

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ
И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Факультет механизации сельского хозяйства



***АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА***

**Материалы
международной научной конференции
студентов и магистрантов**

Горки, 27–28 марта 2025 г.

**Горки
Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия
2025**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ
И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Факультет механизации сельского хозяйства

***АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА***

Материалы
международной научной конференции
студентов и магистрантов

(Горки, 27–28 марта 2025 г.)

Горки
Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия
2025

УДК 631.171(063)

ББК 40.7я73

А 43

Редакционная коллегия:

В. В. Гусаров, кандидат технических наук, доцент (главный редактор),

В. А. Левчук, кандидат технических наук, доцент (отв. секретарь),

А. Н. Карташевич, доктор технических наук, профессор,

В. С. Астахов, доктор технических наук, профессор,

О. В. Гордеенко, кандидат технических наук, доцент,

В. И. Коцуба, кандидат технических наук, доцент,

К. Л. Пузевич, кандидат технических наук, доцент,

М. В. Цайц, кандидат технических наук

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *В. С. Астахов*;

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. Н. Босак*

А 43

Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства: материалы международной научной конференции студентов и магистрантов / редкол.: В. В. Гусаров (гл. редактор) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2025. – 227 с.

Приведены материалы международной научной конференции студентов и магистрантов по актуальным вопросам механизации сельскохозяйственного производства.

Для студентов всех специальностей, практических работников, преподавателей.

УДК 631.171(063)

ББК 40.7я73

© Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия, 2025

Секция. Безопасность жизнедеятельности
в сельскохозяйственном производстве

УДК 331.45

БАРАШ В. П.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА**

Научный руководитель – СЕРГЕЕВА И. И., канд. с.-х. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Техносферная безопасность является составной частью безопасности жизнедеятельности, которая, в свою очередь охватывает целый спектр направлений: экологическую, продовольственную, экономическую, энергетическую безопасность и т. д. [1, 2, 5, 7, 8, 12].

Основная часть. В современных условиях техносферная безопасность состоит из нескольких направлений, каждое из которых способствует снижению травматизма и профессиональных заболеваний, учитывая особую специфику различных производств [9–11, 13–15].

В первую очередь это касается строгого соблюдения норм и правил при выполнении отдельных видов работ, применение инновационных технологий, использование современной техники, приспособлений и оборудования и т. д. Немаловажную роль в обеспечении техносферной безопасности играет качественная подготовка специалистов по вопросам охраны труда и безопасности жизнедеятельности [6].

В свою очередь, качественная подготовка специалистов в области охраны труда и безопасности жизнедеятельности невозможна без соответствующего учебно-методического обеспечения, в т. ч. соответствующих учебных и учебно-методических пособий [3].

Обеспечению соблюдения требований охраны труда и безопасности жизнедеятельности, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний в различных отраслях во многом способствует также своевременная разработка соответствующих нормативных правовых актов [4].

Заключение. Обеспечение техносферной безопасности в различных отраслях экономики Республики Беларусь относится к приоритетным мерам, что, в свою очередь, способствует предотвращению травматизма и профессиональных заболеваний на производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бараш, В. П. Асаблівасці і перспектывы развіцця альтэрнатыўнай энергетыкі / В. П. Бараш, В. М. Босак, Н. У. Улаховіч // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2025.
2. Босак, В. М. Асаблівасці назапашвання радыенуклідаў у лясных экасістэмах / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2024. – С. 60–62.
3. Босак, В. Н. Новые издания по безопасности жизнедеятельности для высшей школы Беларуси, Казахстана и России / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2025. – № 3.
4. Босак, В. Н. Новые правила по охране труда и пожарной безопасности в АПК Республики Беларусь / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. В. Цайц // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 2. – С. 2–6.
5. Босак, В. Н. Обеспечение техносферной безопасности в сельском хозяйстве / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль // Проблемы продовольственной безопасности. – Горки: БГСХА, 2023. – Ч. 2. – С. 146–148.
6. Босак, В. Н. Система подготовки специалистов по охране труда для сельского хозяйства Республики Беларусь / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2022. – № 1 (30). – С. 2–4.
7. Глёкова, Н. В. Обеспечение радиационной безопасности при аварии на АЭС / Н. В. Глёкова, Т. В. Сачивко // Научный поиск молодежи XXI века. – Горки, 2019. – С. 76–79.
8. Домненкова, А. В. Состояние и перспективы развития альтернативной энергетики в Беларуси / А. В. Домненкова, В. Н. Босак, И. И. Сергеева // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 33–35.
9. Забеспячэнне аховы працы ў лясной гаспадарцы / В. М. Босак, А. У. Дамнянкова, І. Ц. Ярмак, С. У. Кісялёў // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2025. – С. 65–69.
10. Кондраль, А. Е. Производственный контроль охраны труда на предприятиях АПК / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак, М. В. Цайц // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 47–51.
11. Мазуренко, С. С. Охрана труда на железнодорожных станциях / С. С. Мазуренко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 140–141.
12. Сачыўка, Т. У. Роля вострасмакавых і эфірна-алеіных культур у забеспячэнні харчовай бяспекі / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак, І. І. Сяргеева // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 82–84.
13. Трансформация радиоизотопа плутония-241 в альфа-излучающий америций-241 и его опасность для людей, проживающих на территориях радиоактивного загрязнения / И. Т. Ермак, А. В. Домненкова, Д. М. Кузьменков [и др.] // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2025. – С. 415–418.
14. Шинкевич, К. С. Охрана труда в индустрии косметики / К. С. Шинкевич, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 240–241.
15. Radiation risks for tourists in the belarusian exclusion zone / I. T. Yermak, A. V. Domnenkova, V. N. Shtepa, V. N. Bosak // Система управления экологической безопасностью. – Екатеринбург: УрФУ, 2025. – С. 349–353.

БОСАК Д. Ю.

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТА В АПК**

Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., зав. кафедрой, канд. техн. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Приоритетное развитие автотранспорта по сравнению с тракторным можно объяснить значительным средним радиусом перевозок грузов (24 км), а также более низкой себестоимостью автоперевозок в хороших дорожных условиях [4, 5].

Особую трудность создают грузы, связанные с вывозом урожая (пиковые грузы).

Потребность в универсальных автомобилях приходится считать на напряженный период. С учетом специализации сельскохозяйственного производства «пиковыми» грузами являются: зеленые корма, свекла, зерно.

В уборочный период тракторный транспорт выполняет 35,6 % среднего годового объема перевозок, что существенно снижает потребность в автомобилях.

Существующие транспортно-технологические средства не в полной мере удовлетворяют требованиям сельского хозяйства по дальнейшему росту производительности труда, устранению вредного воздействия движителей на почву и снижению расхода топлива при перевозке грузов [1–3, 6, 7].

Автомобили сельхозназначения должны иметь механизм автоматического открывания и закрывания бортов из кабины, что облегчает труд водителя, сокращает время простоя при разгрузке.

Проблема дефицита автотранспорта в АПК влияет на рост производительности и снижения потерь урожая при уборке.

Цель работы. Анализ требований, предъявляемых к транспортным средствам по перевозке сельскохозяйственных грузов с целью формулирования требований к системам автоматического открытия бортов кузова грузового автомобиля.

Материалы и методика исследований. Априорная информация, ГОСТ Р 50574-93 «Автомобили грузовые. Общие технические требо-

вания», ГОСТ Р 51158-98 «Автомобили. Требования безопасности», ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».

Результаты исследования и их обсуждение. Выпускаемые отечественной промышленностью бортовые грузовые автомобили не всегда приспособлены к специфическим условиям эксплуатации, особенно на сельскохозяйственных работах [1, 2, 6]. По результатам исследований [4], одним из требований к автомобилям сельскохозяйственного назначения является наличие механизма автоматического открывания и закрывания бортов из кабины, облегчающего труд водителя и сокращающего время простоя при разгрузке, а также обеспечивающего безопасность эксплуатации автомобиля.

В настоящее время открывание и закрывание бортов транспортных средств, производится с использованием ручного труда. С целью разработки (проектирования) системы автоматического открытия бортов сформулируем основные требования к системам автоматического открытия бортов автомобилей, основываясь на нормативных документах стран СНГ:

Основные требования:

- система должна обеспечивать безопасное и надежное открытие/закрытие бортов, должна быть предусмотрена механическая блокировка в открытом и закрытом положениях. Система должна быть защищена от самопроизвольного срабатывания и иметь систему экстренного открытия бортов.

С точки зрения безопасности система должна быть оборудована датчиками контроля положения бортов. Необходимо предусмотреть систему предотвращения защемления груза, а также наличие индикаторов состояния системы. Для перевозки отдельных грузов необходимо предусмотреть систему предотвращения падения груза при открытии бортов [8].

С технической точки зрения автоматическая система должна быть устойчива к вибрациям и ударам, защищена от воздействия пыли и влаги. Электрические компоненты должны соответствовать требованиям безопасности. Должна быть предусмотрена система диагностики неисправностей.

Эксплуатационные требования:

- система должна быть легко обслуживаемой;
- должна быть предусмотрена система смазки движущихся частей;
- должна быть возможность ручного управления в случае отказа автоматики;

– должна быть предусмотрена система предотвращения перегрузки приводов.

В качестве специального требования для сельскохозяйственных перевозок следует предусмотреть дополнительную защиту от воздействия пыли и грязи, усиленные конструктивные элементы, систему предотвращения падения животных при разгрузке, дополнительные системы крепления груза.

Важно отметить, что все системы автоматического открытия бортов должны проходить сертификацию и соответствовать требованиям технического регламента Таможенного союза (ТР ТС) 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».

При проектировании и эксплуатации таких систем необходимо учитывать специфику перевозимого груза, условия эксплуатации и требования безопасности на дорогах общего пользования.

Заключение. Рассмотрены технические, эксплуатационные и требования безопасности, предъявляемые к системам автоматического открытия бортов грузовых транспортных средств, используемых для перевозки сельскохозяйственных грузов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, Н. А. Невестенко [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
2. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
3. Дадаева, К. Т. Состояние эксплуатации техники в аграрном производстве и повышение эффективности эксплуатации тракторов / К. Т. Дадаева // Интернаука. – 2021. – № 19-2 (195). – С. 73–77.
4. Измайлов, А. Ю. Прогноз транспортного обеспечения сельскохозяйственного производства / А. Ю. Измайлов, Н. Е. Евтюшенков // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 1. – С. 16–20.
5. Мизанбеков, И. Т. Эффективное использование транспортных машин / И. Т. Мизанбеков, С. Б. Бекбосынов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 179–184.
6. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
7. Петровец, В. Р. Производственные технологии и техническое обеспечение процессов в сельскохозяйственном производстве / В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2022. – 240 с.
8. Турсунов, Х. Важность обеспечения безопасности наземных транспортных средств / Х. Турсунов, М. А. Алибаев // Life Sciences and Agriculture. – 2020. – № 3-2 (7). – С. 33–36.

ЖУК Д. А., МАЦКЕВИЧ В. Д.

ТЕХНОЛОГИИ В ПОЖАРОТУШЕНИИ

Научный руководитель – СЕРГЕЕВА И. И., канд. с.-х. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В последние годы довольно большое количество публикаций посвящено роботизированной, «умной» технике, позволяющей экономить время, силы человека, а также в несколько раз повысить эффективность тушения пожара. Какие же технологии используются в тушении пожаров в настоящее время?

Цель работы. Проанализировать достижения науки и техники в области пожаротушения, выявить тенденции развития.

Материалы и методика исследований. Априорная информация, публикации авторов по данной тематике.

Основная часть. Роботизированная техника имеет множество неоспоримых плюсов в области пожаротушения, так как она не только позволяет ликвидировать возгорание, но и обеспечить безопасность самих пожарных. Случаи летальных исходов среди сотрудников МЧС при исполнении своего долга, к сожалению, не так редки. Это очевидно, так как работа пожарного напрямую связана с риском для жизни. В тяжелых случаях, в том числе, при угрозе взрыва или радиоактивной атаки на помощь придут именно пожарные роботы [2].

Разработки и внедрение новых технологий в тушение пожаров МЧС начала активно вести в конце 90-х начале 2000 годов. Основные тенденции пошли на создание роботизированных комплексов. Первым был создан РТК – это мобильный роботехнический комплекс. С его помощью пожарные ликвидировали пожар, используя для этого пену. За подачу вещества отвечал оператор, находясь на расстоянии.

Немного позднее ученые взялись за совершенствование РТК. В начале 2000 годов появились модели, которые могли тушить пожар не только на земле, но и в воздухе и даже под водой. Подобные роботы наделены массой возможностей и функций, например [1]:

- своевременная эвакуация людей;
- мониторинг и оценка пожарной обстановки;
- контроль ситуации 7 дней в неделю круглосуточно;
- устранение возгорания;
- пролив конструкции после тушения пожара.

На сегодняшний день созданы подводные, беспилотные, воздушные, дистанционно управляемые роботы для тушения пожара. Современные комплексы обладают также возможностью контроля расхода огнетушащего вещества. В качестве последнего может использоваться вода, порошок, водопенный раствор и т.д. Одним из основных преимуществ робота является точность обнаружения возгорания за короткий промежуток времени. Подобный робот работает по принципу инфракрасной чувствительности, улавливая подобным образом тепловое излучение даже при возгорании. Как правило, с этим роботом непосредственно связан оператор, который может задавать настройки по своему усмотрению, управляя техникой при этом на расстоянии [1, 2].

Мобильность и большой объем территории – это важные критерии, которым в обязательном порядке должны соответствовать продукты современных технологий. В частности, этим требованиям отвечают установки автоматического пожаротушения. Эффективность этих установок варьируется в зависимости от модификаций, в том числе от мощности подачи струи. Подобные установки могут использоваться на больших площадях пожара в целях локализации, а также незамедлительной ликвидации огня. Они характеризуются сравнительно небольшим весом, удобны в использовании, но имеют небольшой срок службы (до 10 лет) [3].

У подразделений по борьбе с ЧС большой популярностью пользуются новые модификации пожарных авто, т.к. хорошо показали себя на практике. Хорошим решением является АПП-авто первой помощи, т.е. передвижной комплекс пожаротушения. Запас огнетушащего вещества для подобного авто может достигать до 450 литров. Могут применяться в тушении пожаров различного происхождения. Огнетушащее вещество может подаваться струей на расстоянии до 35 метров.

Более мощной современной технологией является АЦ – автоцистерна. Машина применяется в целях устранения огня. Автомобиль характеризуется большой вместительностью: бак машины заполняется примерно на 5–6 тонн воды.

Пиростикеры – новейшее самосрабатывающееся средство тушения огня, позволяющее нейтрализовать локальное возгорание на его начальной стадии. Основное назначение пиростикера заключается в том, чтобы предотвратить распространение огня от локальных очагов возгорания. Используется это средство для предотвращения возникновения пожара в электрических розетках, распределительных щитах, электрических шкафах, сейфах и др. Если обобщить сферу применения

плоских огнетушителей, то они устанавливаются там, где возможно короткое замыкание, перегрев или возникновение искр.

Пластины имеют клеящий слой, защищенный пленкой. Перед установкой пленка удаляется, а сам пиростикер прочно фиксируется к поверхности электрооборудования по центру или в его верхней части (активным слоем вниз). После сцепления с поверхностью устройство готово к работе. Рекомендуется для применения на всех объектах, где есть риск самопроизвольного возникновения очагов пожара.

Современные беспилотные авиационные системы (БАС) стали незаменимым инструментом в борьбе с пожарами. БАС применяются на всех этапах ликвидации возгораний: от обнаружения очагов до доставки огнетушащих веществ. Тепловизоры, установленные на БАС «Гео-скан 801» (Россия), позволяют обнаруживать очаги пожара даже в условиях задымления или ночью. В процессе ликвидации лесных пожаров дроны патрулируют территории, определяя границы огня и безопасные маршруты для наземных подразделений пожарной охраны.

БАС, такие как JC19 (Китай), доставляют огнетушащие «бомбы», пробивающие стекла в высотных зданиях, а также для тушения лесных пожаров. Программное обеспечение DJI FlightHub 2 позволяет управлять несколькими дронами, распределяя зоны поиска и синхронизируя действия спасателей.

В последнее время для тушения огня применяют новые разработки – полимерные адгезионные добавки. Это дает возможность воздушным машинам захватывать площадь вдвое больше чем при тушении с водой. Вещество, попав на горящую поверхность, образует пленку, закрывая доступ кислорода. Исключает тление и новое возгорание.

