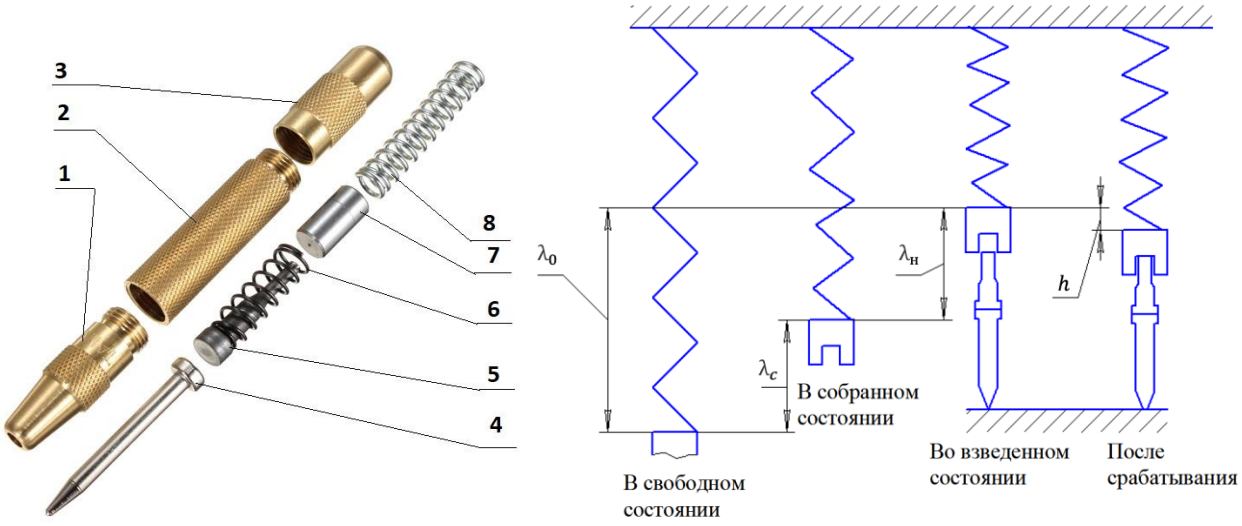


Рисунок 1 – Составные части и схема работы:
1, 2, 3 – корпусные детали; 4 – наконечник; 5 – подпружиненный баек; 6, 8 – пружины; 7 – ударник

Для того, чтобы накернить место проделывания отверстия, необходимо поставить наконечник в нужную точку и нажать на керн сверху, в определенный момент раздастся щелчок и инструмент сделает свое дело. Работает он за счет сжатия и последующего резкого высвобождения плоской пружины, которая приводит в движение ударник, ударяющий по ответной части байка и далее по наконечнику [1].

На ответной части байка, упирающегося в наконечник, установлена пружина, которая при нагрузке сжимается.

Из-за того, что с одной стороны ее диаметр уже, а с другой шире – движение ответной части байка происходит со смещением относительно центра. То есть, грубо говоря, его хвостовик упирается в край ударника.

В ударнике, в свою очередь, с одной стороны имеется отверстие, выполняющие роль спускового механизма.

В определенный момент хвостовик ударной части центрируется и попадает в это отверстие. Плоская пружина толкает ударник, который наносит удар по ответной части байка, а та, в свою очередь, по наконечнику из-за чего и получается отметка. Рассмотрим схему механизма при ударе ударника о баёк.

Запишем основное уравнение динамики [2-17]:

$$m\bar{a} = \bar{F}. \quad (1)$$

С учетом сил, действующих на ударник, уравнение (1) примет вид:

$$m\bar{a} = \overline{F_{\text{уп}}}. \quad (2)$$

Проецируем уравнение (2) на ось X, получаем уравнение в виде:

$$ma_x = -cx, \quad (3)$$

где $-cx = F_{\text{уп}}$ – сила упругости пружины,

$$m\frac{dV}{dt} = -cx, \quad m\frac{dV}{dt}\cdot\frac{dx}{dx} = -cx,$$

$$m\frac{dV \cdot V}{dx} = -cx,$$

$$mVdV = -cxdx,$$

$$\int VdV = -\frac{c}{m}\int xdx,$$

$$\frac{V^2}{2} = -\frac{cx^2}{2m} + C_1,$$

$$V = \sqrt{-\frac{c}{m}x^2 + 2C_1}. \quad (4)$$

Подставляем в уравнение (4) начальные условия: $V = 0;\ x = \lambda_0$ и находим постоянную интегрирования C_1:

$$C_1 = \frac{c\lambda_0^2}{2m}.$$

Уравнение (4) принимает вид:

$$V = \sqrt{-\frac{cx^2}{m} + \frac{c\lambda_0^2}{2m}}. \quad (5)$$

Сила упругости зависит от жесткости пружины, которая находиться по формуле:

$$c = \frac{Gd^4}{8D^3n}, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

где $G = 85 \cdot 10^9$ – модуль упругости при кручении, Н/м^2,

d – диаметр проволоки, м, $d = 0{,}001$м,

D – средний диаметр пружины, м, $D = 0{,}0066$ м,

n – число витков пружины, $n = 12$,

$$c = \frac{85 \cdot 10^9 \cdot 0{,}001^4}{8 \cdot 0{,}0066^3 \cdot 12} = 3080\frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Находим скорость груза в момент удара о баёк, при:

$x = \lambda_0 - h = 0{,}014$м; $c = 3080\frac{H}{\text{м}}$; $m = 0{,}00595$кг;

$V = 4{,}88\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Энергия удара будет равна кинетической энергии ударника, которую рассчитаем по формуле:

$$E = \frac{mV^2}{2}. \quad (6)$$

Получаем, что энергия удара автоматического кернера равняется:
$E = 0{,}0708$ Дж.

Литература

1. Сажесодержание в цилиндре и отработавших газах дизеля при работе на альтернативном топливе на номинальном режиме / В. А. Лиханов, А. Е. Торопов, М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев // Строительные и дорожные машины. – 2018. – № 1. – С. 32-35. – EDN YRSBUD.

2. Деветьяров, Р. Р. Способы наддува двигателей внутреннего сгорания / Р. Р. Деветьяров, А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : межвузовский сборник научных трудов / Российская академия транспорта. – Санкт-Петербург : Российская академия транспорта, 2006. – Вып. 4. – С. 188-197. – EDN XSSXIT.

3. Гребнев, А. В. Расчет реактивного усилия на рулевом колесе автомобиля / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Вып. 17. – С. 96-98. – EDN WZAWPP.

4. Качин, И. Е. Расчет энергии удара автоматического кернера / И. Е. Качин, Д. В. Ложкин, А. В. Гребнев // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2019. – С. 63-66. – EDN KJIRBH.

5. Гребнев, А. В. Особенности применения пид-регулятора для уравновешивания нестабильной механической системы / А. В. Гребнев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 98-100. – EDN AHUZZE.

6. Kopchikov, V. N. Reduced emission of nitrogen oxides by the diesel engine running on methanol and methyl ether of rapeseed oil / V. N. Kopchikov, A. V. Fominykh // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42028. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/4/042028. – EDN EFXOPH.

7. Фоминых, А. В. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизелях с использованием ДСТ / А. В. Фоминых // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 01–30 апреля 2014 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – С. 216-218. – EDN YHKCVF.

8. Fominykh, A. V. Influence of crankshaft speed on biofuel combustion in a diesel engine / A. V. Fominykh, V. N. Kopchikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62065. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062065. – EDN HOXPRI.

9. Лиханов, В. А. Исследование скоростных режимов работы тракторного дизеля на спирто-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 5. – С.15-19. – EDN VLQGLM.

10. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61. – EDN RYGLTT.

11. Лиханов, В. А. Индицирование рабочего процесса тракторного дизеля на природном газе и спиртах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 18-25. – EDN UWUHQY.

12. Лиханов, В. А. Исследование процесса сгорания в тракторном дизеле при работе на спирте и растительном масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 3. – С. 191-200. – EDN GLYHKY.

13. Лопатин, О. П. Влияние степени рециркуляции отработавших газов на эффективные и экологические показатели дизеля / О. П. Лопатин // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 5-1 (45). – С. 90-92. – EDN TWGWQJ.

14. Kozlov, A. N. Influence of ethanol on the combustion process and soot formation in the diesel cylinder / A. N. Kozlov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // Journal of Physics: Conference Series : International Scientific Conference "Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering - APITECH-2019", Krasnoyarsk, 25–27 сентября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. Vol. 1399. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 55051. – DOI 10.1088/1742-6596/1399/5/055051. – EDN NYRTZE.

15. Chuvashev, A. N. Influence of alcohol-fuel emulsions on effective indicators of the diesel depending on change of a corner of injection of fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12184. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012184. – EDN WCSUVY.

16. Chuvashev, A. N. Analysis of the use of methanol with a pilot portion diesel fuel / A. N. Chuvashev, A. I. Chuprakov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62089. – DOI 10.1088/1757-899X/862/6/062089. – EDN AQLMHW.

17. Chuprakov, A. I. The formation of soot in the cylinder of a diesel engine when operating on methanol-containing motor fuel / A. I. Chuprakov, A. A. Anfilatov, A. N. Chuvashev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62087. – DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062087. – EDN DGUUSB.

УДК 628.1

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПЛЕМЕННОЙ ФЕРМЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Шумилов С. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается обзор линии водоснабжения, а также механизация племенной фермы крупного рогатого скота на 1000 голов.
Ключевые слова: коровы, водоснабжение, вода, механизация

В настоящее время водоснабжение объектов сельского хозяйства и населенных пунктов при отсутствии механизации трудоемкий и дорогостоящий процесс. Требования, предъявляемые отдельным категориям потребителей к количеству и качеству воды различные. В связи с ростом объемов потребляемой воды и недостаточностью в ряде районов местных природных источников воды, чаще возникает необходимость в комплексном решении водохозяйственных проблем для создания наибольшего рационального обеспечения водой всех пользователей этого района [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11].