Заключение. Современные технологии постоянно двигаются вперед, и такая сфера, как защита от пожаров также пополняется новой специализированной техникой, которая помогает снизить травматизм и сохранить жизнь человеку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессарабов, Д. Н. Современные технологии в охране труда / Д. Н. Бессарабов, В. В. Пузевич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 24–28.
2. Искусственный интеллект и цифровизация в сфере охраны труда / П. П. Кляуззе, А. М. Андреев // Охрана труда. Технологии безопасности – 2025. – № 3. – С. 72–79.
3. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак, А. С. Алексеев, А. Е. Кондраль [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.

КОЗЛОВ Р. П.

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА К ОСМОТРОВЫМ КАНАВАМ МАСТЕРСКИХ АПК

Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., зав. кафедрой, канд. техн. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Как и любой другой процесс, функция технического обслуживания и ремонта должна постоянно совершенствоваться. Цели очевидны: минимизировать затраты на техническое обслуживание и ремонт, максимально повысить коэффициент готовности оборудования и его показатели работы. Для обеспечения доступа к агрегатам, узлам и деталям, расположенным снизу подвижного состава, в процессе выполнения работ технического обслуживания и текущего ремонта преимущественно должны использоваться напольные механизированные устройства (гидравлические и электрические подъемники, передвижные стойки, опрокидыватели и т.п.). В отдельных случаях в соответствии с требованиями технологического процесса допускается устройство осмотровых канав [1]. Проектирование новых осмотровых канав должно учитывать требования безопасности.

Цель работы. Изучить действующее законодательство Республики Беларусь и систему норм безопасности определяющие требования к осмотровым канавам.

Материалы и методика исследований. В статье анализируются требования СТБ 960-2011 «Техническое обслуживание и ремонт транспортных средств. Общие требования безопасности», ТКП 45-3.02-241-2011 (02250) «Станции технического обслуживания транспортных средств строительные нормы проектирования», Санитарные правила и нормы СанПиН РБ 9-95 РБ 98 «Санитарные правила и нормы по устройству и содержанию производственных баз на объектах сельского хозяйства», «Правила по охране труда при эксплуатации автомобильного и городского электрического транспорта», утвержденных постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 06.12.2022 № 78/104.

Результаты исследования и их обсуждение. Для входа в осмотровые канавы следует предусматривать лестницы шириной не менее 0,7 м в количестве [2]:

- для тупиковых осмотровых канав, объединенных траншеями, – не менее одной лестницы на три осмотровые канавы;

- для индивидуальных проездных осмотровых канав, объединенных тоннелями, – не менее одной лестницы на четыре осмотровые канавы;

- для проездных осмотровых канав поточных линий – не менее двух лестниц на каждые поточные линии, расположенные с противоположных сторон (расстояние до ближайшего выхода должно быть не более 25 м);

- для тупиковых осмотровых канав, не объединенных траншеями, – по одной лестнице на каждую осмотровую канаву.

Входы в осмотровые канавы не следует размещать под автомобилями и на путях движения и маневрирования ТС (за исключением постов для специальной обработки ТС); входы должны иметь огражденные перилами на высоте 0,9 м [2].

Помещения для ТО, ремонта и хранения ТС должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Кратность воздухообмена должна обеспечивать содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны в пределах ПДК [3].

Для обеспечения подъема ТС на осмотровых канавах следует предусматривать передвижные или стационарные канавные подъемники.

Осмотровые канавы должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией [4].

Длина тупиковой канавы зависит от размера ремонтируемого ТС, которое должно полностью устанавливаться на канаву, не закрывая входную лестницу и запасной выход [3].

Стены канав, прямков, траншей или тоннелей должны быть облицованы керамической плиткой светлых тонов [4].

Осмотровые канавы и эстакады, за исключением канав, оборудованных ленточными конвейерами, должны иметь направляющие реборды по всей длине или другие устройства, предотвращающие падение ТС в канаву или с эстакады во время его передвижения [3].

На тупиковых осмотровых канавах следует предусматривать устройство упоров для колес ТС [4].

Осмотровые каналы должны иметь ниши для размещения электрических светильников и розетки для включения переносных ламп напряжением 12 В [4].

Пол осмотровой канавы, в которой производится работа с помощью передвижного грузоподъемного механизма, освобождается от посторонних предметов, деталей и поддерживается в чистоте [2].

Помещения и осмотровые каналы, траншеи и тоннели должны содержаться в чистоте, не загромождаться деталями и различными предметами. На полу канавы должны устанавливаться прочные деревянные решетки, не препятствующие использованию технологического оборудования [3].

Для работы спереди и сзади ТС и для перехода через осмотровую канаву необходимо пользоваться переходными мостиками шириной не менее 0,8 м, а для спуска в осмотровую канаву и подъема из нее – специальными лестницами. Количество переходных мостиков должно быть равным количеству мест, устанавливаемых на осмотровой канаве ТС, минус один. Неэксплуатируемые более одной рабочей смены осмотровые каналы, траншеи или их части должны перекрываться прочными щитами, переходными мостиками [3].

Освещение осмотровых канав следует предусматривать светильниками с люминесцентными лампами со степенью защиты не ниже IP5X по СТБ ИЕС 60598-1 и по ГОСТ 14254. Светильники, установленные в ниши осмотровых канав, должны быть защищены от механических повреждений [4].

При выполнении работ по ТО и Р транспортных средств работающим не допускается [2]:

- находиться в осмотровой канаве, под эстакадой при перемещении по ним транспортных средств;
- перепрыгивать через открытую осмотровую канаву или переходить через нее при отсутствии переходного мостика;
- проводить работы по ТО и Р транспортного средства, стоящего на осмотровой канаве, при отсутствии переходных мостиков;
- садиться на край осмотровой канавы вблизи стоящего транспортного средства;
- при работе в осмотровой канаве класть на край осмотровой канавы или головку рельсов инструмент или материалы;
- снимать защитную каску при работе в осмотровой канаве.

Передвижение ТС на осмотровых канавах или в ремонтных мастерских проводится под руководством руководителя работ, который обя-

зан лично убедиться в отсутствии работающих в осмотровых канавах, на крыше трамваев (троллейбусов), лестнице, подножках и других выступающих частях транспортных средств [2].

Передвижение и постановка на осмотровую канаву неисправного трамвая (троллейбуса) разрешается его буксировкой другим транспортным средством на жесткой сцепке [2].

Передвижение и постановка на осмотровую канаву неисправного ТС разрешаются его буксировкой на жесткой сцепке машиной технической помощи в соответствии с руководством по эксплуатации буксируемого ТС и с инструкцией по производству маневровых работ организации [3].

Заключение. В результате анализа нормативных правовых актов установлены требования по охране труда для осмотровых канав. В случаях, если нет требований по охране труда в соответствующих нормативных актах, вступает в действие требование статьи 4 «Требования по охране труда» Закона Республики Беларусь «Об охране труда» и статьи 55 «Обязанности нанимателей при организации труда работников» ТК Республики Беларусь, требующие от работодателей (нанимателей) при отсутствии в нормативных правовых актах, в том числе технических нормативных правовых актах, требований по охране труда принимать необходимые меры, обеспечивающие сохранение жизни, здоровья и работоспособности работающих в процессе трудовой деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
2. Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации автомобильного и городского электрического транспорта: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 6 дек. 2022 г. № 78/104 // ЭТАЛОН: информационно-поисковая система. – Дата обращения: 03.03.2025.
3. Техническое обслуживание и ремонт транспортных средств. Общие требования безопасности = Технічне абслугоўванне і рамонт транспартных сродкаў. Агульныя патрабаванні бяспекі: СТБ 960-2011 взамен СТБ 960-94; введ. 28.03.2011. – Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 30 с.
4. Станции технического обслуживания транспортных средств. Гаражы-стоянкі аўтамабіляў = Станцыі тэхнічнага абслугоўвання транспартных сродкаў. Гаражы-станкі аўтамабіляў: СН 3.02.03-2019 взамен ТКП 45-3.02-25-2006 (02250) и ТКП 45-3.02-241-2011 (02250); введ. 02.04.2023. – Минск: РУП «СТРОЙТЕХНОРМ», 2023. – 40 с.

ЛЮБЧЕНКО А. П.

КИБЕРПРЕСТУПНОСТЬ В БЕЛАРУСИ:

ПОНЯТИЕ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Научный руководитель – ИОНАС Е. Л., канд. с.-х. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Мошенничество – умышленное противоправное безвозмездное завладение чужим имуществом с корыстной целью путем обмана либо злоупотреблением доверием. Его отличительной особенностью является то, что мошенник завладевает имуществом потерпевшего, используя заблуждение лица, которое его передает.

Объектом мошенничества является сложившийся в обществе и охраняемый государством порядок, закрепляющий неприкосновенность собственности. В качестве предмета мошенничества выступают: имущество либо право на имущество (вещи, деньги и документы, которые дают право на получение материальных ценностей или услуг, именные ценные бумаги, имущественные права, исключительные права на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации участников гражданского оборота, товаров, работ или услуг).

Обман как способ введения в заблуждение состоит в умышленном сообщении не соответствующих действительности сведений, умалчивании об их наличии и т.п., однако не может охватывать личные оценки («самый лучший автомобиль, поэтому очень дорого стоит»).

Злоупотребление доверием при мошенничестве состоит в использовании заблуждения потерпевшего относительно намерений дальнейшего поведения виновного при передаче ему имущества либо права на имущество и не связано с каким-либо искажением фактических обстоятельств. В юридической литературе отмечается, что доверие может быть основано на предшествующих совершению хищения личных взаимоотношениях между виновным и потерпевшим, в силу служебного положения, родственные отношения и т. д.

Для отграничения мошенничества от иных составов преступлений, необходимо учитывать, что именно заблуждение лица в силу обмана или злоупотребления доверием является способом мошенника для изъятия и обращения имущества в свою пользу. До того момента, пока

мошенник не получит реальную возможность распоряжаться похищенным имуществом, потерпевший не препятствует осуществлению преступного умысла в силу заблуждения, а не из-за своей невнимательности, нерешительности и т.д. [1–4].

Результаты исследования и их обсуждение. По оценке аналитиков, наибольшую угрозу для клиентов белорусских банков в 2024 году представляют киберугрозы, связанные с телефонным мошенничеством (вишингом) с использованием социальной инженерии. Например, клиентам финансовых организаций поступают звонки из якобы «банковских учреждений», «правоохранительных органов», а также голосовые вызовы или сообщения от якобы их руководителей с поддельного аккаунта.

Также актуально мошенничество в сфере услуг, например, под видом аренды жилья, с использованием вредоносных программ, фишинговых ресурсов, а также попытки компрометации учетных записей пользователей в системе дистанционного банковского обслуживания.

Основным вектором атаки для распространения «вредоносных» остаются сообщения в мессенджерах и установка приложений из неофициальных источников. Поддельные программы могут прикрываться различными сферами: чаще используются приложения мобильных операторов, сервисы для оплаты коммунальных услуг, VPN и сервисы знакомств.

Мошенничества – это латентные и сложные преступления, которые не раскрываются к контрольному сроку. За 2023 г. правоохранители раскрыли всего лишь чуть более 16% мошенничеств.

Что касается разновидностей таких преступлений, то, в 2022 г. для Беларуси был характерен такой вид мошенничества как «Алло, мама!». На телефоны родителей, бабушек и дедушек поступали звонки, якобы от родственников, в которых сообщалось, что они попали в ДТП или совершили преступление, и срочно нужны деньги, чтобы избежать ответственности. Средства нужно было перевести на специальный счет или передать курьеру, который работал на мошенников. Общими усилиями эта тенденция была снижена. В начале 2024 г. таких преступлений зарегистрировано чуть более 80.

Для 2023 года характерны мошенничества, связанные с куплей-продажей на торговых площадках и в социальных сетях. Бедствие 2023 г. – Instagram. Здесь проблема довольно серьезная. Она началась со времен пандемии, когда перешли на бесконтактную торговлю, заказ товаров и услуг через интернет.

В первую очередь мошенники рассчитывают на человеческое доверие, а также на шок, который испытывают потерпевшие при сообщении им таких сведений о «родственнике». Используя психологические приемы, не дают им опомниться, надлежащим образом осмыслить происходящее, перезвонить своим близким лично, убедиться, что с ними все в порядке.

Необходимо отметить, что этот вид мошенничества совершается двумя и более лицами в составе организованной преступной группы. Те, кто ведет телефонные переговоры, как правило, остаются безнаказанными, поскольку находятся за пределами Беларуси. На скамье подсудимых оказываются курьеры, непосредственно получающие от потерпевших денежные средства, а также люди, которые по цепочке получают от курьеров похищенные денежные средства для дальнейшего их перевода на счета организаторов преступления.

Заключение. Поскольку потерпевшими чаще всего являются родственники, то в первую очередь нужно побеседовать со своими родными, близкими, рассказать о такого рода мошенничествах, разъяснить, что не стоит передавать денежные средства незнакомым лицам, нужно любым способом связаться со своими близкими и убедиться, что с ними все в порядке. Другой способ – прекратить все разговоры, ни в коем случае не устанавливать приложения на своё устройство по просьбе третьих лиц, не сообщать свои персональные данные, пороли от банковских карт и приложений своего банка. Своевременно обращаться в правоохранительные органы и с их помощью задержать предполагаемого мошенника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова, О. Эксперты рассказали о количестве киберпреступлений в Беларуси / О. Кузнецова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://myfin.by/article/biznes/ekspertry-rasskazali-o-kolicestve-kiberprestuplenij-v-belarusi-33983>. – Дата доступа: 11.03.2025.
2. Коноплев, А. В. Беларусь раскрывается 16 % мошеннических преступлений / А. В. Коноплев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://1prof.by/news>. – Дата доступа: 12.03.2025.
3. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.
4. Уголовный кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 9 июля 1999 г., № 275-3; принят Палатой представителей 2 июня 1999 г.; одобрен Советом Респ. 24 июня 1999 г.; в ред. Закона Респ. Бел. от 17.02.2025 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2025.

МАСТЕРОВА П. А.

ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОЛЕВЫХ УБОРОЧНЫХ РАБОТ

Научный руководитель – ИОНАС Е. Л., канд. с.-х. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. С приходом осени организации агропромышленного комплекса приступают к массовым механизированным полевым работам. Выполнение этих работ предусматривает вовлечение в процесс сложных и энергонасыщенных сельскохозяйственных машин, механизмов и агрегатов, управлять которыми должны квалифицированные, а зачастую и имеющие специальную подготовку работники. При этом не исключается в ходе производства работ выполнение отдельных технологических операций и с применением ручного труда [2, 4–7].

Выполнение механизированных полевых работ, как и любой технологический процесс, требует от должностных лиц, их организующих, четкой организации труда, а от работников, их выполняющих, — точного и строгого соблюдения требований безопасности, трудовой и производственной дисциплины. Несоблюдение указанных норм влечет за собой производственные потери и убытки, травмирование, а иногда и смерть работников [3].

Цель работы — провести анализ требований по охране труда при проведении полевых уборочных работ.

Результаты исследования и их обсуждение. Как показывает практика, зачастую в сельскохозяйственных предприятиях не в должной мере организуются производство работ в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и технической документации по вопросам охраны труда. К выполнению работ допускаются работники, не имеющие соответствующей специальности, не прошедшие обучение, стажировку, инструктаж и проверку знаний по охране труда, не в полной мере обеспеченные средствами индивидуальной защиты. Нарушаются требования безопасности при эксплуатации транспортных средств, машин, механизмов, оборудования и инструментов.

Основными видами происшествий, повлекших несчастные случаи на производстве, установлены: воздействие движущихся и вращающихся частей механизмов; падение потерпевшего с высоты.

Чтобы избежать травмирования работающих и обеспечить безопасные условия труда на рабочих местах для работников, со стороны работодателя должны быть выполнены в полной мере организационные мероприятия и основные требования по охране труда при проведении полевых уборочных работ [1, 8, 9].

В соответствии с требованиями типовых и отраслевых норм бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты, работодатель обязан обеспечить бесплатную выдачу работающим средств индивидуальной защиты по профессиям и видам выполняемых работ.

Руководитель несёт ответственность за организацию своевременно и качественного обучения, стажировки и проверки знаний работников по вопросам охраны труда.

Допуск к выезду сельскохозяйственной техники должно осуществлять должностное лицо организации, назначенное приказом руководителя организации, проверив перед выездом наличие у водителя удостоверения на право управления данным видом сельскохозяйственной техники, путевой лист, а также проверив исправность сельскохозяйственной техники.

Сельскохозяйственная техника, прицепное и навесное оборудование должны быть подготовлены к уборочным работам, а именно пройти в установленном законодательством порядке государственный технический осмотр в инспекции государственного технического надзора с получением соответствующих актов о допуске сельскохозяйственной техники к эксплуатации. Сельскохозяйственная техника и агрегаты, которые не подлежат регистрации в гостехнадзоре, должны быть осмотрены на предмет исправности должностными лицами организации, назначенными ответственными за исправное техническое состояние данной техники и только после этого допущены к эксплуатации.

При изменении технологического процесса и марки эксплуатируемого оборудования, работникам, перед допуском к работе, необходимо провести внеплановый инструктаж по охране труда.

При выполнении работ по уборке зерновых культур, самоходные комбайны должны быть укомплектованы двумя работниками, достигшими 18-летнего возраста, имеющими удостоверение тракториста-машиниста соответствующей категории.

С целью обеспечения контроля со стороны страхователя за работниками, которые управляют автотракторной техникой, приказом руководителя, в организации должно быть назначено лицо, ответственное за проведение работникам, которые допускаются к управлению авто-

тракторной техникой, предрейсового медицинского обследования (освидетельствования) на предмет наличия алкоголя в выдыхаемом воздухе, признаков потребления наркотических, психотропных или токсических веществ.

Необходимо обращать особое внимание на наличие на машинах и агрегатах, работающих от вала отбора мощности трактора, наличие защитного кожуха карданного вала, который должен быть зафиксирован от вращения, а на тракторе и машине должны быть установлены защитные ограждения (кожуха), перекрывающие воронки защитного кожуха на величину не менее 50 мм.

Заключение. Соблюдение данных требований по охране труда позволит избежать несчастных случаев, а также не создать ситуаций, которые могли бы к ним привести при проведении полевых уборочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность на полевых работах [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://zilmogilev.by/2021/04/01/bezopasnost-na-polevyh-rabotah/> – Дата доступа: 20.03.2025.
2. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеев, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
3. Босак, В. Н. Травматизм на производстве: причины, состояние и мероприятия по снижению / В. Н. Босак // Вестник техноферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 1 (32). – С. 2–6.
4. Гринченко, В. А. Требования безопасности при проведении уборочных работ / В. А. Гринченко, М. А. Акулич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 46–47.
5. Иванов, И. В. Требования безопасности труда при проведении работ по уборке продукции растениеводства / И. В. Иванов, М. В. Цайц // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 50–52.
6. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
7. Сачыўка, А. В. Патрабаванні аховы працы да пасляўборачнай апрацоўкі прадукцыі раслінаводства / А. В. Сачыўка, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 222–225.
8. Требования охраны труда при эксплуатации сельхозмашин, малых сельхозмашин, средств механизации при проведении весенне-полевых работ [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://bereza.by/2023/03/trebovaniya-ohrany>. – Дата доступа: 21.03.2025.
9. Требования по охране труда при выполнении сельскохозяйственных полевых работ по сбору урожая [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://lyuban.gov.by/uploads/files/07-04-2021-09.doc>. – Дата доступа: 20.03.2025.

МОРОЗОВ Н. Н.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БЕЗОПАСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Существует ряд факторов, влияющих на управление автомобилем, и в этой статье мы поговорим об их влиянии на управление автомобилем, о сенсомоторных процессах и времени реакции водителя [3, 4, 6, 7].

Цель работы: Выделить основные факторы, влияющие на безопасное управление автомобилем.

Основная часть. Водитель в возрасте 30–45 лет – уже сложившаяся личность, имеющая устоявшийся набор ценностей, привычек, и это не может не отразиться на стиле вождения. Однако ритм жизни стремителен, и стрессы, а также желание успеть все и сразу могут привести к пагубным последствиям.

Когда водителю более 50 лет, он может быть подвержен колебаниям кровяного давления, увеличению времени реакции, снижению остроты зрения и т. п. Однако это не означает, что такому водителю нельзя садиться за руль.

Согласно статистике, женщины попадают в ДТП реже мужчин. Дамы за рулем более внимательны, осторожны и неплохо приспосабливаются к обстановке, уверенно управляя автомобилем в простых ситуациях.

Мужчины чаще становятся участниками ДТП, поскольку они менее осторожны, менее внимательны и склонны к риску. Мужчины, в отличие от женщин, не склонны к эмоциональности, любят водить автомобиль на высокой скорости, а также любят учить других ездить, особенно женщин, предпочитая сложные задачи простым [1].

Реакция водителя является закономерным ответом организма водителя на воздействие извне. Самая типичная реакция водителя – реакция торможения на запрещающий сигнал светофора. Сложными реакциями являются торможение на появление объекта, реакция поворота руля и т. д. Латентный период простой реакции на световой сигнал в среднем длится примерно 0,20 с, а на звуковой – 0,14 с.

Время моторного периода может быть различным в зависимости от сложности ответных выполняемых действий, которые могут совмещаться в различных сочетаниях в сложных реакциях [1].

Сигнал проходит полностью по следующей схеме: дорожная обстановка меняется, и водитель воспринимает ее преимущественно органами зрения (реже органами слуха). Далее совокупность сигналов поступает в центральную нервную систему, и уже на их основании, а также на основании имеющихся знаний и навыков формируется ответ водителя, выражаемый рядом действий – работа водителя с педалями, рулем и т. д.

Организм человека является сложной биологической системой, и сигнал об опасности не может пройти по ней мгновенно. Требуется время на обработку информации головным мозгом. В настоящее время, проводя экспертизы, используют нормативное время реакции водителя – 0,8 с, однако в реальности данное время может значительно отличаться.

Водитель-мужчина по времени реакции на 0,05 с лучше водителя-женщины, но дамы опережают мужчин по точности управления.

Молодой водитель быстрее обнаруживает сигнал и обрабатывает информацию, но пожилой водитель потратит меньше времени на принятие правильного решения, и время реакции у него более стабильно.

Опыт нельзя компенсировать знаниями ПДД. Опытный водитель спокоен, дисциплинирован, уверен в себе. С годами он приобретает способность предугадывания ситуации на дороге, что сокращает время реакции.

Спорт и физкультура, в случае регулярных занятий, оздоравливают организм. И если водитель здоров физически, то и на опасность он реагирует быстрее.

При городском движении дорожная ситуация постоянно меняется, и если водитель заранее на это настроен, то и его реакция на внезапную опасность будет лучше, чем у водителя, который расслабился на долгой и однообразной междугородней трассе [5].

Сенсомоторные процессы являются комплексом ответных реакций организма на воздействие внешних раздражителей. В их число входят сложная и простая сенсомоторные реакции, а также сенсомоторная координация.

Простой сенсомоторной реакцией является ответное элементарное движение на внезапно появившийся, но заранее известный сигнал. Простую реакцию характеризует единственный параметр – время.

Сложную сенсомоторную реакцию характеризует время выполнения, вариативность и точность.

Нормальным временем реакции для торможения является 1,0 с, минимальным – 0,5 с и максимальным – 2,0 с.

В случае внезапного появления пешехода на дороге нужно сразу затормозить, однако, время реакции у всех разное [2].

Заключение. Не стоит забывать также и о внешних факторах, негативно влияющих на время реакции, таких как:

- принятие алкоголя, расслабляющего водителя и притупляющего реакцию. Поэтому никогда не управляйте автомобилем, если вы выпили;

- музыка может действовать на водителя как расслабляюще, так и возбуждающе. Однако громкая музыка в любом случае является негативным фактором;

- ароматы так же, как и музыка, могут оказывать различное действие на водителя;

- прием медицинских препаратов;

- и самый негативный фактор – мобильный телефон!

ЛИТЕРАТУРА

1. Беженцев, А. А. Безопасность дорожного движения / А. А. Беженцев. – 2-е издание, исправленное и дополненное. – Москва: Инфра-М, 2024. – 320 с.

2. Бершадский, В. Ф. Безопасность движения автомобиля / В. Ф. Бершадский, Н. И. Дудко. – Минск: Ураджай, 2001.

3. Градова, Д. А. Основные пути снижения количества дорожно-транспортных происшествий по вине нетрезвых водителей / Д. А. Градова, Е. Г. Агафонова, А. Е. Кондраль / Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 63–65.

4. Евтух, Г. Г. Психофизиологические свойства, влияющие на способность водителя воспринимать дорожную информацию / Г. Г. Евтух, Л. А. Попова, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 36–39.

5. Кузина, А. В. Виды дорожных условий, негативно влияющих на безопасность дорожного движения, их оценка и способы выявления / А. В. Кузина, А. А. Сабинин // Управление деятельностью по обеспечению безопасности дорожного движения: состояние, проблемы, пути совершенствования. – Орел: Орловский юридический институт МВД РФ им. В.В. Лукьянова, 2024. – С. 235–239.

6. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

7. Попова, Л. А. Человеческий фактор в организации дорожного движения / Л. А. Попова, Г. Г. Евтух, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 79–81.

ЛЕЩИНСКИЙ Р. С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА И ТЕХНИКИ ТОРМОЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Научный руководитель – ГАЙДУКОВ В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Дорожно-транспортные происшествия, происходящие из-за неисправности тормозной системы, составляют более половины всех аварий по техническим причинам. Особенно тяжелые последствия вызывает неправильная регулировка или выход из строя одного из тормозных механизмов. Торможение в этом случае приводит к заносу или потере устойчивости транспортного средства. Поэтому надежные и эффективные тормоза – основа безопасной работы автомобиля [1–8].

Цель работы: Исследование процесса и техники торможения механического транспортного средства, с целью получения студентами теоретических знаний этого процесса при изучении дисциплины «Правила и безопасность дорожного движения».

Материалы и методика исследований. Рассмотрим процесс торможения с момента, когда водитель увидел препятствие на пути движения, и это потребовало торможения с максимальной интенсивностью. Но торможение начинается не сразу, а после определенного промежутка времени, которое называется временем реакции, водитель нажимает на тормозную педаль, однако торможения не наступает, так как время тратится на выборание зазоров в деталях привода тормозов. После этого в тормозной системе происходит нарастание давления, на что уходит определенный промежуток времени. Время, в течение которого выбирается зазор в деталях привода и нарастает давление в приводе, называется временем срабатывания тормозного привода, (для тормозов с гидравлическим приводом это время составляет 0,15–0,25 с; для тормозов с пневматическим приводом – 0,4–0,8 с). Затем начинается эффективное торможение автомобиля при установившемся замедлении. Процесс растормаживания автомобиля начинается с момента, когда водитель снимает ногу с тормозной педали, и заканчивается в момент полного растормаживания. Этот процесс происходит в период

определенного времени растормаживания, принято, что при пневматическом приводе это время равно 1,5–2 с, а гидравлическом – 0,2–0,3 с.

Общий остановочный путь автомобиля состоит из пути: пройденного автомобилем за время реакции водителя; пройденного автомобилем за время срабатывания тормозного привода; пройденного автомобилем с заторможенными колесами.

Остановочный путь всегда больше тормозного. Таким образом, безопасность движения зависит не только от технического состояния тормозной системы и дорожного покрытия, но и от психофизиологического состояния водителя [3, 7].

Результаты исследования и их обсуждение. Эффективность торможения зависит от конструкции тормозной системы и ее исправности, типа и состояния дорожного покрытия (коэффициента сцепления), силы и быстроты нажатия на педаль тормоза.

Тормозная сила возникает за счет сил трения в зоне контакта колес автомобиля с дорожным покрытием. Тормозная сила на колесе зависит от силы прижатия колодок к тормозному барабану или диску. По мере увеличения нажима на тормозную педаль возрастает также тормозная сила на колесе. Эта зависимость сохраняется до момента, когда тормозная сила станет равной силе сцепления колеса с дорогой. Дальнейшее увеличение нажима на тормозную педаль не приводит к возрастанию тормозной силы, а влечет за собой блокирование (прекращение вращения) затормаживаемого колеса. Начиная с этого момента, происходит торможение юзом.

В результате торможения на заблокированных колесах отслаиваются частицы протектора, которые, свертываясь, принимают роликовидную форму. Появление вращающихся роликовидных частиц в месте контакта колеса с дорогой уменьшает коэффициент сцепления. Кроме того, вследствие интенсивного износа нагревается и размягчается резина, что также способствует снижению коэффициента сцепления.

Тормозной путь транспортного средства, двигающегося юзом, увеличивается по сравнению с тем, который преодолевается заторможенными, но вращающимися колесами.

При торможении на спуске возможность блокирования колес может наступить раньше, чем на ровной дороге. На уклоне уменьшается сцепной вес и сила сцепления колес с дорогой.

На спуске во избежание блокировки колес следует уменьшить воздействие на тормозную педаль. Необходимо заблаговременно снизить скорость и увеличить дистанцию, чтобы не допустить наезда на идущий

щий впереди автомобиль. На автомобилях большой грузоподъемности устанавливают специальные тормоза (замедлители), позволяющие плавно снижать скорость и поддерживать ее в нужных пределах. Такой способ торможения, особенно на дорогах с малым коэффициентом сцепления, повышает поперечную устойчивость транспортного средства по условиям заноса.

Торможение автомобиля с периодическим прекращением действия тормозной системы обеспечивает наибольшую интенсивность, особенно на грани юза. Торможение таким способом требует определенного опыта, чтобы удержать колеса на грани юза, не допуская их скольжения. На некоторых автомобилях устанавливаются антиблокировочные устройства, что предотвращает возникновение юза и повышает поперечную устойчивость.

Для предохранения тормозов от перегрева и большого износа на затяжных спусках при длительном торможении необходимо использовать торможение двигателем.

При торможении автомобиля двигателем, используется тормозной момент двигателя. В этом случае двигатель работает на режиме принудительного холостого хода или с выключенным зажиганием. Колеса через трансмиссию вращают коленчатый вал, преодолевая сопротивление трения поршней о стенки цилиндров и насосное действие поршней. В условиях эксплуатации важное значение имеет торможение двигателем (без выключения сцепления). Тормозной момент двигателя следует использовать для плавного снижения скорости автомобиля; на скользких дорогах при возникновении опасности заноса; на горных дорогах с большими затяжными уклонами.

Торможение двигателем обеспечивает большую плавность торможения и равномерность распределения тормозных усилий по колесам.

На практике торможение может быть комбинированным, когда одновременно применяется несколько способов торможения.

При торможении автопоезда необходимо согласовать действие тормозов тягача и прицепа (полуприцепа) таким образом, чтобы предотвратить набегание прицепа на тягач. Поэтому нужно, чтобы прицеп начинал тормозить несколько раньше и растормаживался позже, чем тягач. Очень важно так распределить тормозные силы между тягачом и прицепами, чтобы поезд при торможении находился в несколько растянутом состоянии. Благодаря этому поезд становится менее чувствительным к действию боковых сил и более устойчиво

сохраняет направление движения. Особую осторожность следует соблюдать при торможении автопоездов на спуске.

Для уменьшения сжимающих усилий прицепа в сцепке необходимо довести замедление тягача до минимума. С этой целью торможение обычно осуществляется двигателем, что обеспечивает поддержание безопасной скорости. На затяжных спусках во избежание чрезмерного нагрева тормозов предельные уклоны, на которых может быть допущена эксплуатация поездов, строго ограничены. Чем больше отношение веса прицепа к весу тягача, тем меньше допустимые уклоны.

Заключение. Важным условием, существенно влияющим на безопасность движения, является отсутствие блокировки колес транспортного средства при интенсивном торможении, так как тормозной путь транспортного средства, двигающегося юзом, увеличивается.

Торможение двигателем повышает устойчивость механического транспортного средства и плавно снижает скорость движения, что особенно эффективно на скользких участках дорог.

При регулировке тормозной системы автопоезда необходимо следить, чтобы тормоза прицепа срабатывали несколько раньше, чем тягача.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беженцев, А. А. Безопасность дорожного движения / А. А. Беженцев. – 2-е издание, исправленное и дополненное. – Москва: Инфра-М, 2024. – 320 с.
2. Евтух, Г. Г. Психофизиологические свойства водителя, влияющие на управление транспортным средством в сложных дорожных условиях / Г. Г. Евтух, В. Л. Самсонов, Л. А. Попова // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 76–81.
3. Евтух, Г. Г. Психофизиологические свойства, влияющие на способность водителя воспринимать дорожную информацию / Г. Г. Евтух, Л. А. Попова, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 36–39.
4. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – 272 с.
5. Кондраль, А. Е. Организация и проведение работ с повышенной опасностью / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Главный агроном. – 2024. – № 9. – С. 56–59.
6. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
7. Попова, Л. А. Человеческий фактор в организации дорожного движения / Л. А. Попова, Г. Г. Евтух, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 79–81.
8. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Высшая школа, 2023. – 407 с.