В число этих проблем входят: разработка мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, применение научно-технических достижений для использования природных ресурсов, а также контроль за состоянием окружающей среды и источниками ее загрязнения.

Сложный инженерный комплекс сооружений и механизмов, необходимых для получения воды из источника, ее очистки, хранения и подачи к местам потребления, называется системой водоснабжения. Основные процессы водоснабжения: забор воды из природных источников водопроводными сооружениями; подъем воды и создание напора при помощи насосных станций; улучшение качества воды на очистных станциях с устранением из нее различных примесей; транспортировка воды к объектам водоснабжения и распределение ее между потребителями; регулирование расхода воды для сглаживания неравномерности водопотребления при помощи аккумулирующих резервуаров.[1,4]

Автоматизация водоснабжения и поения животных сокращает затраты труда, способствует повышению продуктивности животных и созданию необходимых санитарно-гигиенических условий в животноводческих помещениях. Комплекс сооружений, предназначенный для подъема воды из источника, транспортировки ее к месту потребления и распределения между потребителями составляет водопровод. В сочетании с внутренней водопроводной сетью и автопоилками водопровод обеспечивает поение животных и птицы.

Хозяйственно-питьевая вода по гигиеническим свойствам и качеству должна соответствовать ГОСТа.

Водопровод включает источник воды (чаще трубчатый колодец), центробежный погружной насос (типа ЭЦВ и др.) с насосной станцией, наружный водопровод с водонапорной башней, внутренний водопровод с автопоилками.

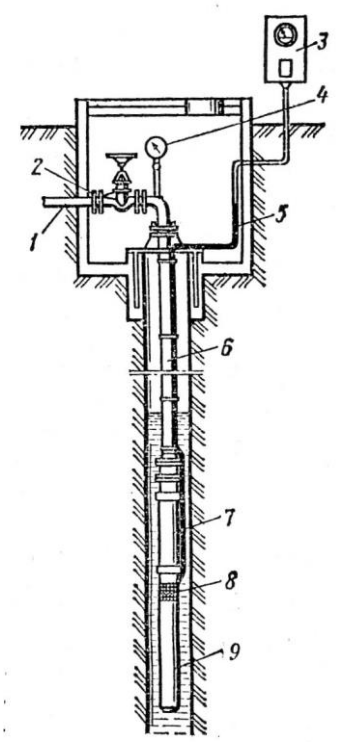
Вода из трубчатого колодца насосом нагнетается в водопровод и подается в автопоилки животноводческого помещения. Избыток воды накапливается в водопроводной башне. При расходе воды, превышающем подачу насосом, недостающее ее количество компенсируется из этой башни.

Автоматическое управление работой насоса в зависимости от уровня воды в башне и защита насоса от аварийных режимов осуществляется станцией управления и защиты «Высота» или «Каскад». При верхнем уровне воды в башне насос автоматически отключается, при нижнем – включается.

Центробежные погружные насосы ЭЦВ. Предназначены для подачи питьевой воды из артезианских скважин (трубчатых колодцев) и подачи ее через водопроводную сеть потребителям. Насос состоит из многоступенчатого центробежного насоса вертикального

исполнения и погружного водозаполненного электродвигателя, валы которых соединены жесткой муфтой.

Агрегат (рисунок 1) состоит из насоса 7, электродвигателя 9, водоподъемной трубы 6, станции управления 3, кабеля 5 для питания электродвигателя. Электродвигатель имеет специальную конструкцию, соединен с валом насоса и работает в воде. Насос состоит из нескольких ступеней рабочих колес, установленных в направляющих аппаратах и разделенных перегородками (дисками). При включении электродвигателя приводится во вращение вал насоса с закрепленными на нем рабочими колесами. Под действием центробежной силы вода выбрасывается на периферию, поступает в каналы направляющих аппаратов. При этом в центре рабочего колеса создается разряжение. Вода из скважины через входные окна поступает к первому (нижнему) рабочему колесу. Это колесо передает воду по каналам направляющего аппарата к центру второго рабочего колеса, затем последовательно она проходит все секции насоса и направляется через водоподъемную трубу в водопроводную сеть.



1 – внешний водопровод; 2 – задвижка; 3 – станция управления; 4 – манометр; 5 – кабель; 6 – водоподъемная труба; 7 – насос; 8 – приемные окна с сеткой; 9 – электродвигатель

Рисунок 1 – Схема установки погружного насоса в скважине

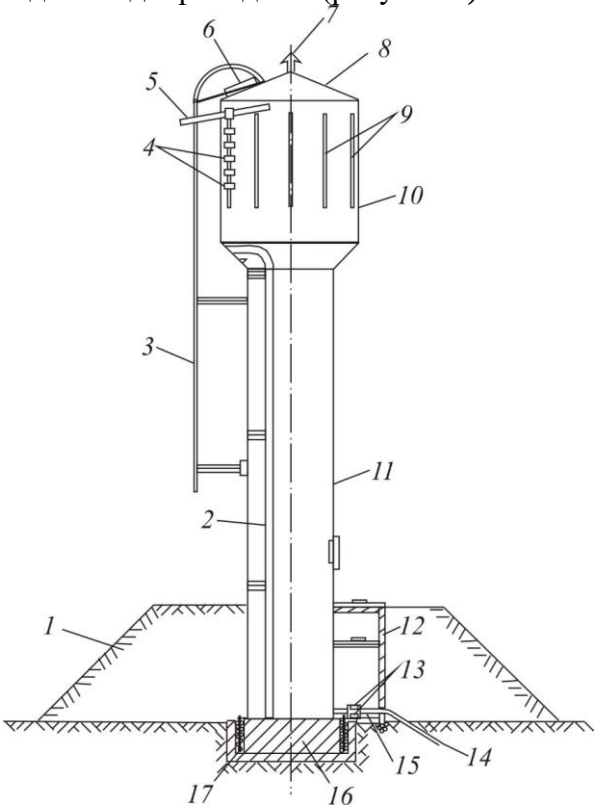
Изготавливаются более пятидесяти типоразмеров с подачей от 2,5 до 210 $м^3$/ч, развивают напор от 0,1 до 3 МПа. Мощность электродвигателей от 1,1 до 90 кВт. Диаметр скважин от 100 до 400 мм.

Марка насоса, например, ЭЦВ6-10-140, рассматривается так: Э – электропогружной; Ц – центробежный; В – высоконапорный; 6 – уменьшенный в 25 раз минимальный размер скважины, мм; 10 – подача, $м^3$/ч; 140 – напор, м.

Центробежный насос применяют для подачи воды из открытых источников и шахтных колодцев. Он состоит из спиралеобразного корпуса, рабочего колеса с лопатками, закрепленного на валу, и двух трубопроводов – всасывающего и нагнетательного. Насос устанавливают на 4…6 м выше уровня водного источника. Всасывающую трубу располагают вертикально, чтобы приемный клапан на конце ее был погружен в воду. Перед пуском корпус насоса и всасывающую трубу заполняют водой через отверстие в корпусе, закрываемое пробкой. Во время работы вращающееся рабочее колесо отбрасывает воду от

центра к внутренней стенке корпуса, создавая напор в нагнетательной трубе, по которой вода поступает в водопроводную сеть. Образующееся разряжение у центра рабочего колеса обеспечивает непрерывное всасывание воды из источника через всасывающий трубопровод.

Водонапорные башни А.А. Рожновского (цельнометаллические) предназначены для регулирования неравномерности водопотребления, хранение ограниченных резервного и противопожарного запасов воды в водопроводах 9 (рисунок 2).



1 – земляная обсыпка; 2 – внутренняя лестница; 3 – наружная лестница; 4 – скобы; 5 – переливная труба; 6 – люк; 7 – вентиляционная труба; 8 – крышка; 9 – льдоудержатели; 10 – бак; 11 – опора бака (ствол); 12 – колодец; 13 – задвижки; 14 – напорно–разводящая труба; 15 – сливная труба; 16 – фундамент; 17 – анкерный болт

Рисунок 2 – Металлическая бесшатровая водонапорная башня БР (конструкции А.А. Рожновского)

Представляют собой сварную листовую конструкцию, состоящую из цилиндрического бака 10 (рисунок 2) с коническими крышкой 8 и днищем, цилиндрической водозаполняющей опорой 11. Опора закрепляется на монолитном железобетонном фундаменте 16.

Нижняя часть опоры обсыпается грунтом на высоту 2,0 м над поверхностью земли. Рядом с башней устанавливается колодец обслуживания 12 для размещения водопроводной арматуры.

Внутри верхней части башни устанавливают датчики верхнего и нижнего уровня воды станции управления и защиты «Высота» или «Каскад».

Для эксплуатации башни с зимней температурой от -20 до -30 ºС для предотвращения промерзания необходимо обеспечить как минимум двукратный водообмен в сутки. При температуре выше -20 ºС допускается однократный водообмен.

На долю свиноводства приходится почти треть всех доходов, получаемых от животноводства. Поэтому очень важно постоянно улучшать техническое оснащение свиноферм и комплексов, что достигается в результате их механизации. Из вышеперечисленного следует, что комплексная механизация и автоматизация свиноводства направлена на решение экономических, социальных и экологических задач. Главным критерием эффективности оценки работы свиноводческих предприятий считается их рентабельность. В качестве основных текущих показателей эффективности производства

используют среднесуточный прирост живой массы животных на доращивании и откорме; расход кормов, труда, металла, топлива и электроэнергии на единицу продукции. В последние годы все больше внимания уделяют обеспечению нормативных условий труда, экологической безопасности свиноводческих предприятий и охране окружающей среды.