РЕБКОВЕЦ А. А.

ИСККУСТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ТРУДА

Научный руководитель – СЕРГЕЕВА И. И. канд. с.-х. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

Введение. В современном мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, искусственный интеллект становится все более важным инструментом для обеспечения безопасности труда. Внедрение искусственного интеллекта в сферу охраны труда может привести к значительному улучшению условий труда, снижению производственного травматизма и повышению эффективности работы организации [1–6].

Основная часть. Робототехника на основе искусственного интеллекта оказывает значительное влияние на безопасность рабочих мест, снижая травматизм и смертность за счет устранения воздействия на работников опасного оборудования. Искусственный интеллект может отслеживать нахождение работников в опасных зонах на производстве и при осуществлении опасных производственных процессов. Роботы могут заменить человека при выполнении работ с высоким уровнем риска, например, работа на высоте, обработка опасных материалов и др. Сегодня существуют различные модели роботов с искусственным интеллектом, созданные для разных приложений: роботы для поисково-спасательных операций, выполнения строительных работ и работ под водой, гуманоидные двуногие роботы, способные перемещаться по сложной местности. Они применяются там, где нахождение человека либо опасно, либо вообще неприемлемо [2, 3].

С помощью искусственного интеллекта сегодня возможно обнаружить профессиональные заболевания, такие как силикоз, рак легких и хроническую обструктивную болезнь легких. Диагностика этих профессиональных заболеваний представляет сложность из-за длительных латентных периодов. Алгоритмы искусственного интеллекта могут анализировать рентгенограммы грудной клетки, компьютерную томографию или магнитно-резонансную томографию и обнаруживать различные состояния легких. Модели искусственного интеллекта дают высокую точность и достоверность при анализе данных визуализации. Это помогает прогнозировать будущее состояние работника и ограни-

чивать воздействие опасных производственных факторов. Искусственный интеллект также используется для оценки потенциальной болезни сотрудника или возникновения профессионального заболевания после изучения генов работника.

Экзоскелеты с искусственным интеллектом – это новое изобретение нашего времени. Экзоскелеты – это роботизированные костюмы, которые улучшают динамику конечностей и суставов, помогают выполнять тяжелую физическую работу, снижая нагрузку на определенные участки тела. Например, экзоскелеты Cray X и Apogee компании German Bionic предназначены для ношения в виде рюкзака. Они работают от электродвигателей и обеспечивают до 30 кг дополнительной силы для спины, корпуса, ног. Экзоскелеты используют искусственные нейронные сети, которые способствуют развитию интеллектуальных медицинских вспомогательных устройств. Эти устройства (протезы, роботизированные экзоскелеты) применяются для реабилитации работников после получения производственных травм.

Исследования показали, что профессиональные экзоскелеты облегчают мышечное напряжение и усталость во время выполнения работ в различных отраслях (строительство, здравоохранение, военная промышленность и др.). Компании Toyota, Ford и Boeing уже почти 10 лет внедряют экзоскелеты в работу и отмечают снижение травматизма на 83 % в организациях, использующих эти устройства [3].

Средства индивидуальной защиты с поддержкой искусственного интеллекта позволяют собирать данные о работниках и об условиях их труда. Например, умные шлемы, оборудованные специальными датчиками, которые отслеживают местоположение работника, его действия, оценивают условия окружающей среды, а также состояние здоровья работника.

Компьютерное зрение на основе искусственного интеллекта имеет большие перспективы в повышении безопасности на рабочем месте. Например, искусственный интеллект, созданный для предотвращения производственных травм, может отслеживать наличие у сотрудников средств индивидуальной защиты и предупреждать руководство об их отсутствии. Разработана система, которая предотвращает нахождение сотрудников в опасных зонах.

Контроль усталости: интеллектуальная система помощи водителям. В кабине транспортного средства устанавливается программный модуль и инфракрасные камеры, которые непрерывно ведут съемку. Система сканирует водителя по более чем 60 точкам и передает данные в

нейросети, которые анализируют видеопоток. Программа выявляет признаки усталости и другие потенциально опасные ситуации, а после – сигнализирует об этом водителю.

Использование роботизированного комплекса противопожарной защиты с элементами искусственного интеллекта позволяет значительно расширить возможности и технологии пожаротушения. Комплекс сканирует помещение не только по температуре, но и по содержанию горючих газов, включая водород, в воздухе. Роботы самостоятельно определяют необходимый режим тушения, учитывая динамику развития аварийной ситуации и запас огнетушащих веществ. Для тушения пожаров эта система использует компрессионную пену, которая обволакивает горящую поверхность и образует плотное пенное покрытие, предотвращающее доступ кислорода [1, 3].

Заключение. Искусственный интеллект в сфере охраны труда позволяет предсказывать и предотвращать несчастные случаи, следить за безопасностью на рабочем месте, выявлять проблемы со здоровьем сотрудников, активно внедрять перспективные безвредные технологии. Все это помогает создавать безопасные и здоровые условия труда, повышает работоспособность человека, снижает затраты, связанные с травматизмом на рабочих местах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессарабов, Д. Н. Современные технологии в охране труда / Д. Н. Бессарабов, В. В. Пузевич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 24–28.
2. Зеленковец, Е. Ф. Психические особенности человека и их влияние на вероятность нежелательных опасных ситуаций и травматизма / Е. Ф. Зеленковец, И. И. Сергеева // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 36–38.
3. Искусственный интеллект и цифровизация в сфере охраны труда / П. П. Кляуззе, А. М. Андреев // Охрана труда. Технологии безопасности – 2025. – № 3. – С. 72–79.
4. Малей, М. А. Цифровые двойники как инструмент для оптимизации системы охраны труда / М. А. Малей, М. И. Усенко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 145–147.
5. Созоник, А. Р. Блокчейн для учета профессиональных навыков в области охраны труда / А. Р. Созоник, М. И. Усенко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 205–207.
6. Усенко, М. И. Мониторинг состояния здоровья рабочих при помощи трекерных браслетов / М. И. Усенко, М. А. Малей, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 215–216.

САВЧЕНКО И. А., СИМОНЕНКО Д. Ю.
**ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПОЧВУ
МОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., зав. кафедрой, канд. техн. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Эффективность использования машинно-тракторного парка во многом зависит от природно-климатических и естественно-производственных условий зоны, где они эксплуатируются. К ним можно отнести: технологию возделывания сельскохозяйственных культур, механический состав, плотность, твердость, влажность почвы, климат, размеры участков полей и их рельеф и прочие факторы [1, 2].

Использование современных сельскохозяйственных машин предусматривает применение мобильного энергетического средства с высокими тягово-сцепными свойствами. Однако, обладая рядом преимуществ, колесные мобильные энергетические средства имеют недостаточные тягово-сцепные свойства, в частности на почвах с низкой несущей способностью. Кроме этого комбинированные сельскохозяйственные машины имеют большую массу по сравнению с обычными, что ограничивает их использование из-за недостаточной продольной устойчивости ряда колесных МЭС при технологических разворотах и межполевых переездах. С целью устранения данных недостатков в реальных условиях эксплуатации увеличивают нагрузку на передний управляемый мост МЭС за счет установки дополнительных грузов, что, в свою очередь, усиливает техногенное воздействие машинно-тракторного агрегата (МТА) на почву [3].

Цель работы. Исследовать техногенное воздействие ходовой части мобильно-транспортного средства на почву.

Материалы и методика исследований. Априорная информация, результаты исследований авторов по данной тематике.

Результаты исследования и их обсуждение. Используемые в настоящее время технологии возделывания сельскохозяйственных культур включают в себя операции, которые требуют большого числа проходов по полю мобильных энергетических средств.

Ходовые системы данных МЭС, воздействуя на почву, переуплотняют ее и ухудшают структуру, состав, пористость, объемный вес [3].

Вопрос снижения техногенного воздействия на почву в последние годы становится все более актуальным. Это связано с тем, что на полях появляется все более энергонасыщенная, скоростная, высокопроизводительная техника, обладающая большим весом.

Плотность почвы является основополагающей характеристикой, которая влияет на водный, воздушный и тепловой режимы почвы, а, следовательно, условия для осуществления биологической деятельности всех видов растений [4]. Величина плотности оказывает большое влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. Для нормального развития большинства с.-х. культур величина плотности находится в следующих пределах: для суглинистых и глинистых почв 1,0–1,3 г/см³, легкосуглинистых 1,1–1,4 г/см³.

Увеличение или уменьшение плотности почвы от оптимального значения на 0,1–0,3 г/см³ приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур до 40 % [4]. В работе [5] отмечается, что урожай на делянках, уплотненных тракторами К-700, ДТ-75 и МТЗ-80 снизился по сравнению с контрольной соответственно на 26 %, 18 %, 12,5 %.

Одним из негативных факторов уплотняющего воздействия движителей МЭС на почву является увеличение твердости почвы по следу прохождения движителей, что приводит к неравномерности удельного сопротивления почвы при дальнейшей ее обработке, а, следовательно, и к увеличению энергозатрат [6]. Поэтому снижение уплотняющего воздействия мобильных машин на почву в настоящее время является актуальной и важной научной задачей.

Использование энергонасыщенной техники, обладающей большой массой усугубляют серьезность этой проблемы [6].

Исследования, проведенные в работах [7] показали, что уплотнение почвы, вызванное интенсивным перемещением энергонасыщенной техники по полю ведет в конечном итоге к значительному снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Ежегодные потери, вызванные снижением урожая, за счет техногенного воздействия ходовых систем на почву, составляют около 1,8 миллиарда долларов [7]. Ученые многих стран занимаются проблемой уменьшения негативного влияния техники на окружающую среду за счет создания новых ходовых систем с минимальным техногенным воздействием на почву. Наряду с этим, несмотря на широкие исследования в данной области, вопрос снижения уплотнения почвы решен еще не в полной мере.

В работе В. Н. Макарова отмечается, что при увеличении плотности почвы на $0,07-0,12 \text{ г/см}^3$ дает снижение урожайности сои соответственно на $2,5-5,39 \text{ ц/га}$, при контрольной плотности почвы $1,08 \text{ г/см}^3$ [8]. С целью определения техногенного воздействия на почву тракторов марки Т-125 и К700 в сравнении с тракторами ДТ-75 и Т-74 были проведены исследования, по определению глубины колеи, буксования и уплотнения почвы. В результате проведенных исследований было получено, что на ранневесенних полевых работах при повышенной влажности для предотвращения разрушения структуры, увеличения глыбистости и образования глубокой колеи, ходовую систему следует совершенствовать путем снижения давления в шинах, постановкой дополнительных колес или применением пневматических уширителей колес.

Вопрос развития деформации и изменение плотности почвы под движителем трактора [9]. В результате проведенных исследований были получены и обработаны результаты деформирования слоя почвы движителем энергетического средства с целью проверки сходимости с ранее составленной математической моделью взаимодействия движителя с опорным основанием.

С увеличением числа проходов по одной колее и времени воздействия движителя на почву после остановки на неуплотненной почве плотность почвы достигает своего предельно возможного значения [10].

В процессе подготовки почвы, посева, ухода за посевами и уборки урожая от $10-12 \%$ площади поля подвергается уплотнению движителями от 6 до 20 раз, $65-80 \%$ от 1 до 6 раз. Наибольшему воздействию со стороны МТА подвергаются поворотные полосы, которые составляют до 20% от общей площади. Всего не подвержено воздействию ходовых систем не более $10-15 \%$ площади поля.

Увеличение плотности почвы после прохода по ней мобильных энергетических средств отрицательно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур. Увеличение плотности на $0,1 \text{ г/см}^3$ приводит к снижению урожайности ячменя на 122 кг/га , а озимой пшеницы на $62-82 \text{ кг/га}$ [11, 12].

Вопросу влияния ходовой системы колесных тракторов на агрегатный состав почвы посвящены исследования, представленные в работах [13], в которых авторы пришли к выводу, что после прохода тракторов количество эрозионных опасных частиц по следу движителя возраста-

ет. Это возрастание связано с большим нормальным давлением и буксованием движителей.

Заключение. Из выше проведенного анализа можно сделать вывод, что между энергетическим средством, природно-климатическими условиями, почвой и растением существует взаимосвязь. В результате взаимосвязи вышеприведенных факторов происходит техногенное воздействие на почву, что ведет к снижению урожайности с.-х. культур. Поэтому вопрос снижения техногенного воздействия на почву МТА в настоящее время актуален.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
2. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с
3. Скурятин, Н. Ф. Повышение грузоподъемности прицепного агрегата / Н. Ф. Скурятин [и др.] // Сельский механизатор. – 2014. – № 12. – С. 38–39.
4. Ревут, Б. И. Физика почв / Б. И. Ревут. – Ленинград: Колос, 1972. – 368 с.
5. Кононов, А. М. Уплотнение почвы агрегатами / А. М. Кононов, В. А. Гарбар // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1973. – № 1. – С. 46–47.
6. Комментарий к ГОСТ 26955-86. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы допустимого воздействия на почву / А. Г. Бондарев, В. В. Медведев, В. А. Русанов, А. В. Судаков // Земледелие. – 1987. – № 9. – С. 29–30.
7. Kucsewski, J. Comparative analysis of the relation between the tractor wheel slip and the coefficient of adhesion utilization according to various empiric formulae / J. Kucsewski, S. Wolski // Ann. Warsaw Agr. Univ SGGW // Ar. Agr, 1991. – № 23. – P. 3–9.
8. Макаров, В. Н. Влияние плотности почвы на содержание элементов минерального питания в пахотном горизонте и урожай сои / В. Н. Макаров // Условия произрастания и урожай сои. – Новосибирск, 1978. – С. 46–51.
9. Носов, С. В. Развитие деформации и изменение плотности почвогрунта под траком гусеничной машины / С. В. Носов, Н. Е. Перегудов // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 11. – С. 14–16.
10. Золотаревская, Д. И. Математическое моделирование и расчет уплотнения почвы при работе колесного трактора и после остановки / Д. И. Золотаревская, З. Г. Гончарова // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 12. – С. 22–27.
11. Виссер, О. А. Влияние уплотнения почвы тракторами на урожай картофеля / О. А. Виссер, К. И. Гаврилов // Записки Ленинградского сельскохозяйственного института. – Ленинград, 1970. – Т. 137, Вып. 3. – С. 14–18.
12. Власов, В. А. Результаты урожайности сельскохозяйственных культур по следам движителей / В. А. Власов // Улучшение агротехнической проходимости машин: сб. науч. тр. Сарат. гос. с.-х. акад. – Саратов, 1991. – С. 38–41.
13. Алдошин, Н. В. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов / Н. В. Алдошин, А. С. Пехутов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 4. – С. 26–27.

СИМОНЕНКО Д. Ю.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ТУШЕНИЯ
ПОЖАРОВ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ТЕХНИКИ**

Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., зав. кафедрой, канд. техн. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Технические устройства автоматического тушения пожаров в мобильных сельскохозяйственных машинах предназначены для быстрого реагирования на возникновение пожара и минимизации его последствий [1–6].

Системы автоматического пожаротушения (АПТ) могут быть установлены на различных транспортных средствах и включают в себя датчики температуры и дыма, которые автоматически активируют систему тушения при обнаружении признаков пожара [4].

Основными причинами возникновения пожара на комбайнах являются: прогорание корпуса выхлопной трубы, прокладок в местах соединения коллектора с блоком двигателя; перегрев двигателя по сравнению с нормой из-за неисправности системы питания и работы на обедненной смеси; нарушения режимов работы ременных передач (перегрузки), приводящие к буксованию; неправильная сборка и нарушение условий смазки подшипников, вызывающих их быстрый нагрев (до 300–330 °С); неправильный монтаж электрооборудования или нарушение изоляции токоведущих проводов; неправильная установка, регулировка молотильного барабана, подающего шнека, вала половонабивателя и другие механизмы, вызывающие повышенное трение и нагрев; неосторожное обращение с открытым огнем.

Цель работы. Проанализировать известные системы устройств автоматического тушения пожаров применительно к мобильной сельскохозяйственной технике.