Литература

11. Программа управления системой дозирования сухих сыпучих компонентов комбикорма / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Н. Пронин [и др.]. – DOI 10.31857/S2500208224010187 // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 1. – С. 82-88. – EDN FMPJZS.
12. Патент на полезную модель № 140131 U1 Российская Федерация, МПК B02C 9/00. Дробилка с пневматической загрузкой материала : № 2013140549/13 : заявл. 02.09.2013 : опубл. 27.04.2014 / П. А. Савиных, В. Н. Нечаев, С. Ю. Булатов ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородский государственный инженерно-экономический институт (НГИЭИ). – EDN PNNMXR.
13. Булатов, С. Ю. Исследование процесса дозирования компонентов комбикорма шнеком ДШ-100 / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Г. Сергеев. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-10-36-40. // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 10 (292). – С. 36-40. – EDN PDGNKY.
14. Патент № 2374837 C1 Российская Федерация, МПК A01K 5/02. Устройство для внесения жидких добавок в сухие корма : № 2008124621/12 : заявл. 16.06.2008 : опубл. 10.12.2009 / В. В. Коновалов, В. П. Терюшков, А. С. Калиганов ; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN ROJPJF.
15. Борисова, М. В. Аналитическое описание показателей работы смесителя сыпучих материалов с винтовыми лопастями / М. В. Борисова, В. В. Новиков, В. В. Коновалов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 69-78. – EDN YZMYXZ.
16. Особенности производства комбикормов в условиях сельскохозяйственных организаций в современных реалиях / С. Ю. Булатов, М. С. Симачкова, А. Г. Сергеев [и др.]. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-59-67// Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10 (137). – С. 59-67. – EDN HJKGOG.
17. Оценка рабочих параметров стержневого измельчителя при измельчении влажного зерна / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, С. Л. Низовцев [и др.]. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-48-58 // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10 (137). – С. 48-58. – EDN XVFWMJ.

УДК 656.086

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ РОСТА ГОРОДОВ-МЕГАПОЛИСОВ

Шумилов С. В. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Статья посвящена анализу взаимосвязи между урбанизационными процессами и техносферной безопасностью крупных городов. Рассматриваются основные угрозы, порождаемые ростом городских агломераций, включая экологические, технологические и социальные риски. Представлены данные о динамике урбанизации, уровнях загрязнения окружающей среды и показателях аварийности объектов критической инфраструктуры. Определены перспективные направления повышения устойчивости городских систем посредством внедрения современных технологических и управленческих решений.

Ключевые слова: урбанизация, техносферная безопасность, мегаполисы, экологические риски, устойчивое развитие, городская инфраструктура

Современные мегаполисы становятся центрами экономического роста, инноваций и социального развития, однако их стремительное расширение сопровождается нарастанием техногенных и экологических угроз. Урбанизация, понимаемая как процесс увеличения доли городского населения и разрастания застроенных территорий, создает комплекс вызовов для обеспечения безопасности жизнедеятельности. Техносферная безопасность в данном контексте предполагает минимизацию рисков, связанных с эксплуатацией сложных инженерных систем, транспортных сетей и промышленных объектов, сосредоточенных в городах [1,5,9].

За последние 100 лет доля городского населения выросла с 15% до более чем 55%, а к 2050 году прогнозируется увеличение этого показателя до 68%. Крупнейшие агломерации, такие как Токио, Дели и Шанхай, уже превысили отметку в 25 млн жителей, что создает беспрецедентную нагрузку на инфраструктуру. Рост городов сопровождается: увеличением плотности застройки, сокращением зеленых зон, ростом объема отходов, повышением концентрации вредных выбросов.

Динамика городского населения мира в 1950-2025 гг.

Группа стран	Численность городского населения, млн. человек					Доля горожан в населении, %				
	1950 г.	1970 г.	1990 г.	2000 г.	2025 г.	1950 г.	1970 г.	1990 г.	2000 г.	2025 г.
Развитые страны	442	677	842	904	1040	54,7	67,5	73,6	75,3	84
Развивающиеся страны	296	676	1435	2022	4025	17,3	25,1	34,7	40,7	57
Мир в целом	738	1353	2277	2926	5065	29,3	36,3	43,1	47,5	58,3

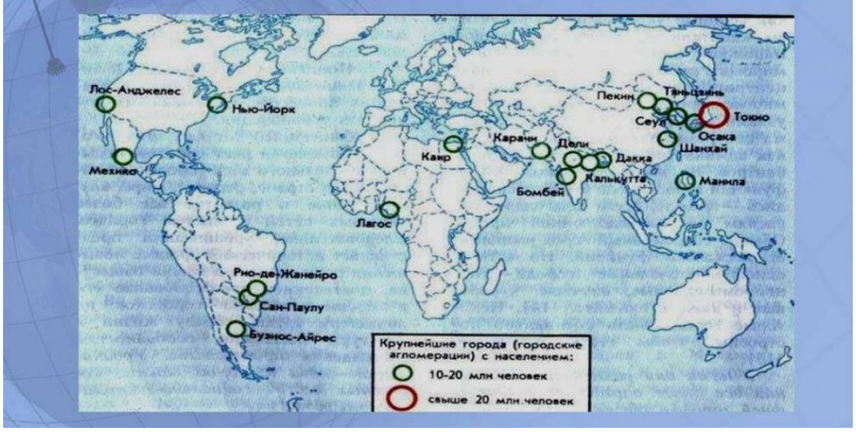


Рисунок 1 – Рост численности городского населения мира (1950–2025 гг.)

Основные угрозы техносферной безопасности:

• Загрязнение окружающей среды. PM2.5 – Это воздушный загрязнитель, в состав которого входят как твердые микрочастицы, так и мельчайшие капельки жидкостей. И те, и другие размером примерно от 10 нм до 2,5 мкм. Другие обозначения и названия частиц PM2.5: FSP (fine suspended particles), fine particles, fine particulate matter, мелкодисперсные взвешенные частицы, тонкодисперсная пыль. Совсем мелкие частицы (порядка 1 нм и меньше) – это уже молекулы газов. Например, диаметр молекулы воды и кислорода – 0,30 нм, азота – 0,32 нм, водорода – 0,25 нм. У таких мелких тел поведение сильно отличается от частиц PM2.5. На мегаполисы приходится до 70% глобальных выбросов CO_2. Высокий уровень PM2.5 в воздухе (например, в Пекине – 50–100 мкг/м³ при норме 10 мкг/м³) приводит к росту респираторных заболеваний [2,4,10].

• Аварии на критической инфраструктуре. Изношенность сетей (в некоторых городах до 60% водопроводов требуют замены) увеличивает риски прорывов и отключений.

• Транспортные коллапсы. Пробки в Москве и Мехико ежегодно приводят к экономическим потерям в 1–2% ВВП.

Таблица 1 – Сравнение экологических показателей мегаполисов

Город	Уровень PM2.5 (мкг/м³)	Площадь зеленых зон (%)
Стокгольм	6	40
Дели	150	9
Нью-Йорк	12	27

Пути повышения устойчивости имеет множество ветвей развития, к которым можно отнести совершенствование нормативно-правовой базы, а именно разработка и актуализация законодательных актов, регулирующих техносферную безопасность. Кроме этого, внедрение международных стандартов (ISO, ГОСТ Р) в области управления рисками, а также ужесточение контроля за соблюдением экологических и промышленных норм.

Развитие инфраструктуры и технологий также может положительно сказаться на устойчивости. Внедрение "умных" технологий (Smart City) для мониторинга опасных объектов позволит быстрее и проще прослеживать возможные возникновения аварий. Автоматизация систем контроля (датчики, IoT, AI для прогнозирования аварий) даст возможность минимизировать человеческие ошибки. Модернизация критической инфраструктуры (транспорт, энергетика, водоснабжение) также влияет на повышение устойчивости [7,8].

Управление рисками и прогнозирование включает в себя создание систем раннего предупреждения аварий и катастроф, разработка цифровых двойников мегаполисов для моделирования ЧС, проведение регулярных риск-ориентированных проверок предприятий.

Повышение устойчивости к ЧС по средством развития систем аварийного реагирования, к которым относится МЧС, городские службы. Но, кроме этого, необходимо увеличивать строительство защитных сооружений (противопожарные разрывы, дамбы), к тому же обучать население действиям при техногенных авариях [9].

Не мало важную роль играет экологизация техносферы, а именно переход на так называемые "зелёные" технологии и возобновляемую энергетику. Помимо этих мероприятий следует осуществлять внедрение систем переработки отходов и снижения загрязнений, а также развивать сферу озеленения городов для снижения техногенной нагрузки.

Ранее приводимые мероприятия не будут эффективны без усиление межведомственного взаимодействия. Обеспечить это можно следующими методами: координация между городскими службами, предприятиями и МЧС; создание единых центров управления кризисными ситуациями; международный обмен опытом в области техносферной безопасности.

Квалификация всех работников в независимости от сферы промышленности или служб МЧС очень важна, поэтому необходимо осуществлять мероприятия по обучению и подготовке кадров, развивать образовательные программы по техносферной безопасности,

повышать квалификации специалистов по промышленной безопасности, а также проводить учения и тренировки для отработки действий при ЧС.

Урбанизация неизбежна, но ее негативные последствия можно минимизировать за счет технологий, грамотного планирования и международного сотрудничества. Без этого мегаполисы столкнутся с усугублением экологических и техногенных кризисов. Устойчивость техносферной безопасности мегаполисов зависит от комплексного подхода, включающего законодательные, технологические и организационные меры. Важную роль играют цифровизация, экологизация и подготовка населения к возможным угрозам.

Литература

1. Моделирование безопасности и рисков на газопроводах / Ю. О. Логвин, К. Р. Таранцева, О. А. Логвина, В. В. Коновалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2 (06). – С. 125-132.
2. Никитин, Е. А. Разработка роботизированного устройства по оптимизации процесса кормления крупного рогатого скота на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Молодой ученый. – 2020. – № 43 (333). – С. 2-5.
3. Никитин, Е. А. Система роботизированного обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах / Е. А. Никитин // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 26-30.
4. Современная наука: теория, методология, практика : материалы IV Всероссийской национальной научно-практической конференции, Тамбов, 20–21 апреля 2022 года. – Тамбов : Издательство ИП Чеснокова А.В., 2022. – 336 с.
5. Солонщиков, П. Н. Анализ электротравматизма в жилищно-коммунальном секторе / П. Н. Солонщиков, И. А. Толстоухова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 199-201.
6. Таваров, С. Ш. Анализ моделей и методов машинного обучения в задачах прогнозирования электропотребления / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. А. Толстоухова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 153-156.
7. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции, Киров, 03–04 апреля 2024 года : в 5 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 704-709.
8. Толстоухова, И. А. Обзор модуля пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А. М. Гуревича : сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2023 года : в 3 ч. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 155-158.
9. Толстоухова, И. А. Обзор электропроводки и материалов используемых в жилищно-коммунальном секторе / И. А. Толстоухова, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 224-226.

УДК 66.028.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДОЗИРОВАНИЯ

Шуткин В. С. – обучающийся 3 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются параметры для экспериментальных исследований параметров дозирования в смесителе.
Ключевые слова: установка, дозатор, подача, отклонение, исследование, результат, мел, пшено, соль

Актуальность определения параметров дозирования в смесительной установке продиктована тем, что точность подачи компонентов является определяющим фактором качества готовой смеси и стабильности всего технологического цикла. В современных условиях производства малейшее отклонение в процентном соотношении ингредиентов может привести к браку продукции или изменению её физико-химических свойств, что делает исследование процессов дозирования критически важным.

Оптимизация параметров дозирования позволяет минимизировать потери дорогостоящего сырья и снизить материалоемкость производства. Точная настройка весовых или объемных показателей подачи материалов исключает перерасход ресурсов и обеспечивает строгое соответствие государственным стандартам и техническим условиям. Это напрямую влияет на экономическую эффективность предприятия и конкурентоспособность конечного продукта.

Кроме того, параметры дозирования неразрывно связаны с производительностью всей установки. Несбалансированная подача компонентов создает «узкие места» в технологической цепочке, замедляя процесс смешивания или вызывая простои оборудования. Проведение исследований в этой области позволяет синхронизировать работу дозирующих устройств с остальными узлами системы, обеспечивая бесперебойность и высокую скорость выполнения операций.

С научной точки зрения определение параметров дозирования необходимо для разработки адаптивных систем управления. Изучение влияния влажности, зернового состава и текучести материалов на точность подачи позволяет создавать алгоритмы, способные корректировать работу дозаторов в режиме реального времени. Это обеспечивает высокую повторяемость результатов вне зависимости от изменения внешних условий или характеристик исходного сырья. На процесс подачи сухих компонентов оказывают влияние физико-механические свойства кормов: насыпная плотность, размеры частиц, угол естественного откоса, влажность, слеживаемость, склонность к образованию комков, конструктивные особенности дозирующего устройства и другие факторы [1].

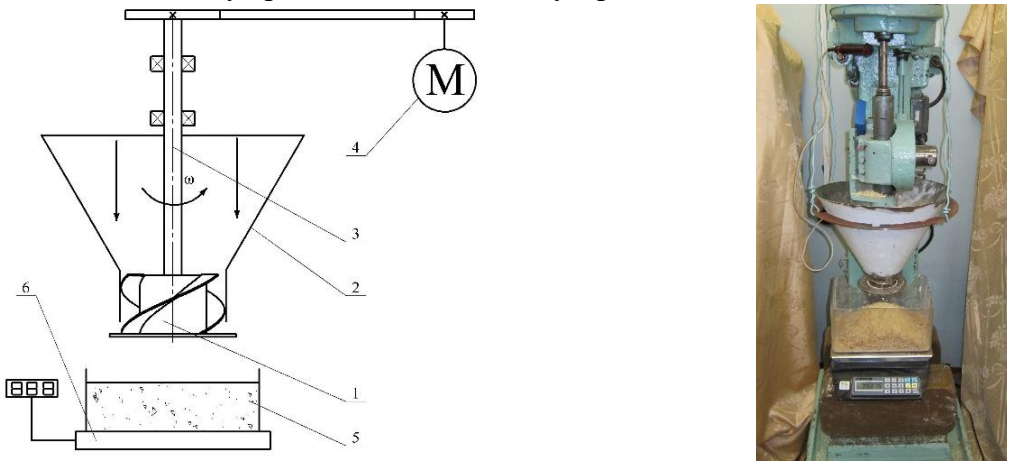
Непрерывность подачи состоит в обеспечении выдачи заданного количества материала в единицу времени. Однако реальный процесс сопряжен с отклонениями (погрешностями) от заданной величины, то есть является случайным.

Покрывающий диск с втулкой и лопастями (рис 1), можно рассматривать как питающее устройство, осуществляющее подачу сухих компонентов в рабочую камеру устройства.



Рисунок 1 – Питающее устройство

Для исследования процесса дозирования разработана установка (рис 2), которая позволяет изменять частоту вращения питающего устройства, за счет смены шкивов.



а б

1 – питающее устройство; 2 – загрузочная камера; 3 – приводной вал; 4 – электродвигатель; 5 – ёмкость для отбора; 6 – электронные весы

Рисунок 2 – Схема (а) и общий вид (б) установки для определения подачи питающего устройства

Подачу питающего устройства определяем по формуле:

$$Q = 3{,}6 \cdot \frac{G}{T}, \tag{1}$$

где Q – пропускная способность покрывающего диска с втулкой, т/ч;

G – масса компонента, подаваемого за время опыта, кг;

T – время проведения опыта, с.

Среднее значение абсолютной погрешности питающего устройства

$$\delta = \frac{\sum\left(Q_i - Q_p\right)}{m}, \tag{2}$$

где Q_i – действительная подача или расход материала в i–ом измерении, кг/с;

Q_p – расчетное значение подачи;

m – число измерений.

Показателем относительной погрешности питающего устройства служит коэффициент вариации, %

$$v = \pm 100\ \frac{S}{\overline{Q}}, \tag{3}$$

где S – средняя квадратическая погрешность;

$\overline{Q}$ – среднее значение подачи дозатора в m пробах.

В качестве критерия оптимизации по оценке подачи питающего устройства можно назначить вероятность пребывания случайного процесса в поле допуска P_Δ.

Аналитически вероятность

$$P_\Delta = 2\,\Phi\left(\frac{\Delta}{v}\right), \tag{4}$$

где Ф – функция Лапласа, принимается по таблицам в зависимости от Δ/v.

ν – среднее квадратичное отклонение случайного процесса за время реализации, отнесенное к среднему значению, то есть $v = \frac{S}{\overline{Q}}$;

Δ – допуск дозирования.

Среднее квадратическое отклонение S определяем по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{m}\left(Q_i - \overline{Q}\right)^2}{m-1}}, \quad (5)$$

где Q_i – текущее значение подачи;

$\overline{Q}$ – среднее значение подачи;

m – число повторностей.

Для различных материалов технологический допуск различен. При дозировании кормов необходимо, чтобы максимальная относительная погрешность дозирования не превышала технологического допуска. Технологический допуск дозирования определится:

$$\Delta = \frac{Q_{max} - Q_{min}}{\overline{Q}}, \quad (6)$$

где Q_{max} – максимальная величина подачи, кг/с;

Q_{min} – минимальная величина подачи, кг/с.

Представленная методика обработки данных использована при испытаниях питающего устройства.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Технологический расчёт линии для приготовления и раздачи кормов : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. А. Зыкин. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – 57 с. – EDN LYRKGE.

2. Программа управления системой дозирования сухих сыпучих компонентов комбикорма / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Н. Пронин [и др.]. – DOI 10.31857/S2500208224010187 // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 1. – С. 82-88. – EDN FMPJZS.

3. Патент на полезную модель № 140131 U1 Российская Федерация, МПК B02C 9/00. Дробилка с пневматической загрузкой материала : № 2013140549/13 : заявл. 02.09.2013 : опубл. 27.04.2014 / П. А. Савиных, В. Н. Нечаев, С. Ю. Булатов ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородский государственный инженерно-экономический институт (НГИЭИ). – EDN PNNMXR.

4. Булатов, С. Ю. Исследование процесса дозирования компонентов комбикорма шнеком ДШ-100 / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Г. Сергеев. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-10-36-40 // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 10 (292). – С. 36-40. – EDN PDGNKY.

5. Патент № 2374837 C1 Российская Федерация, МПК A01K 5/02. Устройство для внесения жидких добавок в сухие корма : № 2008124621/12 : заявл. 16.06.2008 : опубл. 10.12.2009 / В. В. Коновалов, В. П. Терюшков, А. С. Калиганов ; заявитель ФГОУ ВПО "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN ROJPJF.

6. Борисова, М. В. Аналитическое описание показателей работы смесителя сыпучих материалов с винтовыми лопастями / М. В. Борисова, В. В. Новиков, В. В. Коновалов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 69-78. – EDN YZMYXZ.

7. Особенности производства комбикормов в условиях сельскохозяйственных организаций в современных реалиях / С. Ю. Булатов, М. С. Симачкова, А. Г. Сергеев [и др.]. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-59-67 // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10 (137). – С. 59-67. – EDN HJKGOG.

8. Оценка рабочих параметров стержневого измельчителя при измельчении влажного зерна / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, С. Л. Низовцев [и др.]. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-10-48-58 // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10 (137). – С. 48-58. – EDN XVFWMJ.