Материалы и методика исследований. В статье анализируются системы автоматического тушения пожаров на основе материалов публикаций фирм производителей, научных и научно-популярных публикаций.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате анализа априорной информации можно выделить следующие системы автома-

тического тушения пожаров: пенные системы, системы водяного тушения, системы с использованием углекислого газа (CO_2), аэрозольные системы, системы с порошковым тушением.

Пенные системы используют пенообразователи для создания пены, которая покрывает горящие поверхности и предотвращает доступ кислорода к огню. Пенные системы могут быть эффективны для тушения жидкостных пожаров. Они представляют собой комплекс устройств для быстрого обнаружения пожара и эффективного его тушения за счет подачи специально приготовленной пены. Их особенности – это использование пенообразователя, смешивание с водой и воздухом для получения огнетушащей пены, а также автоматизация процесса с помощью датчиков и управляющей аппаратуры. Такие системы широко применяются на сельскохозяйственной технике (тракторы, комбайны) и автомобилях благодаря своей эффективности против пожаров горючих жидкостей и твердых материалов.

К преимуществам пенных систем относят эффективность тушения пожаров жидкостей, предотвращение повторного воспламенения. Пена образует плотный слой, который охлаждает поверхность и изолирует кислород. Данные системы могут использоваться в закрытых и открытых пространствах. Имеют относительно безопасное применение для оборудования по сравнению с некоторыми газовыми системами.

Системы водяного тушения включают в себя насосы и распылители, которые подают воду на очаг возгорания. Эти системы могут быть как стационарными, так и мобильными. Водяные системы автоматического пожаротушения представляют собой надежный способ борьбы с огнем благодаря своей простоте, доступности ресурсов и высокой эффективности. Их устройство включает в себя различные компоненты, которые работают совместно для быстрого обнаружения пожара и его тушения. Правильный выбор типа системы и ее установка могут значительно повысить уровень безопасности как на стационарных объектах, так и на мобильной технике.

Преимущества водяных систем, в их эффективности против большинства типов пожаров. У воды высокая доступность и низкая стоимость. Эти системы способны охлаждать окружающие поверхности и предотвращать повторное воспламенение. Безопасно для людей и оборудования по сравнению с некоторыми химическими средствами.

Недостатки водяных систем является неэффективность против пожаров классов C (газовые) и D (металлы), а также возможность повреждения оборудования или материалов водой. Необходима защита от

замерзания в холодных климатических условиях.

Системы с использованием углекислого газа (CO_2). Углекислый газ эффективно подавляет огонь, вытесняя кислород из зоны горения. Такие системы часто используются в закрытых пространствах или для защиты оборудования. Системы автоматического пожаротушения с использованием углекислого газа представляют собой надежное средство защиты объектов с чувствительным оборудованием благодаря быстрому тушению пожара без повреждения техники. Их устройство включает баллоны с CO_2 , трубопроводы, форсунки и систему управления. Особое внимание уделяется безопасности людей из-за токсичности газа при высоких концентрациях.

Преимущества систем на основе CO_2 в быстром и эффективном тушении пожаров без повреждения оборудования. Отсутствие остатков после тушения (в отличие от порошковых систем), также преимущество систем на основе CO_2 . Возможность применения в электроустановках под напряжением до 1000 В.

Недостатками данной системы является то, что углекислый газ опасен для человека при высоких концентрациях – может вызвать удушье. Необходима установка предупредительной сигнализации о запуске системы.

Аэрозольные системы используют специальные аэрозольные составы, которые при активации образуют мелкодисперсный туман, подавляющий горение за счет снижения температуры и концентрации кислорода.

Преимущества аэрозольных систем в их эффективности. Они способны быстро подавлять огонь за счет создания высококонцентрированного аэрозоля. Данный тип системы оказывает минимальное воздействие на оборудование: не оставляют следов и не повреждают электронику или другие чувствительные материалы. К достоинствам можно отнести и компактность: занимают меньше места по сравнению с традиционными системами. Эти системы достаточно универсальны: могут использоваться в различных помещениях – от серверных до производственных.

К недостаткам данной системы следует отнести ограниченную эффективность против определенных типов пожаров, а также требования к герметичности защищаемого помещения для обеспечения эффективного тушения.

Системы с порошковым тушением используют порошковые огне-тушители, которые распыляют специальный порошок на очаг возгора-

ния. Эти системы эффективны против различных типов пожаров.

Преимущества порошковых систем в широком спектре применения: эффективны против различных классов пожаров (А, В, С), включая твердые материалы, жидкости и газообразные вещества. Данные системы имеют быструю реакцию: способны быстро подавлять пламя благодаря мгновенному распылению порошка. В отличие от водяных систем, порошковые не оставляют влаги и не повреждают электронику или другие чувствительные материалы. Система имеет относительно низкие затраты на установку и обслуживание.

К недостаткам системы с порошковым тушением следует отнести то, что порошок может оставлять следы на защищаемом оборудовании и требовать последующей уборки. Некоторые порошковые вещества могут быть токсичными или раздражающими для дыхательных путей при вдыхании. Также система требует регулярного обслуживания для проверки состояния баллонов и системы в целом.

На тракторах и комбайнах такие системы помогают предотвратить распространение огня в условиях полевых работ, где риск возгорания может быть высоким из-за наличия горючих материалов. На автомобилях автоматические системы пожаротушения могут использоваться для защиты двигателей и других критически важных узлов.

Заключение. Автоматические устройства пожаротушения играют важную роль в обеспечении безопасности транспортных средств и их операторов. Правильный выбор и установка таких систем могут значительно снизить риск возникновения серьезных последствий от пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, Н. А. Невестенко [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
2. Безопасность жизнедеятельности человека. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций / В. Н. Босак, М. В. Цайц, А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 97 с.
3. Гупало, Д. К. Современные системы пожаротушения / Д. К. Гупало, В. В. Вабищевич, О. В. Малашевская // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 15–17.
4. Курносов, В. В. Обзор автоматических систем тушения пожаров / В. В. Курносов // Трансформация российской науки в эпоху информационного общества. – Москва: Центр развития образования и науки, 2024. – С. 54–56.
5. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
6. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, А. Е. Кондраль [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.

СИНЯВСКИЙ В. А.

ОСНОВНЫЕ ОШИБКИ ПРИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ЗАМЕНЕ КОЛЕС И ШИН

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. При круглогодичной эксплуатации автомобиля всем без исключения автомобилистам приходится решать вопрос о смене зимних и летних покрышек.

Каждый автолюбитель знает, что летняя резина на холоде дубеет и превращается в скользкую пластмассу. На таких покрышках ухудшается сцепление с дорогой, нарушается устойчивость и управляемость автомобиля. Ситуацию ухудшает покрытие дороги снегом или тонким льдом. Передвигаясь на летней резине зимой, водитель подвергает повышенному риску себя и других участников дорожного движения.

Замена летней резины на зимнюю определяется среднесуточной температурой воздуха. Когда она опускается ниже $+7^{\circ}\text{C}$, то рекомендуется «переобуться» в зимние шины. Некоторые меняют резину по календарю с наступлением поздней осени и зимы.

Когда дороги освобождаются от снега и наступает устойчивое потепление нужно менять шины на лето. Как правило, водители меняют шины на летние в период с 1 марта по 1 июня. Ориентироваться нужно по температуре воздуха: переходить с зимы на лето при стабильных $+10^{\circ}\text{C}$ и выше.

Многие автовладельцы занимаются сменой зимних и летних покрышек самостоятельно, что позволяет им несколько сократить расходы на обращение в шиномонтаж.

Цель работы: Проанализировать основные ошибки при самостоятельной замене колес и шин.

Материалы и методика исследований. Часто автовладельцы, поднимая автомобиль при замене покрышек, полагаются исключительно на домкрат, который, по их мнению, должен гарантированно выдерживать нагрузку. Однако такие устройства не всегда могут обеспечить надежную фиксацию автомобиля, поэтому не лишним будет подложить под днище запасное колесо, пень или другие аналогичные предметы [1].

Часто, поддомкрачивая автомобиль, не пользуются упорами, которые должны располагаться под противоположными колесами, исключая откат машины при подъеме одной из сторон [2]. Чтобы обеспечить устойчивое положение автомобиля, необходимо обязательно пользоваться ручником, подкладывая под колеса специальные упоры, а всю работу проводить исключительно на ровной площадке с плотным грунтом.

По периметру днище автомобиля специально усилено прочным металлом, что позволяет исключить повреждение автомобиля при замене колес. Около каждого такого колеса имеется специальная площадка-упор, предназначенная для рабочего штока домкрата, который упирается в сверхпрочный металл и не повреждает пороги автомобиля [3]. Если же автовладелец пренебрегает подобным, то проржавевшие пороги могут просто обвалиться, кузов будет поврежден, а в последующем потребуются выполнять сложный и дорогостоящий ремонт автомобиля.

Колесные диски прикручиваются к ступице при помощи специальных длинных шпилек и болтов, выполненных из качественного материала. Также в данном случае могут использоваться так называемые секретки, для откручивания которых потребуется использовать специальные ключи восьмерки, редко имеющиеся у автоворов. Чтобы исключить кражу колес, а сегодня подобное отмечается повсеместно, не следует экономить на таких болтах, необходимо приобретать специальные секретки, существенно затрудняющие их откручивание при помощи специального инструмента.

Также ни в коем случае не следует прикручивать колесо меньшим количеством болтов, что, по мнению отдельных автовладельцев, обеспечивает прочность фиксации дисков. В действительности же, прикручивая колеса меньшим количеством болтов, мы неизменно увеличиваем на них нагрузку [4]. В итоге, не редкостью являются обрывы таких креплений, что может привести к тяжелым дорожно-транспортным происшествиям.

Также автовладельцу необходимо будет позаботиться о правильной затяжке болтов. Сначала их наживляют, после чего затягивают крест-накрест. Это позволит максимально плотно прикрутить колесо к ступице, но при этом чрезмерно сильно затягивать их также не рекомендуется, так как в последующем болты могут просто прикипеть, а открутить колеса самостоятельно будет в подобном случае невозможно [5].

Проблемы на шиномонтаже, как правило, начинаются в момент установки собранного уже колеса на место. Необходимо обработать поверхность медной высокотемпературной смазкой. Забывчивость обернется сложностями при последующей деинсталляции колеса – диск «прикипит», потребуются усилия и определенная сноровка.

Но самая серьезная недоработка – это затяжка болтов. Во-первых, крепежный элемент нужно размещать в строгом порядке. Для четырехболтовой ступицы – 1–3–4–2, для пятиболтовой – 1–4–2–5–3, для шестиболтовой – 1–4–5–2–3–6. И никак иначе, ведь колесо может встать криво, вызвав непрогнозируемое поведение автомобиля на дороге. Считать, кстати, можно от любого отверстия – здесь важно соблюсти принцип [6, 7]

Во-вторых, шиномонтажные мастерские нередко пренебрегают ключевым элементом безопасности монтажа колесного диска на автомобиль – усилием, с которым закручивают гайки и болты. Для каждого автомобиля этот показатель установлен заводом-изготовителем.

Результаты исследования и их обсуждение. Если правилами пренебречь, то удивляться летящему в соседа по потоку колесу, а также неприятным эмоциям, когда соединение в самый ответственный момент «не поддается», или, хуже того, шпилька выкручивается из ступицы вместе с гайкой, – не стоит.

Заключение. Меняя покрышки самостоятельно, следует придерживаться определенных правил и рекомендаций профессионалов по замене колес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность дорожного движения / В. В. Амбарцумян [и др.]. – Москва: Машиностроение, 2008. – 304 с.
2. Дорожно-транспортные происшествия: нормативные акты, материалы судебной практики, образцы документов / под ред. М. Ю. Тихомирова. – 4-е изд., доп. и перераб. – Москва: Изд. г-на Тихомирова М. Ю., 2008. – 284 с.
3. Берлова, И. С. Психологические особенности участников дорожного движения как фактор безопасности / И. С. Берлова // Ученые записки. – 2010. – Т. 1, № 2 (60). – С. 32–36.
4. Коноплянко, В. И. Основы управления автомобилем и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко, В. В. Зырянов, Ю. В. Воробьев. – Москва: Высшая школа, 2005. – 271 с.
5. Афанасьев, Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля / Л. Л. Афанасьев, А. Б. Дьяков, В. А. Иларионов. – Москва: Машиностроение, 1983. – 212 с.
6. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
6. Системный анализ проблем обеспечения безопасности дорожного движения / В. В. Амбарцумян [и др.]. – Санкт-Петербург: Изд-во СПГАУ, 1999. – 352 с.

ШИК А. В., БОСАК Д. Ю.

**ВНЕСЕНИЕ АГРОХИМИКАТОВ АВИАЦИОННЫМ И
НАЗЕМНЫМ СПОСОБОМ – АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., зав. кафедрой, канд. техн. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Применение сельскохозяйственных беспилотных летательных аппаратов дает большие возможности в сравнении с наземным способом для повышения производительности и эффективности в сельском хозяйстве, в частности в растениеводстве [6]. С точки зрения применения технологии точного земледелия их внедрение имеет много преимуществ, включая повышение урожайности и уменьшение расходов на производство. Вместе с тем имеются трудности использования БПЛА в сельском хозяйстве, включая ограничения в законодательстве и технические сложности [1, 2, 4, 5].

Цель работы. Сравнительный анализ аспектов безопасности использования наземного и авиационного способа внесения агрохимикатов.

Материалы и методика исследований. В статье анализируются требования санитарных норм и правил «Санитарно-эпидемиологические требования к применению средств защиты растений, агрохимикатов и минеральных удобрений» предъявляемые к наземному и авиационному способу внесения агрохимикатов.

Результаты исследования и их обсуждение. Обработка с использованием наземной сельскохозяйственной техники должна проводиться при благоприятных метеорологических условиях и обеспечении безопасных условий труда: скорости ветра не более 4 м/с, относительной влажности воздуха не менее 40 % и не более 80 % и при температуре воздуха, указанной в рекомендациях по применению конкретных препаратов.

При наземном внесении средств защиты растений, удобрений минимальное расстояние от места внесения препаратов до границ земельных участков усадебного типа застройки, до окон жилых домов при мало-, средне-, многоэтажной и повышенной этажности жилой застройки, границ территорий учреждений образования, границ территорий санаторно-курортных и оздоровительных организаций, органи-

заций здравоохранения, границ территорий физкультурно-спортивных сооружений, объектов туризма и отдыха, источников нецентрализованных систем питьевого водоснабжения, мест проведения ручных работ по уходу за сельскохозяйственными культурами должно составлять не менее 50 м.

Минимальное расстояние при наземном внесении простых минеральных удобрений и агрохимикатов не устанавливается. Наземное внесение простых минеральных удобрений проводится после обязательного информирования населения.

Использование авиации при выполнении работ и услуг с применением препаратов допускается только в случаях отсутствия возможности применения наземной техники или необходимости проведения обработок в сжатые сроки на больших площадях.

При выполнении работ с применением препаратов преимущественно должны использоваться летательные аппараты, в том числе сверхлегкие летательные аппараты, с возможно низкой высотой полета, обеспечивающей целенаправленное поступление препаратов на обрабатываемые посевы и исключение загрязнения прилегающей территории. Распыление жидких препаратов с применением летательных аппаратов, не имеющих системы принудительной вентиляции, разрешается только при использовании герметизированной емкости для препаратов.

Перед проведением обработок лесных массивов необходимо заблаговременное (не менее чем за 10 дней до начала работ) оповещение населения о запрете выхода в леса и сбора дикорастущих ягод и грибов до истечения сроков последней обработки, установленные Государственным реестром средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь и рекомендациями по применению конкретных препаратов [3].

Не допускается применение препаратов авиационным методом над зонами отдыха населения, территорией санаторно-курортных и оздоровительных организаций.

При применении препаратов авиационным методом минимальное расстояние должно составлять:

- до границ земельных участков усадебного типа застройки, до окон жилых домов при мало-, средне-, многоэтажной и повышенной этажности жилой застройки, границ территорий садоводческих товариществ и дачных кооперативов – 1 км;

– до поверхностных водных объектов для рыбоводства, границ территорий учреждений образования, границ территорий санаторно-курортных и оздоровительных организаций, границ территорий физкультурно-спортивных сооружений, объектов туризма и отдыха, источников питьевого водоснабжения, объектов животноводства, птицеферм, особо охраняемых природных территорий – 2 км;

– до мест выполнения других работ с применением препаратов, а также от участков под посевами сельскохозяйственных культур, идущих в пищу без тепловой обработки – 2 км.