УДК 004.056:621.316.9:623.4

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕВЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ: УЯЗВИМОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ И АРХИТЕКТУРА ЗАЩИТЫ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОТИВОБОРСТВА

Яковлев А. А. – студент
ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, г. Чебоксары, Россия

Краткая аннотация. В статье исследуется комплексная проблема кибербезопасности современных полевых систем энергоснабжения, представляющих собой киберфизические комплексы на базе микропроцессорных контроллеров. Детально анализируются архитектурные уязвимости встроенного программного обеспечения, аппаратных интерфейсов и промышленных сетевых протоколов (Modbus, DNP3). Рассмотрены тактические сценарии кибератак, от саботажа и физического разрушения оборудования до дезорганизации функционирования и разведки. Предложена многоуровневая архитектура защиты, включающая физическую изоляцию, сегментацию сетей, глубокий анализ промышленного трафика, использование аппаратных доверенных модулей (TPM/HSM) для проверки целостности прошивок и систем обнаружения аномалий. Делается вывод о необходимости интеграции киберзащиты энергообъектов в общевойсковую систему безопасности как критического элемента боевой устойчивости.

Ключевые слова: кибербезопасность, полевое энергоснабжение, программируемый логический контроллер (ПЛК), промышленная система управления (ICS/АСУ ТП), уязвимость, SCADA, Modbus, «воздушный зазор» (Air Gap), аппаратный доверенный модуль (TPM/HSM), обнаружение вторжений (IDS), киберфизическая система

Эволюция военного дела в XXI веке характеризуется стиранием границ между традиционными физическими пространствами боевых действий и виртуальным киберпространством. В этой новой парадигме, часто определяемой как гибридная или сетецентрическая война, объекты критической инфраструктуры, и в первую очередь системы энергоснабжения, становятся приоритетными целями не только для кинетических, но и для кибернетических ударов. Современная полевая энергосистема — это уже не просто совокупность генераторов, кабелей и распределительных щитов. Это сложный киберфизический комплекс, сердцем которого являются программируемые логические контроллеры (ПЛК), микропроцессорные системы защиты (МСЗ), человеко-машинные интерфейсы (HMI) и системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA). Данные системы управляют параметрами генерации, распределением нагрузки, осуществляют автоматический ввод резерва и защиту оборудования от аварийных режимов. Их цифровизация и подключение к сетям обмена данными для мониторинга и удаленного управления кардинально повысили эффективность, но одновременно создали принципиально новое измерение уязвимости. Враг более не нуждается в физическом проникновении на объект для его вывода из строя; достаточно найти уязвимость в прошивке контроллера, слабое звено в сетевом протоколе или человеческую ошибку в процедуре доступа. Последствия успешной кибератаки могут быть катастрофическими: от целенаправленного вывода из строя дорогостоящего генераторного оборудования через работу в нештатных режимах до полного «блэкаута» — обесточивания командного пункта, узла связи или системы ПВО в критический момент операции. Таким образом, обеспечение кибербезопасности полевых систем энергоснабжения трансформировалось из узкой технической задачи IT-специалистов в общевойсковую проблему, непосредственно влияющую на боевую устойчивость и оперативный успех.

Архитектура угроз: уязвимости встроенного программного обеспечения и сетевых интерфейсов. Фундаментальная уязвимость современных полевых энергосистем проистекает из их архитектурной эволюции, которая зачастую опережала внедрение соответствующих

мер безопасности. Микропроцессорные контроллеры, выполняющие функции управления дизель-генераторной установкой (ДГУ), представляют собой специализированные компьютеры с реальным временем. Их уязвимости носят многослойный характер. На нижнем уровне располагаются уязвимости в самом аппаратном обеспечении (Hardware): недокументированные режимы работы процессоров (бэкдоры), уязвимости интерфейсов внутрисистемной отладки (JTAG) или встроенного ПО базовой системы ввода-вывода (BIOS/UEFI в более сложных системах), которые могут быть использованы для внедрения постоянного, трудно обнаружимого вредоносного кода. Следующий уровень — операционная система реального времени (ОСРВ) и системные библиотеки. Многие производители используют устаревшие или кастомные версии ОСРВ, которые не получают регулярных обновлений безопасности, содержат известные критические уязвимости в сетевых стеках или механизмах аутентификации.

Наиболее критичным с практической точки зрения является уровень прикладного логического программного обеспечения, то есть самой программы, загруженной в ПЛК. Типичные уязвимости здесь включают в себя: отсутствие или слабую криптографическую защиту конфигурационных файлов и прошивок, что позволяет злоумышленнику не только считать логику работы системы, но и подменить ее; наличие «недокументированных возможностей» — служебных функций, оставленных разработчиками для отладки (например, возможность загрузки новой прошивки без проверки цифровой подписи или выполнения произвольных команд через специальные пакеты данных); ошибки переполнения буфера в обработчиках сетевых протоколов, открывающие путь для удаленного выполнения кода. Каналом для эксплуатации этих уязвимостей служат сетевые интерфейсы, которые из средства диагностики и удобства превратились в главный вектор атаки. Практически каждый современный контроллер ДГУ или система АВР (автоматического ввода резерва) оснащены портами Ethernet, RS-485, CAN-шиной или беспроводными интерфейсами (Wi-Fi, Bluetooth, реже сотовой связью). Эти интерфейсы используют промышленные протоколы, такие как Modbus TCP/RTU, PROFINET, DNP3, IEC 60870-5-104. Многие из этих протоколов разрабатывались в эпоху, когда безопасность не являлась приоритетом: они не поддерживают шифрование трафика, используют слабые или фиксированные схемы аутентификации, а их структура команд часто позволяет осуществлять привилегированные операции (остановку генератора, изменение уставок защиты) без должной проверки прав. Физический доступ к подобному порту, а в случае беспроводных интерфейсов — нахождение в зоне радиовидимости, дает злоумышленнику возможность напрямую взаимодействовать с «мозгом» энергосистемы.

Тактика кибервоздействия и сценарии реализации угроз. Кибератака на полевую систему энергоснабжения редко является самоцелью; это тактический элемент более крупной операции. Сценарии атак можно классифицировать по их конечной цели. Первый и наиболее прямой сценарий — саботаж и физическое разрушение оборудования. В этом случае злоумышленник, получив контроль над контроллерами, может инициировать последовательность команд, приводящую к катастрофическому отказу. Например, можно отключить системы охлаждения и смазки при работе дизеля на полной мощности, заблокировать защитные реле, чтобы генератор продолжал работу в режиме короткого замыкания, или циклически включать и отключать мощные нагрузки, создавая разрушительные переходные процессы в электрической сети. Подобные атаки направлены на причинение максимального материального ущерба и длительного вывода объекта из строя.

Второй сценарий — нарушение функционирования и дезорганизация. Целью здесь является не разрушение, а подрыв доверия к системе, срыв графика операций, создание хаоса. Атакующий может незаметно изменять уставки напряжения и частоты, вызывая нестабильность в сети и повреждение подключенной чувствительной аппаратуры (серверов, средств связи). Возможно скрытое отключение генераторов или переключение нагрузок в нештатном порядке, что приводит к ложным срабатываниям защиты и сложностям в локализации неисправности для персонала. Такой сценарий особенно эффективен в

сочетании с атаками на системы связи и управления, создавая у командира искаженную картину обстановки.

Третий сценарий носит разведывательный характер и служит подготовкой к последующим действиям. Проникая в систему управления энергоснабжением, противник может долгое время вести пассивное наблюдение, собирая данные о графиках работы оборудования, пиковых нагрузках (что косвенно свидетельствует о режиме работы других систем), дислокации объектов по конфигурациям сетей. Эти данные используются для планирования последующих кинетических ударов по наиболее уязвимым или критически важным объектам в момент их максимальной нагрузки.

Реализация этих сценариев требует преодоления системы защиты, архитектура которой должна быть многоуровневой и эшелонированной, построенной по принципу «глубокой обороны» (Defense in Depth).

Архитектура защиты: от физической изоляции до криптографического контроля целостности. Первый и наиболее фундаментальный эшелон защиты — физический и организационный. Он включает в себя строгий контроль физического доступа к энергообъектам и оборудованию. Критически важно исключить несанкционированное подключение к сетевым и сервисным портам контроллеров. На практике это означает опечатывание или полное демонтирование ненужных интерфейсов (например, портов USB), установку аппаратных блокираторов на порты Ethernet, организацию охраны энергоузлов и ведение журналов доступа. Организационные меры предусматривают разработку и строгое соблюдение регламентов по обновлению программного обеспечения, которое должно осуществляться только с проверенных носителей и авторизованным персоналом, а также обязательное обучение личного состава основам кибергигиены для противодействия социальной инженерии.

Второй эшелон - сегментация и контроль сетевого трафика. Полевая энергосистема не должна быть частью общедоступной или единой оперативной сети подразделения. Ее систему управления необходимо выделять в изолированный сегмент, так называемый «воздушный зазор» (Air Gap). Однако полная изоляция часто невозможна из-за необходимости дистанционного мониторинга. В этом случае связь с внешними сетями должна осуществляться через односторонние шлюзы (Data Diodes), физически гарантирующие передачу данных только в одном направлении — от защищаемой сети наружу для мониторинга. Внутри сегмента управления энергосистемой должен развертываться специализированный промышленный межсетевой экран (Firewall), который не просто фильтрует IP-адреса и порты, но и проводит глубокий анализ пакетов (Deep Packet Inspection, DPI) на уровне промышленных протоколов, блокируя любые команды, выходящие за рамки штатного перечня разрешенных операций.

Третий, и ключевой, эшелон — защита самих устройств управления и их программной среды. Он начинается с этапа закупки и предполагает проведение аудита безопасности встроенного ПО контроллеров от потенциальных поставщиков. В идеале, оборудование должно поддерживать аппаратные доверенные платформенные модули (TPM) или их промышленные аналоги (HSM), которые обеспечивают криптографическое хранение ключей, безопасную загрузку с проверкой цифровой подписи каждой ступени прошивки (Secure Boot) и ведение защищенных журналов событий. Все конфигурации и обновления ПО должны передаваться и загружаться исключительно в зашифрованном виде с использованием стойких криптографических алгоритмов и проверкой электронно-цифровой подписи разработчика. Внутри контроллера должно быть реализовано разделение привилегий, где критические функции управления силовой частью выполняются на отдельном, максимально простом и верифицируемом аппаратном ядре, изолированном от сетевого стека.

Четвертый эшелон — мониторинг, обнаружение аномалий и восстановление. Даже при наличии всех превентивных мер необходим постоянный анализ поведения системы. Для этого применяются системы обнаружения вторжений (IDS), адаптированные для

промышленных сетей. Они анализируют сетевой трафик, временные метки команд и реакцию оборудования, выявляя отклонения от нормальных паттернов — например, попытки доступа с нештатных IP-адресов, аномально высокую частоту команд или выполнение операций в нехарактерной последовательности. Не менее важным является обеспечение возможности быстрого восстановления. Это предполагает обязательное резервное копирование «золотых» конфигураций контроллеров на физически защищенные автономные носители и наличие отработанных процедур аварийного перевода системы на ручное или аналоговое управление в случае компрометации ее цифровой части.

Заключение: Интеграция киберзащиты в общевойсковую систему безопасности. Кибербезопасность полевых систем энергоснабжения перестала быть вопросом исключительно технической реализации; она стала тактической и оперативной дисциплиной. Успешная защита требует синергии между конструкторами оборудования, разрабатывающими его с учетом принципов «безопасности по умолчанию», специалистами по информационной безопасности, выстраивающими сетевую архитектуру и систему мониторинга, и конечным пользователем — военнослужащим, который должен понимать критичность соблюдения регламентов. Будущее лежит в создании интеллектуальных, само диагностирующихся и самовосстанавливающихся энергосистем, способных изолировать скомпрометированные узлы, перераспределять функции и сохранять работоспособность даже в условиях продолжающейся кибератаки. Однако уже сегодня интеграция строгих физических мер, сегментации сетей, криптографической защиты целостности ПО и постоянного мониторинга позволяет создать достаточно высокий барьер для потенциального противника, превращая полевой энергоузел из уязвимой точки в защищенный опорный пункт в общевойсковом боевом порядке. Война за энергоресурсы ведется теперь не только на земле, но и в цифровом пространстве, и победа в ней зависит от способности предвосхищать угрозы и выстраивать многослойную, эшелонированную оборону на всех уровнях системы.

Литература

1. Верещак, А. В. Анализ работы ионного отопления / А. В. Верещак, С. Н. Мардарьев // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства : материалы V Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2023. – С. 20-27.
2. Иванова, А. А. Сравнительный анализ устройств защиты от импульсных перенапряжений / А. А. Иванова, Д. А. Осипов, А. В. Верещак // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов. – Чебоксары, 2023. – С. 250-255.
3. Стогов, Д. В. Порядок приема в эксплуатацию электрических машин / Д. В. Стогов, А. В. Верещак // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов : в 3 ч. – Чебоксары, 2023. – С. 352-358.
4. Ларкин, С. В. Молниезащита сельскохозяйственных объектов / С. В. Ларкин, А. В. Верещак, Т. М. Григорьева // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства : материалы V Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2023. – С. 408-412.
5. Акулова, Т. Н. Применение процесса моделирования при расчете проектируемых устройств / Т. Н. Акулова, С. Н. Мардарьев, А. В. Верещак // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации : материалы II Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2023. – С. 468-470.
6. Михайлов, А. Ю. Сравнительный анализ силовых кабеле при использовании в сельскохозяйственном производстве / А. Ю. Михайлов, А. В. Верещак // Студенческая наука -первый шаг в академическую науку : материалы Всероссийской студенческой научно-

практической конференции с участием школьников 10-11 классов : в 2 ч. – 2020. – С. 111-115.
7. Верещак, С. Б. Средства индивидуальной мобильности: проблемы правового регулирования участия в дорожном движении и административной ответственности / С. Б. Верещак, А. В. Верещак, Л. А. Абрамова // Право и практика. – 2020. – № 4. – С. 75-78.
8. Верещак, А. В. Использование предохранителей в сельскохозяйственных электроустановках / А. В. Верещак // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства : материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2019. – С. 61-65.
9. Ларкин, С. В. О перспективах использования постоянного тока / С. В. Ларкин, А. В. Верещак, Т. Н. Акулова // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации : материалы II Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2023. – С. 514-515.
10. Верещак, А. В. Обзор использования уличного освещения / А. В. Верещак, Е. Л. Белов, С. В. Ларкин // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации : материалы II Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2023. – С. 485-488.
11. Белов, Е. Л. Система «теплый пол» для обогрева почвы в теплицах / Е. Л. Белов, А. В. Верещак, С. Ю. Николаев // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации : материалы II Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2023. – С. 476-478.
12. Верещак, А. В. Анализ производительности автомобилей / А. В. Верещак, Е. Л. Белов, С. В. Ларкин // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России : материалы III Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2023. – С. 294-296.
13. Ларкин, С. В. Специальная оценка условий труда работников АПК / С. В. Ларкин, А. В. Верещак, Т. М. Григорьева // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства : материалы VI Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 233-238.
14. Верещак, А. В. Проблемы литий - ионных аккумуляторов / А. В. Верещак, С. Н. Мардарьев, С. В. Ларкин // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации : материалы III Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 273-276.
15. Капитонов, Г. Н. Автоматический транспорт: достижения и проблемы самоуправляемых автомобилей / Г. Н. Капитонов, А. В. Верещак // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : материалы Международной студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов : в 4 ч. – Чебоксары, 2024. – С. 351-356.

Содержание

Александров А. В. Применение спорыньи в медицинских целях	3
Андронов А. В. История появления комплексных чисел и их применение	5
Андронов А. В. Определение закона движения точки падающей на землю из состояния покоя	9
Аникин И. Н. Технология и средства механизации для комбинированной обработки почвы	12
Афанасьев Д. В. Измерение сопротивления заземляющего устройства	15
Архипова С. В. Технология и средства механизации для основной обработки почвы	19
Ашихмин А. А. Экспериментальные исследования смесительного устройства	22
Бабушкин С. А. Технологии контроля производственных процессов на предприятиях технического сервиса	25
Бармина С. Р. Технология и средства механизации для посева многолетних трав	28
Барская К. Д. Сортировочные машины на производствах	31
Безрукова М. А. Технологии и средства механизации для предпосевной обработки почвы	34
Булатов П. Д. Основные дефекты днища поршней тепловых двигателей	38
Булатов П. Д. Совершенствование процесса диагностирования и хранения колесных тракторов тягового класса 40кН	43
Бушуев В. А. Мероприятия по снижению шума в производстве	47
Бушуев В. А. Современные тенденции нормативного регулирования промышленной безопасности	51
Васютова К. Ю. Анализ стоимости питьевой воды	54
Вахрушев С. А. Совершенствование плуга ПЛН-5-35 путем установки почвоуглубителя	58
Ведерников П. Д. Обзор конструкций дозаторов для сыпучих материалов	62
Вершинин Н. С. Ремонт и восстановление блока цилиндров тракторов	65
Вишняков А. В. Исследование изнашивания подшипников качения в двигателях внутреннего сгорания	70
Возженников Е. В., Вишняков А. В. Теоретическое исследование показателей работы дизеля при использовании дизельного смесевого топлива на основе рицинового масла	76
Возженников Е. В., Городилов С. Л. Особенности работы дизеля на рыжико-минеральном топливе в режиме самостоятельного холостого хода	82
Возженников Е. В., Давлятбеков Ю. Б. Технико-экономические показатели работы дизеля Д-243 на рапсовом масле и дизельном топливе	87
Возженников Е. В., Долгушин Е. В. Работа тракторного дизеля на бионефтяном топливе в режиме холостого хода	93
Возженников Е. В., Киракосян А. И. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла	99
Возженников Е. В., Ржаницын П.Н. Экологические показатели работы дизеля на растительно-минеральном топливе	104
Воробьев Р. А. Технические средства индикации токсических химических веществ	108
Воронцов Д. Р. Нейросетевые системы управления пожарной безопасностью	110
Воронцов Д. Р. Оптимизация параметров поточно–технологических линий приготовления кормов с элементами энергосбережения	114
Воронцов Д. Р. Совершенствование кормораздатчиков для процесса приготовления полнорационных смесей для крупного рогатого скота	119

Воронцов Д. Р. Сравнительный анализ технологий приготовления кормов с использованием мобильных и стационарных средств механизации 122
Воскресенский В. В. Технологии и средства механизации для культурной вспашки почвы 126
Гавришин М. В. Особенности спутникового мониторинга общественного транспорта 129
Гагаринов В. Д. Методика оказания первой помощи при получении травм на производстве 132
Галкин О. С. Методика проведения испытаний центробежного насоса с различными рабочими колёсами 137
Гатин М.А. Д.И. Менделеев - основоположник современной метрологии 140
Горбунов М.Д. Исследования и научные достижения Д.И. Менделеева 143
Городилов И. А. Совершенствование процесса уборки и удаления птичьего помёта 145
Городилов С. Л. Аэродинамика в автомобилестроении 148
Городилов С. Л. Особенности выбора подвижного состава для перевозки грузов 152
Гостев К. А. Поведение человека в условиях чрезвычайных ситуаций 155
Гостев К. А. Современные методологии прогнозирования и превентивного управления промышленными рисками 158
Гребенев Д. А. Обзор конструкций и анализ подающих органов измельчителей грубых кормов 162
Гребенев Д.А. Оптимизация рабочего процесса молоткового двухроторного питателя-измельчителя грубых кормов 167
Гулуев С. Н. Плазменная сварка металлов 172
Гураздин И. А. Расчет параметров сцепления с дорогой при движении на подъеме автомобилей с разным типом привода 179
Гусарова П. Е. Повышение эффективности работы мта с применением беспилотных летательных аппаратов 184
Давлятбеков Ю. Б. Технологические процессы ремонта двигателей с применением метода гильзования цилиндров 188
Данилова А. Л. Технологии и средства механизации для посева свеклы 198
Дектерев И.О. Метрологическая реформа Дмитрия Ивановича Менделеева 202
Докучаев А. П. Повышение эффективности использования средств механизации при уборке кормовой брюквы 204
Долгов А. А. Обзор технических средств для приготовления кормовой смеси для крупного рогатого скота 208
Дубовцев Е. Н. Производство восстановленных молочных продуктов 213
Дубровин А. С. Экспериментальное определение параметров качества смеси 217
Евтушенко К. Е., Нелюбин В. А., Огородов Е. С. Преимущества использования беспилотных летательных аппаратов для внесения средств защиты растений 220
Евтушенко К. Е., Нелюбин В. А. Конструктивные особенности малогабаритных станков с числовым программным управлением 225
Елькина Е. В. Приборы радиационного контроля 231
Ерохина Н. С. Технологии и средства механизации для известкования кислых почв 234
Житлухин К. Э. Обзор технологий заготовки силоса 238
Житлухин К. Э. Расчет уборочно-транспортного звена при заготовке силоса 241
Забубенин Н. А. Методы и способы измерения освещённости помещения 244
Забубенин Н. А. Экологически чистая энергетика: возможности роста и скрытые угрозы 247
Завалин Д. Л. Методы и средства для измерения шума 250
Зайцев А. А. Повышение эффективности послеуборочной обработки зерна за