При невозможности соблюдения выше приведенных условий, применение препаратов авиационным методом не допускается.

Применение препаратов авиационным методом проводится при скорости ветра на рабочей высоте не более 3–4 м/с.

Не допускается применение препаратов авиационным методом при обнаружении людей или домашних животных на территории, подлежащей обработке.

Заключение. Подводя итог можно сказать, что применение БПЛА в качестве средства внесения агрохимикатов имеет существенные, в сравнении с наземным способом, ограничения, приведенные в статье. Требуется владение информацией о месте расположения и границах поверхностных водных объектов для рыбоводства, границ территорий учреждений образования, границ территорий санаторно-курортных и оздоровительных организаций, и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, Н. А. Невестенко [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.
2. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений [Электронный ресурс]: Государственное учреждение «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». – Режим доступа: <https://ggiskzr.by/reestr-szr/> – Дата доступа: 19.03.2025.
4. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
5. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.
6. Щука, М. А. Инновационные технологии в сельском хозяйстве: применение БПЛА для точного земледелия и увеличения урожайности / М. А. Щука // Перспективы развития информационных систем и технологий в современном обществе. – Орел: Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, 2024. – С. 282–288.

УДК 345.67

АРТИМОВИЧ А. А.

**РАВНОМЕРНЫЙ ПОСЕВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
ОДНОДИСКОВЫМ СОШНИКОМ
С ОПОРНО-ПРИКАТЫВАЮЩИМ КАТКОМ**

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Посев сельскохозяйственных культур является одним из самых важных и ответственных агротехнических приемов [1]. Своевременность и хорошее качество посева – основное условие получения высокого урожая всех сельскохозяйственных культур. В зависимости от вида сельскохозяйственной культуры в сельском хозяйстве Республики Беларусь используется достаточное количество различных марок сеялок и сажалок как отечественного, так и зарубежного производства, которые оснащены однодисковыми сошниками [2, 3]. Преимущества однодисковых сошников заключаются в простоте конструкции, малой металлоемкости, хорошей заглубляемости на любых типах почв [4, 5].

Цель работы: Провести обзор однодисковых сошников с опорно-прикатывающими катками, выявить их преимуществ и недостатков и предложить методы устранения выявленных недостатков.

Основная часть. Однодисковые сошники ставят на комбинированных машинах. Они собраны в батареи и одновременно лущат почву и нарезают бороздки. Такие сошники лучше, чем двухдисковые, заглубляются и перерезают корневые остатки, хорошо работают в переувлажненных почвах. Положение дисков относительно направления движения регулируется в пределах 3–8°. Изменением положения раstraбы меняют разброс семян: чем ближе к диску раструб, тем меньше разброс [6].

Однодисковые сошники имеют ряд преимуществ, к которым относятся: более высокая универсальность и надежность работы на любых агрофонах, в том числе и с растительными остатками; простота в обслуживании. Но при их использовании следует учитывать и тот фактор, что после прохода такого сошника остается гребнистая поверхность [7]. Качество работы всех однодисковых сошников (с плоским

либо тарельчатым диском) зависит от угла к направлению движения. При повышенных скоростях посевная бороздка образуется шире и мельче, чем при пониженных. При этом на рыхлой почве грунт откидывается на расстояние, затрудняющее его возврат, а также идет уплотнение верхних слоев почвы и разбивание комочков с помощью опорно-прикатывающих катков. К недостаткам такого типа сошников можно отнести: возможность втягивания растительных остатков в посевную бороздку; быструю изнашиваемость; наличие угла атаки 180° , что приводит к повышенному отбросу почвы и увеличению тягового сопротивления, что ведет к вырыванию его из почвы.

Для решения проблемы увеличения тягового сопротивления нами предлагается, во-первых, установить упругую стойку из пружинной стали с овальными отверстиями для настройки; во-вторых, использовать цилиндр с воздухом под давлением и пружиной. При изменении давления в цилиндре можно регулировать давление на почву.

Заключение. Выполненный обзор и анализ однодисковых сошников показал, что некоторые недостатки можно устранить, а некоторые нельзя, потому что способы их устранения еще не разработаны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
2. Астахов, В. С. Обзор пневматических сеялок для посева зерновых культур / В. С. Астахов, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 89–93.
3. Левчук, В. А. Обзор современных машин для основной обработки почвы / В. А. Левчук, Л. А. Попова, Н. И. Козел // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 148–153.
4. Гайдуков, В. А. Влияние скорости движения, глубины хода дисков, их диаметра на тяговое сопротивление двухдискового сошника для ленточного посева / В. А. Гайдуков, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 104–106.
5. Греков, Д. В. Обзор и исследование двухдисковых сошников с ограничителем глубины заделки клубней картофеля / Д. В. Греков, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 113–115.
6. Приставка к сошнику сеялки СЗС-2,1 для посева семян с одновременным внесением минеральных удобрений // Информ. листок Омского ЦНТИ. – 1985. – № 224–285.
7. Кириченко, В. А. Совершенствование технологического процесса заделки семян и удобрений в почву комбинированными сошниками зерновых сеялок: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В. А. Кириченко; Харьковский ин-т мех. и электр. – Харьков, 1988. – 21 с.

БАЛБОТКИН А. С.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ GPS-НАВИГАЦИИ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Научный руководитель – ИВАНЧИКОВ Г. О., магистр техн. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Современное сельское хозяйство невозможно представить без внедрения передовых технологий, позволяющих оптимизировать производственные процессы и повышать эффективность аграрного сектора. Одной из таких технологий является GPS-навигация, активно используемая в концепции точного земледелия. Данная система позволяет автоматизировать работу сельскохозяйственной техники, минимизировать потери ресурсов, сокращать затраты на топливо и удобрения, а также повышать урожайность. Применение GPS-навигации обеспечивает высокую точность полевых работ и способствует внедрению инновационных методов управления сельскохозяйственным производством [1].

За последние десятилетия точное земледелие получило широкое распространение благодаря развитию спутниковых технологий и цифровизации сельскохозяйственного сектора. Системы GPS позволяют вести контроль за полевыми работами в режиме реального времени, что существенно повышает эффективность агротехнических операций. Однако, несмотря на очевидные преимущества, существуют определённые сложности, связанные с внедрением GPS-навигации, такие как высокая стоимость оборудования и необходимость обучения персонала.

Цель работы. Анализ эффективности использования GPS-навигации в сельском хозяйстве, выявление её ключевых преимуществ, экономической целесообразности и перспектив дальнейшего развития. Исследование направлено на изучение влияния точного земледелия на повышение продуктивности сельскохозяйственных работ и снижение себестоимости продукции.

Материалы и методика исследований. Исследование включает анализ существующих навигационных систем, применяемых в сельском хозяйстве, а также сравнительную оценку их эффективности. Основное внимание уделено следующим аспектам:

- влияние точности GPS-систем на снижение затрат и повышение урожайности;
- роль автоматизированных систем в управлении сельскохозяйственной техникой;
- сравнительный анализ традиционных методов и технологий точного земледелия.

В рамках работы были изучены результаты применения GPS-навигации на крупных сельскохозяйственных предприятиях и фермерских хозяйствах, а также проведён анализ данных, полученных из научных источников и практических наблюдений [2]. Были рассмотрены различные уровни точности GPS, включая базовые системы с точностью до 30 см, системы с коррекцией сигнала (DGPS) и технологии RTK, обеспечивающие точность до 2 см.

Результаты исследования и их обсуждение. GPS-навигация оказывает значительное влияние на точность выполнения полевых работ, что приводит к снижению перекрытий и пропусков. Оптимизация маршрутов движения сельскохозяйственной техники позволяет сократить расход топлива на 10–15 %, а также минимизировать затраты на удобрения и средства защиты растений. Внедрение автоматизированных систем навигации способствует увеличению урожайности на 5–10 %, что обусловлено равномерным распределением удобрений и точностью сева [3, 4].

Дополнительные преимущества GPS-навигации включают:

- снижение нагрузки на оператора сельскохозяйственной техники;
- минимизацию ущерба для почвы за счёт уменьшения количества проходов трактора по полю;
- возможность интеграции с другими цифровыми технологиями, такими как метеорологические станции и автоматизированные системы контроля почвы;
- повышение точности внесения удобрений и средств защиты растений, что снижает их расход и уменьшает негативное влияние на окружающую среду.

Анализ экономической эффективности показал, что внедрение GPS-навигации окупается в среднем за 2–3 года. Основными факторами экономической выгоды являются:

- сокращение затрат на ГСМ;
- снижение износа сельскохозяйственной техники;
- уменьшение объёмов вносимых удобрений и пестицидов;
- увеличение производительности труда операторов.

Кроме растениеводства, GPS-навигация находит применение в животноводстве, где используется для мониторинга передвижения скота и автоматизации кормления. Данные технологии позволяют фермерам эффективно управлять пастбищами и контролировать состояние животных. Также использование спутниковых технологий даёт возможность автоматизированного управления дронами для картографирования полей, анализа состояния посевов и прогнозирования урожайности.

В перспективе ожидается дальнейшее развитие систем точного земледелия, включая интеграцию GPS с технологиями искусственного интеллекта и машинного обучения. Это позволит не только повышать точность полевых работ, но и создавать полностью автономные системы управления сельскохозяйственным производством, способные прогнозировать урожайность и оптимизировать использование ресурсов.

Заключение. Использование GPS-навигации в сельском хозяйстве является важным инструментом повышения эффективности аграрного производства. Внедрение данной технологии способствует сокращению затрат, повышению урожайности и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Дальнейшее развитие GPS-навигации связано с интеграцией технологий искусственного интеллекта и беспилотного управления, что позволит создать полностью автоматизированные системы точного земледелия. Современные тренды в аграрном секторе указывают на необходимость дальнейшей цифровизации, что в свою очередь приведет к еще большей точности и эффективности агропроизводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петрусенко, В. С. Использование сенсорных технологий для оптимизации внесения твердых гранулированных минеральных удобрений в почву и его влияние на сельское хозяйство / В. С. Петрусенко, Г. О. Иванчиков // Вестник БГСХА. – 2024. – № 2. – С. 131–135.
2. Астахов, В. С. Точное земледелие как элемент ресурсосбережения и экологической безопасности / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Молодежь и инновации – 2022. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 87–91.
3. Иванчиков, Г. О. Путь к устойчивому земледелию: минеральные удобрения и инновации / Г. О. Иванчиков, В. С. Астахов // Наше сельское хозяйство: агрономия. – 2023. – № 17. – С. 53 – 55.
4. Астахов, В. С. Концептуальные проблемы механизации дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений и пути их решения / В. С. Астахов, О. В. Гордеенко, Г. О. Иванчиков // Белорусская агропромышленная неделя «БЕЛАГРО – 2023. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 169–172.

БОГАТЫРЕВ Я. Р.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ТРАКТОРОВ И КОМБАЙНОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССКИХ ХОЗЯЙСТВ

Научный руководитель – ИВАНЧИКОВ Г. О., магистр техн. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Сельское хозяйство Республики Беларусь традиционно занимает важное место в экономике страны. Для достижения высокой производительности в аграрной отрасли важнейшую роль играет использование сельскохозяйственной техники. Среди ключевых агрегатов, обеспечивающих продуктивность работы на полях, можно выделить тракторы и комбайны. Однако даже при наличии современных машин, эффективность их работы напрямую зависит от ряда факторов: от технического состояния машин до внешних условий эксплуатации. В условиях белорусских хозяйств, где климат и типы почв могут значительно варьироваться, необходимо эффективно использовать возможности техники, чтобы минимизировать затраты и повысить производительность [1–8].

Основными задачами в этой области являются повышение производительности техники, снижение эксплуатационных затрат и оптимизация работы агрегатов в условиях различных сельскохозяйственных процессов. В данной статье рассматриваются методы оптимизации работы тракторов и комбайнов, а также их влияние на экономику и продуктивность сельскохозяйственных предприятий в Беларуси.

Цель работы. Анализ методов оптимизации работы тракторов и комбайнов в условиях белорусских хозяйств с учетом специфики эксплуатации в различных климатических и почвенных условиях. Основное внимание уделяется исследованию технических, экономических и технологических аспектов, которые влияют на повышение эффективности сельскохозяйственных машин. В работе рассмотрены примеры внедрения инновационных технологий и методов управления, которые позволили значительно улучшить эксплуатационные характеристики техники в аграрных хозяйствах.

Материалы и методика исследований. Исследование основывается на данных о производительности тракторов и комбайнов в различных сельскохозяйственных хозяйствах Беларуси, а также на опыте

внедрения передовых технологий в области агротехники. Для сбора данных использовались следующие методы:

Анализ технического состояния техники. Оценка уровня износа, диагностика основных узлов и механизмов тракторов и комбайнов, анализ состояния двигателей, трансмиссий и систем управления.

Анализ расхода топлива и времени работы. Изучение параметров расхода топлива и времени работы техники в различных условиях, а также расчет экономической эффективности эксплуатации.

Использование современных технологий управления. Оценка внедрения GPS-навигации, автоматических систем управления, а также других передовых решений для повышения точности работы и оптимизации эксплуатации техники.

Практические эксперименты. Полевые испытания по оптимизации работы техники с изменением режимов работы и настройки параметров машин, а также анализ полученных результатов.

Результаты исследования и их обсуждение. Одним из главных аспектов оптимизации работы тракторов и комбайнов является точная настройка всех параметров работы техники. В ходе исследования была выявлена зависимость между качеством работы машин и точностью настройки их систем, что в свою очередь существенно влияет на экономику работы.

Оптимизация скорости движения тракторов и комбайнов.

В одном из хозяйств было проведено исследование, в ходе которого изменялась скорость движения тракторов и комбайнов в зависимости от состояния почвы и типа выполняемой работы. В частности, для тяжелых, влажных и переувлажненных почв была уменьшена скорость движения на 10–15 % по сравнению с оптимальными значениями для сухих почв. Это позволило уменьшить расход топлива на 8–10 %, а также снизить механическое повреждение почвы. В условиях недостаточной влажности почвы увеличенная скорость не только повышала эффективность работы, но и снижала вероятность поломок агрегатов. В то же время при обработке твердых почв снижение скорости приводило к лучшему сцеплению колес с почвой, минимизируя скольжение и износ.

Технические улучшения и настройка двигателей.

Один из важных факторов повышения производительности тракторов и комбайнов – это правильная настройка двигателей. В рамках исследования были проведены тесты на различных агрегатах, где проводилась настройка двигателей на более экономичные режимы работы.

Для тракторов, работающих в условиях больших нагрузок (например, при вспашке или культивации) было установлено, что снижение мощности на 5–10 % в пределах безопасных рабочих нагрузок позволяет уменьшить расход топлива на 12–15 % без ущерба для общей производительности.

Для комбайнов, особенно при уборке зерновых, правильная настройка мощности и работы трансмиссии позволила увеличить эффективность работы на 10–12 %. Важно отметить, что применение таких настроек также продлевает срок службы машины за счет снижения износа двигателей и других рабочих механизмов.

Использование GPS-навигации и автоматических систем управления.

Использование GPS-навигации и автоматических систем управления в сельскохозяйственной технике значительно повышает точность выполнения сельскохозяйственных работ. Например, для тракторов с системой GPS-навигации было отмечено, что уменьшилось перекрытие и пропуски при обработке поля. Такие системы позволяют точно следить за маршрутом движения машины, что особенно важно при работе с большими участками. Это также способствовало снижению расхода топлива и времени на обработку поля.

На комбайнах использование таких систем позволило повысить точность уборки и минимизировать потери урожая, что значительно увеличивает экономическую эффективность. Анализ показал, что такие системы увеличивают производительность уборки на 7–10 %, в зависимости от культуры и состояния поля.

Экономическое воздействие и снижение затрат.

В рамках исследования было проведено сравнение затрат на эксплуатацию техники до и после внедрения оптимизационных методов. В результате было установлено, что оптимизация работы тракторов и комбайнов позволяет снизить эксплуатационные расходы на 15–20 %. Это связано как с экономией топлива, так и с повышением общей производительности, что сокращает время, затрачиваемое на выполнение сельскохозяйственных операций. Например, использование более экономичных режимов работы комбайнов позволило снизить их часовой расход топлива на 10–12 %, что особенно важно при высокой стоимости дизельного топлива.