счет применения мобильных средств очистки 254
Зайцев А. А. Экологическая и производственная безопасность на предприятиях 258
Зафарова З. А. Технологии и средства механизации для предпосевной обработки почвы 262
Злобин В. А. Транспортно-сопроводительная документация при перевозке опасных грузов 265
Злобина М. Д. Технологии и средства механизации для посева моркови 268
Зубарева А. С. Технологии и технические средства для основной безотвальной обработки почвы 271
Зыкин Д. С. Практический расчет величины поперечного крена автомобиля при движении в повороте 274
Зыков Е. Р. Анализ конструктивных особенностей пневмосистем зерноочистительных машин с замкнутым циклом воздушного потока 278
Зыков Е. Р. Анализ недостатков пневмоинерционных сепараторов зерна с замкнутым циклом воздушного потока и пути их решения 280
Иванов П. С. Абсорбционные холодильные машины: принципы функционирования и области применения 282
Иванов П. С. Теплообменники с рубашечным типом: особенности конструкции, принципы функционирования и области применения 285
Ившин Н. К. Повышение износостойкости шарнирных соединений втулок и навесного оборудования тракторов методом лазерного термоупрочнения 287
Ившин Н. К. Преимущества повышения износостойкости деталей сельскохозяйственных машин путем лазерного термоупронения 289
Катаев И. Д. Повышение эффективности использования средств механизации при возделывании клевера лугового 293
Кисилев И. А. Применение роботизированных доильных установок для ферм 297
Ковальногов Г. А. Повышение эффективности работы МТА с применением системы точного земледелия 300
Ковальский Н. М. Сравнительный анализ роста цен и инфляционных ожиданий 304
Кожихов Д. Р. Совершенствование технологических процессов эксплуатации, транспортирования и хранения пресс-подборщиков 308
Комиссарова Т. П. Современные подходы к повышению эффективности средств коллективной защиты воздушной среды на предприятиях пищевой промышленности 313
Кононов И. Д. Обоснование рационального способа хранения кормоуборочных комбайнов 316
Кононов И. Д. Особенности организации технического сервиса сельскохозяйственной техники 319
Копосова А. О., Перминова А. В. Нахождение пути, пройденного автомобилем, в зависимости от начальной его скорости 322
Копчикова Е. Е. Теплообменики с плоской поверхностью нагрева 324
Коржавина А. С. Технологии и технические средства для посадки картофеля 326
Коротаев Д. А. Применение цифровых технологий при внесении удобрений 330
Котомцева У. В. Современные требования по водоснабжению на животноводческих комплексах 333
Кочанов Д. А. Технологии и средства механизации для глубокого рыхления почвы 336
Клепцов Е. В. Предпосевная обработка почвы комбинированными агрегатами 340
Кудина А. В. Дробилки зерновых культур 343
Кудина А. В. Механизация птицеводческой фермы с разработкой производственной линии удаления помета 348
Кудина А. В. Технологии искусственного интеллекта и цифровая трансформация

техносферной безопасности 351
Кузнецов В. А. Методика оценки экономической эффективности внедрения АСКП на предприятиях городского общественного транспорта 354
Кузнецов Д. И. Виды средств пассивной защиты в строительной сфере 357
Куликов А. В., Вершинин Н. С. Исследование эффективности и экологичности тракторного дизеля Д-240 при работе на природном газе 360
Куликов А. В., Вишняков А. В. Перспективы использования биотоплива на основе рапсового масла в тракторных дизелях 363
Кульков Н. Д. Технологии доения молока на ферме крупного рогатого скота с привязным содержанием 367
Курдюков М. И. Автоматизация процесса технического обслуживания транспортных средств автотранспортного предприятия 370
Лаптев И. А., Давлятбеков Ю. Б. Влияние угла впрыска топлива на рабочие характеристики дизельного двигателя CRDI при использовании спирта дизельного топлива в равных объёмах 373
Лаптев И. А., Долгушин Е. В. Роль температурного режима биотоплива в фазе впрыска и процессе горения в дизельном двигателе 389
Лаптев И. А., Киракосян А. И. Оценка регулировочных показателей тракторного дизеля при применении многокомпонетного биотоплива 394
Лаптев И. А., Ржаницын П.Н. Анализ характеристик впрыска и рабочих параметров дизельного двигателя при использовании многокомпонентных биотопливных композиций 400
Логинов С. Н. Совершенствование плуга ПЛН-5-35 путём установки полосного корпуса на рабочую часть 407
Ложкин А. И. Определение рациональных сроков посева озимой ржи 410
Ложкин И. В. Безопасность труда в опасных производственных объектах 413
Лялин И. Л. Оптимизация конструкции четырехзвенного рычажного механизма 417
Макарова К. М. Волновое уравнение в математической физике: принципы вывода и область применения 422
Мамаев Н. А. Основные противопожарные мероприятия 425
Маренин И. А. Анализ факторов, определяющих эффективность эксплуатации МТА 428
Маренин И. А. Технологии контроля производственных процессов на предприятиях технического сервиса 431
Мартынов М. И. Этапы образования анодных пленок при микродуговом оксидировании алюминия 434
Мартюшев А. А. Обзор вопросов охраны труда для несовершеннолетних 438
Мартюшев А. А. Повышение эффективности послеуборочной обработки зерна за счет применения мобильных зерносушилок 441
Машьянова С. Р. Технологии и средства механизации для внесения твердых органических удобрений 445
Михеева Д. А. Технологии и средства механизации для поверхностной обработки почвы 451
Молчанов Д. А. Технологии и средства механизации для внесения жидких органических удобрений 454
Морозов Ф. Д. Технологии и средства механизации для протравливания семян 458
Мотошков Р. Ю. Правовое вопросы возмещения вреда вследствие поджога 462
Мочалова С. А., Давлятбеков Ю. Б. Повышение качества восстановления коленчатых валов двигателей автомобилей плазменно-порошковой наплавкой 465
Мочалова С. А., Нуъмонов Сардорбек У. У. Акустика в автомобилестроении 475
Мусихин К. А. Определение коэффициента полезного действия для экспериментальной смесительной установки 480

Мутных Е. С Дисковые овощерезки. Современное оборудование для переработки овощей 483
Мухамаднасими Ф. Ф. Технологии и средства механизации для междурядной обработки почвы 486
Назаров М. Д. Приготовление концентрированных кормов 489
Назаров М. Д. Технологические схемы приготовления кормов 494
Наймушин Д. А. Классификация биогазовых установок и актуальность их внедрения в Кировской области 498
Наймушин Д. А. Эффективность применения эффлюента в качестве органического удобрения при выращивании картофеля 502
Напольских К. А. Расчет реактивного крутящего момента в рулевом управлении автомобиля 506
Непранов Л. С. Анализ конструктивных особенностей загрузчиков сеялок на базе автомобильных самосвалов 510
Никитина А. Е. Электрическая мощь: роль электроэнергии в современных вооруженных силах 514
Новокшонова Е. А. Технологии и средства механизации для междурядной обработки овощных культур 519
Нуъмонов Сардорбек У. У. Анализ систем предупреждения столкновения и наезда автотранспортных средств 523
Нуъмонов Сардорбек У. У. Анализ технических устройств для контроля эксплуатационных параметров автотранспортных средств 532
Обласов Д. А. Бактерицидное воздействие и улучшение микробиологических показателей молока при использовании многоцелевого молочного насоса 537
Обласов Д. А. Совершенствование конструктивно-технологической схемы молочного насоса для расширения его функциональных возможностей 540
Овечкин А. К. Обзор конструкций рубительных машин для переработки отходов лесопиления 544
Огородников Д. Е. Влияние параметров искусственного освещения 548
Огородников Д. Е. Роботизация процессов сортировки и упаковки яиц на птицефабриках с применением систем машинного зрения 551
Огородников Д. Е. Совершенствование микроклимата в замкнутых животноводческих комплексах на основе энергоэффективных систем вентиляции с рекуперацией тепла и искусственного интеллекта 554
Окорочков М. А. Исследование транспортных потоков на примере автомобильной дороги межмуниципального значения 33 ОП РЗ 33Р-017 южный обход г. Кирова 557
Окуловский Д. В. Влияние формы рабочих органов на процесс измельчения в молотковых дробилках 559
Окуловский Д. В. Машины для измельчения хвойной лапки 564
Окуловский Д. В. Технические средства, применяемые для раздачи кормов на ферме крупного рогатого скота 569
Окуловский Д. В. Технический обзор роботов – кормораздатчиков 573
Оплеснина Н. И. Обзор систем мониторинга сельскохозяйственной техники 577
Оплеснина Н. И. Основные направления повышения эффективности использования автомобильного транспорта в сельском хозяйстве 580
Остапюк В. П. Основные виды аварийно-спасательных автомобилей 583
Осташкина А.А. Применение формулы эйлера–маклорена для вычисления сумм и ее связь с интегрированием 585
Перминова В. Д. Технологии и средства механизации для опрыскивания посевов 589
Перфилов С. А. Совершенствование технологического процесса приготовления жидких кормов 593