Кроме того, повышение производительности тракторов и комбайнов позволило ускорить процесс обработки и уборки урожая, что, в свою очередь, улучшило финансовые результаты хозяйств. В ряде слу-

чаев увеличение производительности на 10–15 % позволило предприятиям существенно снизить затраты на единицу площади, повысив общую прибыльность работы.

Внедрение инновационных технологий.

Другим важным аспектом является внедрение инновационных технологий в работу техники. Одним из таких решений стало использование тракторов и комбайнов с адаптивными системами, которые автоматически регулируют рабочие параметры в зависимости от условий на поле. Например, системы, которые автоматически изменяют давление на почву или регулируют скорость вращения рабочих органов, позволяют значительно повысить эффективность работы, снизив механические повреждения почвы и улучшив качество обработки.

Заключение. Оптимизация работы тракторов и комбайнов в условиях белорусских хозяйств является важной и актуальной задачей для повышения производительности и снижения затрат в аграрной отрасли. Применение предложенных методов оптимизации работы тракторов и комбайнов может стать основой для существенного повышения конкурентоспособности белорусских сельскохозяйственных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов В. С. Экологические проблемы применения удобрений в агроценозах / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Главный агроном. – 2024. – № 10. – С. 8–12.
2. Астахов В. С., Левчук В. А., Иванчиков Г. О. Технологии внесения твердых минеральных удобрений / В. С. Астахов, В. А. Левчук, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 94–98.
3. Астахов, В. С. О разработке машины для дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений с высоким качеством / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестник БГСХА. – 2023. – № 1. – С. 143–146.
4. Астахов, В. С. Обзор существующих способов отбора почвенных образцов при дифференцированном внесении удобрений / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 256–262.
5. Иванчиков Г. О. Значение минеральных удобрений в современном земледелии / Г. О. Иванчиков, В. С. Астахов // Главный агроном. – 2024. – № 7. – С. 9–13.
6. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
7. Павловский, В. Точное земледелие – умная технология XXI века / В. Павловский, А. Мучинский, Г. Добыш // Белорусское сельское хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 27–31.
8. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.

БОРТИК Ю. М.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ЧИЗЕЛЬНЫХ КУЛЬТИВАТОРОВ И ПЛУГОВ
В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

Научный руководитель – СЫСОЕВ А. А., ст. преподаватель
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Применение чизельных орудий способствует уничтожению плужной «подошвы», разуплотнению пахотного и подпахотного горизонтов, увеличению корнеобитаемой зоны в почве [1–5].

Основная задача чизельной обработки почвы – улучшить условия выращивания сельскохозяйственных культур. В процессе обработки почва разрыхляется после уплотнения, вызванного как природными условиями, так и применением сельскохозяйственных машин; достигается оптимальное соотношение между пористостью капиллярной системы почвы и атмосферным воздухообменом; активизируются биологические процессы в почве; улучшается её водопроницаемость и происходит накопление запасов продуктивной влаги; повышается плодородие, предупреждается развитие ветровой и водной эрозии почв.

Основная часть. Чизельные орудия даже при многолетней обработке почвы на одну и ту же глубину не способствуют интенсивному образованию плужной подошвы в почве.

При чизельной обработке на поверхности поля остается стерня и корни предыдущего урожая, которые служат барьером против испарений влаги в засушливый период и предотвращают ветровую эрозию.

Применение чизельной обработки, по сравнению с отвальной, обеспечивает:

1. Повышение производительности до 20 %.
2. Повышение урожайности до 30 %.
3. Снижение затрат труда до 17 %.

Современные чизельные орудия подразделяются на три основных типа: чизельные культиваторы, предназначенные для обработки пахотного слоя на глубину до 12...25 см, чизельные плуги для безотвальной обработки почвы на глубину до 45 см и глубоких рыхлителей (subsoiler) для рыхления на глубину свыше 45 см.

Чизельные культиваторы применяются главным образом при основной (первичной) обработке стерневых фонов, а также после пахоты при предпосевной обработке почвы под озимые зерновые культуры, при весеннем рыхлении зяби и рыхлении задернелых пластов после или до вспашки.

Большинство зарубежных фирм, выпускающих почвообрабатывающие машины, поставляют на рынок широкую номенклатуру чизельных культиваторов. Так, фирма Deere & Co производит более 30 моделей чизельных культиваторов. Культиваторы модели 610 этой фирмы выпускаются навесными с 2-брусной рамой и шириной захвата 2,4...6 м. Прицепные культиваторы с 3-брусной рамой имеют ширину захвата от 3,3 до 12,5 м. Широкозахватные культиваторы, как правило, оборудованы 3-секционной рамой, которая складывается в транспортном положении с помощью выносных гидроцилиндров.

В Скандинавских странах и Западной Европе чизельные культиваторы выпускают фирмы Vaderstad (Швеция), Kverneland, Ottavioli, Besson, Kuhn-Huud (Франция), Rabewerk, Knoche (Германия) и др. Ширина захвата европейских чизельных культиваторов составляет 3...8 м.

Характерной особенностью чизельных культиваторов является подпружиненная или упругая стойка, на которой крепятся рабочие органы. Такая конструкция стойки обеспечивает колебание рабочего органа в почве, в результате повышаются ее рыхление и самоочистка от нависших сорняков. Типичным представителем этой группы почвообрабатывающих машин является культиватор-чизельный КЧН-4 фирмы КазНИИМЭСХ, ТОО (Казахстан).

На глубине обработки 25...30 см чизель работает при скорости 6...8 км/ч, требуемая мощность трактора от 3 до 6 кВт на один рабочий орган.

Другой характерной чертой чизельных культиваторов наряду с упругими стойками является то, что они применяются в основном в комбинации с другими рабочими органами: дисками, зубowymi бородами, катками и т. п. В котором комбинируются чизель с дисками и катком. Стрельчатая лапа сочетается с рыхлительным наральником, который в верхней части имеет отгиб в сторону с целью повышения перемешивания стерневых остатков с верхним слоем почвы.

Более сложное комбинированное орудие на базе чизельных культиваторов выпускает фирма Kuhn-Huud. В 3-секционном прицепном орудии последовательно установлены: выравниватель, планчатый ка-

ток, три ряда пружинных рыхлительных зубьев, еще один планчатый каток, каток типа «кротскильд», пружинные зубья для окончательного выравнивания поверхности поля.

С учетом зарубежного опыта в нашей стране разработано семейство унифицированных чизельных культиваторов с упругими спиральными стойками КЧ-5,1; КЧ-5,6. Отечественные чизельные культиваторы снабжаются сменными рабочими органами: рыхлительными наральниками и стрелчатыми лапами.

Чизельные плуги. Важное место в системе почвозащитной технологии обработки почвы занимает чизельная пахота, или безотвальное рыхление почвы на глубину ниже пахотного слоя. Чизельная пахота является альтернативой отвальной пахоте, прежде всего на землях, расположенных на склонах. Современные чизельные плуги чаще всего выполняются навесными с одно - или двухрядным расположением рабочих органов с междуследием от 30 до 50 см. Такая расстановка обеспечивает сплошное рыхление верхнего слоя почвы и оставление небольших гребней на дне борозды.

В зависимости от требуемой расстановки рабочих органов рамы чизельных плугов выполняются 2- и 3-брусными или однобрусной Г-образной формы.

Чизельный плуг ПЧ-4.5 Стойка со сменным долотом на конце, работает ниже плужной «подошвы» и производит рыхление не только пахотного, но и подпахотного горизонта. Разрушая плужную «подошву», чизельная пахота восстанавливает водопроницаемость всего рыхленного слоя, при этом сокращается сток талых и дождевых вод и смыв почвы.

Сравнение культиваторов по параметрам

Агрегат	КЧ-5,1	КНЧ - 4, 2	КНЧ-2,8	КЧД-6
Тип агрегатирования	Прицепной	Навесной	Навесной	Полунавесной
Глубина обработки, см	До 22	3...18	3...18	6...16
Ширина захвата, м	5,1	4,2	3,8	6
Производительность, га/ч	3...4	1,6	3	4,2...6
Рабочая скорость, км/ч	6...10	8...12	8...12	7...10
Масса, кг	1950	1150	900	5500

Рассмотрим, например, плуг чизельный ПЧ-4,5. Плуг чизельный ПЧ-4,5 предназначен для рыхления почвы по отвальным и безотваль-

ным фонам с углублением пахотного горизонта, безотвальной обработки вместо зяблевой и весенней пахоты, глубокого рыхления на склонах и паровых полях.

Применение чизельной обработки позволяет восстановить жизненно важное капиллярное действие почвы, предотвращает водную и ветровую эрозию. Образующий дренаж создаёт условия для лучшего развития корневой системы растений, высвобождает питательные вещества в почве и облегчает доступ удобрений к корням растений

Заключение Проведенный анализ конструкций и рабочих процессов показал, что чизельная обработка эффективно решает проблему плужной подошвы, восстанавливает оптимальную структуру почвы и значительно уменьшает проявления водной и ветровой эрозии. Особенно важно отметить способность этих орудий сохранять стерневые остатки на поверхности поля, что создает естественную защиту от испарения влаги и выдувания плодородного слоя. Современные конструкции чизельных культиваторов и плугов, такие как КЧ-5,1 и ПЧ-4,5, демонстрируют высокую производительность и адаптивность к различным почвенным условиям, что подтверждается практикой их применения.

Комбинированные решения, включающие пружинные стойки, сменные рабочие органы и дополнительные приспособления для выравнивания поверхности, позволяют оптимизировать процесс обработки почвы. При этом достигается существенная экономия топлива и трудовых ресурсов по сравнению с традиционной отвальной вспашкой. Полученные данные свидетельствуют о том, что дальнейшее совершенствование конструкций чизельных орудий и расширение сферы их применения будут способствовать внедрению ресурсосберегающих технологий в сельскохозяйственное производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н. И. Кленин. – Москва: Колос, 2005. – 70 с.
2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
3. Сельскохозяйственные машины / А. Н. Чайчиц [и др.]. – Горки: БГСХА, 2018. – 72 с.
4. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
5. Труфанов, В. В. Глубокое чизелевание почвы / В. В. Труфанов. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 140 с.

ГОЛОВКО И. В.

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Научный руководитель – ЛАБУРДОВ О. П., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

Введение. Инкрустация и дражирование семян перед посевом является важной операцией, влияющей на всхожесть, время прорастания растений и, в конечном итоге, на урожайность сельскохозяйственной культуры, экономическую выгодность для производства [1–7].

Цель работы – на основании анализа литературных источников выделить основные процессы, описать технические средства для дражирования и инкрустации. Выявление преимуществ и недостатков рассматриваемых технологических приемов.

Материалы и методика исследования. К материалам проводимого исследования можно отнести литературные источники по выбранной теме, натурные образцы технических средств для рассматриваемых процессов.

Основная часть. Инкрустация – это обработка поверхности семян смесью компонентов, в состав которой обязательно включают клеящие вещества с целью создания оболочки, за которой очертания семян сохраняются, но частично изменяются размеры и форма. В качестве клеящих компонентов обычно используют NaКМЦ (натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы), ПВС (поливиниловый спирт), силикатный клей. Смесью компонентов для инкрустации может состоять из инертных органических и минеральных веществ, инсектофунгицидов, красителей, клеящих веществ и стимуляторов роста. Добавление стимуляторов роста в раствор или смесь для обработки семян – самый эффективный и экономичный способ их использования.

Дражирование семян – это комплексный прием, который включает нанесение на семена инертных органических и минеральных веществ с целью получения равномерной шароподобной формы каждого семени. Такая защитно-питательная оболочка, увеличивая размеры семян, упрощает посев (особенно мелкосемянных культур), повышает равномерность размещения в почве, позволяет производить посев на конечную густоту (без прореживания всходов). Кроме того, все компоненты

надежно закрепляются на семени. Недостатком дражированных семян можно назвать повышенные требования к влажности почвы в период посева, так как часть воды впитывается оболочкой.

Наиболее массовых и популярной машиной для протравливания семян остается ПС-10, ПС-10А и ПС-20 (модернизированный).

Что дает инкрустация семян:

1. Сохраняет урожай.
2. Повышает полевую всхожесть.
3. Отодвигает сроки поражения растений в период вегетации.
4. Улучшает качество.

Требования при инкрустации семян:

1. Наличие калибровки и очистка от загрязнителей позволяющие на 20 % уменьшить количество патогенов на семенах

2. Подбор квалифицированного персонала на протравливание семян (машинист и разнорабочие)

3. Медосмотр рабочего персонала

4. Обеспеченность средствами индивидуальной защиты – спецодежды (комбинезон или специальный костюм и брюки) – резиновые сапоги – респиратор РПГ-67 (патроны меняются через каждые 60 часов работы) – защитные очки.

5. Время работы при протравливании одной смены - 4 часа

6. Спецпитание

7. Регулировка протравочной машины

8. Наличие специальной площадки, с твердым покрытием (асфальт или бетон)

9. Выбор препаратов на основе фитоэкспертизы семян

10. Приготовление рабочего раствора.

Протравливатель ПС-10 (Рис 1, а) включает в себя следующие основные узлы: заправочный насос, резервуар для рабочей жидкости с гидрокommunikациями, зерновой бункер датчиками уровня жидкости и механической мешалкой, протравливатель оборудован механизмом передвижения, системой для отсоса пыли и очистки воздуха, распылитель суспензии, дозатор изменения выпускного отверстия.

Схема протравливания (рисунок).

1. Семена подаются в зерновой бункер загрузочным транспортером
2. Из зернового бункера семена поступают в протравочную камеру
3. Семенной диск распределяет зерно по всему периметру камеры
4. Через распылитель, под давлением подается рабочий раствор.

Особое внимание нужно уделять на распылитель, в большинстве слу-

чаев она не распыляет, а просто течет струей.

5. Дополнительное перемешивание семян и препарата осуществляется в смесительной камере и в процессе выгрузки.

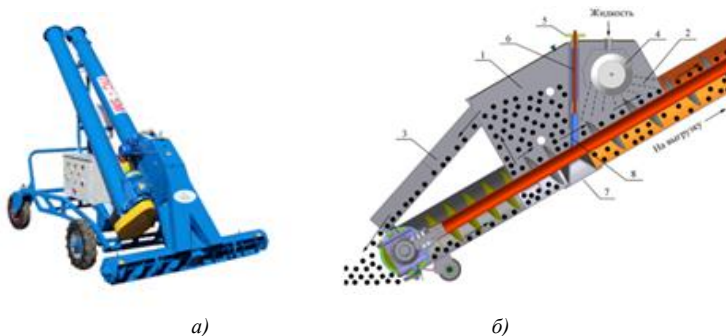


Рис. Протравитель ПС-10: а) общий вид; б) технологическая схема: 1 – бункер; 2 – камера смешивания; 3 – канал сброса излишков семян; 4 – форсунка; 5 – маховичёк регулировочный; 6 – винт регулировочный; 7 – съемный делитель потока; 8 – окно дозировочное

Регулировка протравочных машин:

1. Регулировка подачи суспензии осуществляется насосом дозатором

2. Настройка подачи зерна производится рычагом регулировки, ориентируясь по данным таблиц

3. При работающей машине из выгрузного шнека отбирают два-три мешка зерна, засекают время их отбора, взвешивают и точно определяют производительность машины.

Например, если в течение двух минут набралось 160 кг зерна, то часовую производительность (Р) машины можно определить по формуле:

$$P = (0,06xm)/t$$

где 0,06 – коэффициент;

m – масса отобранного зерна (160 кг.);

t – время отбора пробы (2 минуты).

$$P = (0,06 \times 160) / 2 = 4,8 \text{ т/ч}$$

Исходя из этой производительности, настраивают насос-дозатор на нужный расход рабочей жидкости.

При расходе 10 л на 1 т семян насос должен подавать 48 л жидкости в час, или 0,8 л/мин.

4. Уточняют расход путем отбора пробы при работающем насосе с помощью секундомера и любой мерной емкости.

Преимущества инкрустации семян: семена, прошедшие процесс инкрустации, имеют более привлекательный внешний вид, поскольку после обработки их внешняя окраска приобретает синий, зеленый, желтый, алый или другие яркие и нарядные оттенки; процесс инкрустирования семян увеличивает всхожесть более, чем на 10 %, при этом общая урожайность продукции может возрасти до 15 %.