Пестова М. В. Технологии и средства механизации для послеуборочной обработки картофеля 598
Пестриков К. А. Совершенствование установки для обработки навоза 601
Пивоваров В. Р. Мониторинг транспортных потоков улично-дорожной сети городов посредством спутникового наблюдения 604
Платова А. Э. Холодильные машины 607
Платунов Д. Д. История возникновения, понятие и применение производной 611
Платунов Д. Д. Определение пути пройденного кораблем с учетом переменных сил сопротивлению движению 613
Поглазов А. А. Совершенствование процесса утилизации навоза 616
Подковырина Т. В. Технологии и средства механизации для возделывания и уборки льна-долгунца 619
Поздеев Н. А. Общие сведения о вентиляции животноводческих помещений крупного рогатого скота 623
Пономарев И. Н. Мониторинг технического состояния улично-дорожной сети с помощью беспилотных летательных аппаратов 628
Попов С. А. Применение цифровых технологий в складской логистике 631
Потапова О. А. Технологии и средства механизации для аэрозольной обработки сельскохозяйственных культур 634
Протасов Д. А. Роль человеческого фактора в возникновении аварий: психологические аспекты безопасности 638
Протасов Д. А. Современные технологии в приготовлении кормов в сельском хозяйстве 641
Протасов Д. А. Способы заземления нейтрали в электрических сетях до 1000 В 646
Протасов Д. А. Сравнительный обзор освещения свинарника лампами накаливания и люминесцентными лампами 649
Пувкоев Т. А. Комплекс мер поддержки работников занятых в опасных и вредных условиях труда 654
Решетников Н. М. Насосное оборудование для водоснабжения ферм 657
Решетников Н. М. Обзор технических средств безопасности при работе на высоте 661
Решетников Н. М. Технологический прорыв в животноводстве: от микроклимата до умной фермы 664
Русских Е. Е. Прием и постановка пожарных автомобилей на боевое дежурство 669
Самылов В. С. Повышение эффективности использования средств механизации при возделывании ярового рапса 671
Селютин Р. Р. Современные российские разработки в области металломатричных композитов для деталей машин 676
Семенов В. М. Разработка средств индивидуальной защиты для бизнеса 679
Семенов В. М. Переработка навоза и помета: современные технологии и экологические аспекты 683
Семенов В.М. Повышение эффективности послеуборочной обработки зерна за счет применения сепараторов 687
Семенов В. М. Современные роботизированные системы доения: эффективность, биокомфорт и экономическая целесообразность 691
Семенов В. М. Современные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции 694
Семенов С. Г. Проектирование технологических процессов ремонта и восстановления деталей 698
Семенов С. Г. Ржаницын П.Н. Пути снижения потерь на трение в кривошипно-шатунном механизме поршневых ДВС 704
Семёновых А. А. Промышленная безопасность на опасных производственных

объектах 710
Семушин С. А. Повышение эксплуатационных свойств плуга ПЛН-8-40 путём установки гидропневматического предохранителя 714
Скурихин А. Ю. Влияние светодиодного освещения с регулируемым спектром (фотопериодизм) на продуктивность ремонтного молодняка птицы яичного направления 718
Скурихин А. Ю. Испытания роботизированной установки для пожаротушения 722
Скурихин А. Ю. Повышение эффективности работы МТА при транспортировании зерна 725
Скурихин А. Ю. Эффективность применения роботизированных доильных систем: сравнительный анализ классических и автоматических линий на фермах РФ 729
Смердов М. В. Роботизированные системы уборки навоза на ферме крупного рогато скота 732
Смехов К. Д. Компрессионные холодильные машины 735
Смирнов В. Н. Методы проведения инструктажей по технике безопасности 739
Смирнов В. Н. Повышение эффективности применения МТА на транспортных работах 742
Смирнов О. Е. Пути совершенствования организации обслуживания сельскохозяйственной техники с применением информационных технологий 746
Сморкалова У. И. Измельчение и измельчающие машины 749
Смышляев В. В. Недостатки разомкнутых пневмосистем зерноочистительных машин: анализ конструктивных и технологических ограничений 754
Солодянкина М. В. Пределы, их возникновение и применение 758
Солодянкина М. В. Условие необходимое для равномерного движения катка по горизонтальной поверхности 761
Стрелков Г. П. Обзор дробилок для измельчения зерновых культур 764
Стрелков Г. П. Обзор рубительных машин: классификация, принцип работы и области применения 768
Суслов А. Д. Влияние профиля лопасти молочного центробежного насоса на величину напора 771
Сысин В. М. Выпариватели 775
Сюзев Д. В. Особенности трудового регулирования вопросов охраны труда женщин 778
Сюзев Д. М. Внедрение роботизированных систем на опасных производствах: преимущества и потенциальные угрозы 781
Татьянкина К. Ю. Основные меры по предупреждению производственного травматизма 784
Татьянкина К. Ю. Современные технологии обеспечения радиационной и химической безопасности 789
Тиунов А. Г. Исследование процессов сгорания дизеля 4чн 11,0/12,5 на различных углах опережения врпыскивания топлива при работе на природном газе 791
Тиунов А. Г. Особенности формирования ионного потенциала при микродуговом оксидировании поршневых сплавов 796
Токарев И. А. совершенствование агрегата РВК-5,4 путём регулирования давления на почву кольчато-шпорового катка 800
Топорова А. С. Моделирование в среде MatLab 804
Трушков Д. В. Анализ технологических линий двухстадийного измельчения грубых кормов 809
Трушков Д. В. Воздействие климатических изменений на техногенную безопасность 812

Трушков Д. В. Светодиодные лампы 815
Унжаков Д. С. Основнвые обязанности работодателя по соблюдению требований охраны труда 818
Устинов Г. А. Анализ мобильных систем кормления на молочных фермах 823
Устинов Г. А. Вопросы экологической безопасности производства в контексте использования биоразлагаемых материалов 826
Устинов Г. А. Ответственность работодателя по соблюдению требований безопасности 829
Фахретдинов Б. А. Итенсификация процесса резания металлов путем предварительного пластического деформирования 832
Федорович К. Е. Анализ распределения размеров частиц измельчённого грубого корма при работе измельчителя с вертикальным ротором 836
Федорович К. Е. Обзор конструкций и анализ кормораздающих устройств для крупного рогатого скота 840
Холстинин Д. С. Совершенствование процесса приготовления жидких кормов для молодняка крупного рогатого скота 844
Цепелев Н. С. Тенденции применения альтернативных видов топлива в АПК 847
Цепелев Н. С. Экономическая и экологическая целесообразность перевода тракторно-комбайнового парка россии на газомоторное и биотопливо к 2030–2035 гг. 851
Чекалкин И. С. Результаты экспериментальных исследований параметров в смесительной установке 856
Чернодаров А. Д. Комплексное улучшение эксплуатационных показателей трактора «Агромаш 30ТК» 859
Чернодаров А. Д. Улучшение микроклимата животноводческих ферм при использований мобильных раздатчиков кормов 863
Чернявский Б. М. Анализ системы отвода выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания 867
Чернявский Б. М. Ржаницын П.Н. Проектирование технологического процесса капитального ремонта двигателя 874
Черняев Е. В. Механизация уборки навоза в стойловых помещениях: скреперные системы и гидросмыв 885
Черняев Е. В. Новые материалы для поршней тепловых двигателей 888
Черняев Е. В. Повышение эффективности работы мта при транспортировании картофеля 893
Черняев Е. В. Процессы формирования тонких оксидных пленок на поршневых сплавах при микродуговом оксидировании 897
Черняев Е. В. Современные методы приготовления жидких кормов в молочном животноводстве 902
Черняев Е. В. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты 906
Чулков С. А., Ржаницын П.Н. Исследование совместного влияния подачи МЭРЖМ и метанола на эксплуатационные показатели дизеля 909
Шукюрова А. Э. Анализ конструкции и расчет параметров автоматического кернера 914
Шумилов С. В. Механизация процесса водоснабжения племенной фермы крупного рогатого скота 918
Шумилов С. В. Проблемы техносферной безопасности в условиях роста городов-мегаполисов 922
Шуткин В. С. Определение параметров дозирования 925
Яковлев А. А. Кибербезопасность полевых систем энергоснабжения: уязвимости микропроцессорных контроллеров и архитектура защиты в условиях современного информационного противоборства 928

Научное издание

ЗНАНИЯ МОЛОДЫХ – БУДУЩЕЕ РОССИИ

Сборник статей
XXIV Международной студенческой
научной конференции

Часть 3. Технические науки

Ответственный редактор О. П. Лопатин

Технические корректоры Н. Г. Тарасова, М. В. Молоствова

610017, г. Киров, Октябрьский проспект, 133.
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
Тел. 54-86-88, факс. (8332) 548633,
E-mail - info@vgatu.ru
Официальный сайт - vgatu.ru

Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.
Все права на размножение и распространение материалов
XXIV Международной студенческой
научной конференции
«ЗНАНИЯ МОЛОДЫХ – БУДУЩЕЕ РОССИИ»
в любом формате остаются за ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ.

Сборник составлен с оригинал-макетов, предоставленных авторами.
Ответственность за содержание материалов возлагается на авторов.