Заключение. На основании проведенного исследования можно сделать следующее заключение: 1) рассматриваемые технологические приёмы дражирования и инкрустации являются неотъемлемой частью технологии возделывания соответствующих культур; 2) современные технические средства требуют совершенствования для снижения влияния имеющихся недостатков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астапенко, И. М. Эффективные технологические процессы предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур и их анализ / И. М. Астапенко, О. П. Лабурдов, А. А. Сысоев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 97–100.
2. Дринча, В. М. Основные принципы предпосевого химического протравливания и физического обеззараживания семян / В. М. Дринча, Б. Цыдендоржиев, Е. И. Кубеев // Аграрный эксперт. – 2009. – № 3.
3. Ефимова, С. Г. Предпосевная подготовка семян дражированием / С. Г. Ефимова, А. Ф. Триандафилов / Бюллетень НИПТИ АПК Республики Коми. – Сыктывкар, 2007. – С. 298–308.
4. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
5. Сысоев, А. А. О классификации способов предпосевной обработки семян и дражирователей / А. А. Сысоев, Д. А. Михеев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 343–350.
6. Сысоев, А. А. Создание искусственных оболочек как путь к повышению посевного потенциала отечественных семян / А. А. Сысоев, Д. А. Михеев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 267–271.
7. Сысоев, А. А. Физико-механические свойства семян рапса без обработки и с искусственной оболочкой / А. А. Сысоев, Д. А. Михеев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 148–151.

ДЮРДЕВ М. М.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УБОРКИ УРОЖАЯ

Научный руководитель – ИВАНЧИКОВ Г. О., магистр техн. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Уборка урожая является завершающим этапом в агро-производственном цикле и одним из самых важных процессов в сельском хозяйстве. Качественная и своевременная уборка позволяет сохранить урожай в оптимальных условиях, минимизируя потери и обеспечивая его высокое качество. Механизация этого процесса имеет решающее значение для повышения производительности и эффективности аграрного сектора. Современная техника, способная эффективно проводить уборку различных культур, от зерновых до картофеля и овощей, является основой успешного сельскохозяйственного производства [1–6].

Цель работы. Исследование механизации процесса уборки урожая в сельском хозяйстве. В частности, рассматриваются основные виды сельскохозяйственной техники, используемой для уборки различных культур, анализируются проблемы и особенности ее применения, а также предлагаются пути решения существующих трудностей для повышения эффективности этого процесса.

Материалы и методика исследований. Использовались данные из открытых источников, включая статистику сельскохозяйственного производства, отчеты аграрных предприятий, а также технические характеристики и эксплуатационные данные сельскохозяйственной техники, используемой для уборки урожая. В работе использована методика анализа текущих процессов механизации уборки урожая на крупных и малых сельскохозяйственных предприятиях, а также изучение инновационных решений, внедряемых для повышения эффективности.

Результаты исследования и их обсуждение. Механизация уборки зерновых культур. Основной техникой, используемой для уборки зерновых культур, являются зерноуборочные комбайны. Эти машины позволяют не только убирать урожай, но и очищать, обмолачивать и разделять зерно. Современные зерноуборочные комбайны оснащены мощными двигателями, высокоэффективными системами очистки и

регулируемыми для различных типов зерна. Такие машины значительно повышают скорость уборки и минимизируют потери урожая.

Механизация уборки картофеля и овощных культур. Для уборки картофеля применяются специализированные картофелеуборочные комбайны, которые эффективно извлекают клубни из почвы, очищают их от грязи и сортируют. Эти машины могут работать на различных типах почвы, что важно для обеспечения высокой урожайности. Механизация уборки овощных культур, таких как морковь, свекла и капуста, также требует использования специализированной техники. Комбайны и машины для уборки овощей позволяют минимизировать потери продукции и ускорить процесс сбора.

Механизация уборки зернобобовых и других культур. Для уборки таких культур, как подсолнечник, соя и бобовые, используются специальные комбайны, которые обладают дополнительными устройствами для очистки и сортировки зерна. Техника должна учитывать особенности каждой культуры, так как они имеют разные стадии созревания и характеристики растительности. С ростом площади посевов этих культур во многих странах наблюдается увеличение интереса к специальной технике для их уборки, что позволяет повысить эффективность работы и сократить трудозатраты.

Проблемы механизации уборки урожая. Несмотря на успехи в области механизации, существует несколько проблем, с которыми сталкиваются сельскохозяйственные предприятия:

Высокая стоимость техники. Современные комбайны и другие машины для уборки урожая требуют значительных капиталовложений. Особенно сложная ситуация наблюдается в малых и средних хозяйствах, где высокая стоимость техники и запчастей может стать серьезным барьером для ее приобретения.

Нехватка квалифицированных специалистов. Уборка урожая требует высокого уровня квалификации обслуживающего персонала. Не все сельскохозяйственные предприятия могут позволить себе обучение специалистов, что может привести к неэффективному использованию техники.

Сезонные пики нагрузки. В период уборки урожая техника подвергается интенсивной эксплуатации, что увеличивает вероятность поломок и снижает эффективность работы. Необходимость в ремонте и техническом обслуживании в сезон уборки также является проблемой, требующей решений на уровне предприятий и сервисных центров.

Рекомендации по улучшению механизации уборки урожая. Для улучшения механизации процесса уборки урожая можно предложить следующие рекомендации:

1. Инвестиции в обновление парка техники. Важно уделить внимание обновлению техники, чтобы обеспечить эффективную уборку урожая. Особое внимание следует уделить закупке универсальных машин, которые могут работать с разными культурами, что позволит снизить затраты на технику.

2. Развитие системы подготовки кадров. Необходима система обучения специалистов, которая позволит сельскохозяйственным предприятиям повысить квалификацию обслуживающего персонала и обеспечить правильную эксплуатацию техники.

3. Оптимизация сервисного обслуживания. Развитие сети сервисных центров и мобильных мастерских, которые могут оперативно устранять поломки техники в период уборки, поможет значительно повысить эффективность работы в сезон уборки.

Заключение. Механизация процесса уборки урожая является важным фактором, определяющим эффективность сельскохозяйственного производства, особенно в условиях увеличения масштабов аграрной деятельности и роста потребности в продовольствии. Современные технологии и специализированная техника позволяют значительно повысить производительность труда, снизить потери урожая и улучшить его качество, что играет ключевую роль в повышении рентабельности сельскохозяйственных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
2. Машины и оборудование в растениеводстве / А. В. Ключков [и др.]. – Минск: РИВШ, 2021. – 448 с.
3. Петровец, В. Р. Производственные технологии и техническое обеспечение процессов в сельскохозяйственном производстве / В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2022. – 240 с.
4. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.
5. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
6. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.

ИВАНОВ Е. А.

**ОБЗОР И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ
МЕХАНИЗАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ
СМЕШАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Главный материальный ресурс сельского хозяйства – это средства химизации земледелия: минеральные и органические удобрения, известковые материалы и пестициды [3, 4, 6, 7]. В совокупности стоимость перечисленных средств химизации земледелия составляет (в расчете на 1 год) без малого 1 млрд. долларов США.

Отметим, что наведение порядка в данной сфере, разумное применение этого ресурса объективно станет прорывным направлением в оздоровлении всего сельского хозяйства.

Цель работы: рассмотрение на предмет актуальности для условий Беларуси еще одного направления повышения эффективности применяемых минеральных удобрений, которое ряд десятилетий достаточно широко практикуется в разных странах Европы, в Америке, Канаде, Японии, – это применение смешанных минеральных удобрений.

Основная часть. Совершенно очевидно, что хозяйское применение средств химизации является основой повышения результативности всего растениеводческого и, как следствие, животноводческого цеха страны, что обеспечит в конечном счете существенное увеличение производства более качественных и более дешевых продуктов питания для нашего населения и для продажи на экспорт. Образно говоря, химизация – это то «звено, потянув за которое, можно вытащить всю цепь», т. е. сельское хозяйство.

Цель достижима при непременно выполнении главного условия – обеспечения данной сферы сельского хозяйства материально-технической инфраструктурой под полную потребность.

Количество применяемых твердых минеральных удобрений в последние годы колеблется от 1,5 до 1,6 млн. тонн в действующем веществе. В физической массе это почти 4 млн. тонн. Жидких минеральных удобрений (КАС) ежегодно применяется 500–540 тыс. тонн [2].

Какие же причины порождают описанную выше ситуацию в сфере применения минеральных удобрений?

Первая причина. Механические потери удобрений на пути от завода до поля. Они, как правило, не учитываются, а списываются на урожай. При современной несовершенной материально-технической инфраструктуре, главными в которой являются дефицит складов системы РО «Белагросервис», отсутствие современных глубинных складов хозяйств, специального транспорта для перевозки, потери минеральных удобрений составляют не один десяток тысяч тонн [1].

Вторая причина. Высокая неравномерность распределения удобрений по полю при их внесении, что является следствием использования несовершенной техники [5].

Третья причина. Несоблюдение оптимальных агротехнических сроков подкормки сельскохозяйственных культур, что является следствием нехватки специальных машин (подкормщиков), а если открыто, то таковых совсем нет.

Кроме названных причин снижение содержания в почве гумуса, повышение кислотности почв во многих районах республики послужили также причиной снижения эффективности применяемых минеральных удобрений.

Сказанное выше абсолютно доказывает актуальность, народнохозяйственную значимость проблемы повышения эффективности применяемых минеральных удобрений, что позволит существенно повысить урожайность основных сельскохозяйственных культур и тем самым повысить окупаемость удобрений в 1,8–2 раза.

Особо следует подчеркнуть, что получить такой результат возможно, не увеличивая объемы минеральных удобрений по сравнению с применяемыми.

Пути решения озвученных выше проблем известны как ученым-агроинженерам, агрохимикам, так и специалистам, руководителям сельскохозяйственных предприятий и АПК страны.

Тукосмеси могут быть получены двумя способами: путем механического смешивания твердых минеральных удобрений и заводским способом, в процессе которого смешивание удобрений совмещается с обработкой кислотами, аммиаком и другими химикатами, а также грануляцией полученного продукта.

В последние годы в нашей республике разработан и налажен выпуск комплексных удобрений под некоторые сельскохозяйственные культуры. Применение комплексных удобрений по сравнению с одно-

сторонними туками позволяет внести весь необходимый комплекс питательных элементов для растения за один проход сельскохозяйственной техники [7–9].

Неудобства, связанные применением таких удобрений, изготовленных промышленным способом, заключаются в том, что соотношение питательных элементов в них устанавливается заранее и тот или иной элемент для данных конкретных условий может содержаться в избытке или оказаться недостаточным.

Заключение. Тукосмешение на местах позволяет готовить широкий ассортимент тукосмесей с необходимым соотношением (N:P:K) применительно к каждой культуре в конкретных почвенно-климатических условиях, что обеспечивает получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. Повышение эффективности использования твердых минеральных удобрений путем решения проблем их хранения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 85–88.
2. Астахов, В. С. Технологии внесения твердых минеральных удобрений / В. С. Астахов, В. А. Левчук, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 94–98.
3. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
4. Босак, В. Оптимизация питания растений / В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
5. Козел, Н. И. Дисковый рабочий орган для разбрасывания твердых органоминеральных удобрений / Н. И. Козел, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 120–122.
6. Левчук, В. А. Обзор современных машин для химической защиты растений / В. А. Левчук, В. А. Гайдуков, Н. И. Козел // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 143–147.
7. Влияние органо-минерального удобрения на деятельность почвенных фосфатмобилизирующих микроорганизмов и разработка оптимальных составов удобрительных композиций / О. Б. Дормешкин, О. С. Игнатовец, Д. С. Сергиевич [и др.] // Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической, нефтегазовой и пищевой промышленности. – Ташкент, 2021. – С. 174–175.
8. Применение однокомпонентных и комплексных удобрений / В. Н. Босак, О. Б. Дормешкин, А. Ф. Минаковский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 30 с.
9. Эффективность применения новых видов поликомпонентных минеральных удобрений / В. Н. Босак, О. Б. Дормешкин, А. Ф. Минаковский [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГТАУ, 2016. – С. 18–20.

ЖЕРНОСЕК Е. А., МЕЛЬНИКОВ В. А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ НА ШТАНГАХ ПОЛЕВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

Научный руководитель – ГОРДЕЕНКО О. В., канд. техн. наук, доцент
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Эффективность производства любой сельскохозяйственной культуры во многом зависит от своевременного и качественного выполнения всех сельскохозяйственных работ, предусмотренных применяемой технологией [1, 3]. Опрыскивание рабочими растворами пестицидов – одна из значимых операций практически в любой технологии производства продукции растениеводства. Ветер – один из существенных факторов, влияющих на снос распылённых капель из зоны обработки, что является ограничивающим фактором безопасного применения пестицидов. Для решения проблемы сноса капель и повышения эффективности опрыскивания на штангах опрыскивателей используют различные технические решения, одним из которых является установка ветрозащитных устройств.

Цель работы: Повышение эффективности использования штанговых опрыскивателей в сельском хозяйстве путем уменьшения nepроизводительных потерь пестицидов из-за сноса.

Материалы и методика исследований. Обзор и анализ существующих способов опрыскивания с использованием ветрозащитных устройств.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ конструкторских решений, принимаемых операторами разных стран с целью уменьшения сноса и повышения эффективности опрыскивания, показывает, что одним из направлений решения проблемы является защита факела распыла ветрозащитными устройствами.

Ветрозащитные устройства могут быть пассивного, активного и комбинированного действия [2]. Наиболее сложной является активная система (рисунок 1).

Для воздушного сопровождения факела распыла и проникновения капель в растительный полог необходима значительная скорость воздуха. В этом случае опрыскиватель оборудуют дополнительным вентилятором для нагнетания воздуха и системой его распределения вдоль штанги.



Рис. 1. Ветрозащитные устройства активного действия

Наиболее простыми и экономически дешевыми являются пассивные ветрозащитные устройства (кожухи, щитки) (рисунок 2).



Рис. 2. Ветрозащитные устройства пассивного действия

Опрыскивание с кожухами, произведенными фирмами Flexi-Coil, Rogers Engineering, AgShield и Brandt, показали уменьшение сноса капель до 80 % [4].

Комбинированные защитные устройства представляют собой сочетание предыдущих устройств: как пассивных (ограждение от ветра), так и активных (использование энергии воздушного потока).

Принцип действия комбинированных защитных устройств реализован фирмой Wingssprayer на штанге опрыскивателя в виде двойного крыла (жалюзийной решетки) (рисунок 3).

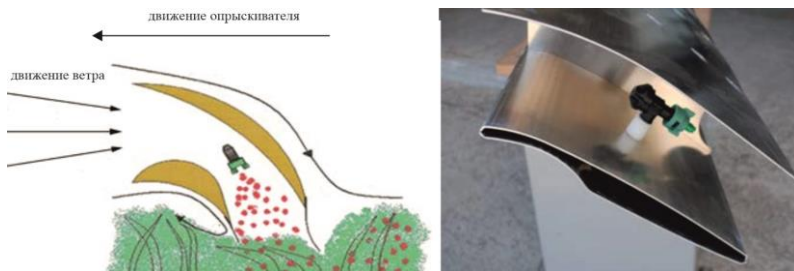


Рис.3. Ветрозащитные устройства комбинированного действия

Ветрозащитные устройства, выполненные в виде жалюзийной решетки позволяет разделить и перенаправить создаваемый ветром воздушный поток в направлении обрабатываемого объекта. Количество перенаправленных потоков определяется количеством установленных пластин.

Условием правильной работы таких ветрозащитных устройств является исключение оседания капель на их рабочие элементы, то есть в любой момент времени траектория движения капли в факеле распыла не должна пересекать оси рабочих элементов.

Заключение. Для обеспечения требуемого качества внесения пестицидов и снижения их потерь из-за сноса ветром штанги опрыскивателей комплектуются ветрозащитными устройствами. По принципу действия их можно разделить на пассивные, активные и комбинированные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
2. Крук, И. С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей / И. С. Крук, Т. П. Кот, О. В. Гордеенко. – Минск : БГАТУ, 2015. – 284 с.
3. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
4. We need better drift control technologies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sprayers101.com/we-need-better-drift-control-technologies/>. – Дата доступа: 08.02.2025.

КИРИЧЕНКО М. С.

МАШИНЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Научный руководитель – СЫСОЕВ А. А., ст. преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Современное растениеводство сталкивается с рядом вызовов, связанных с необходимостью повышения производительности и эффективности аграрного производства. Уборка урожая и заготовка кормов являются ключевыми этапами в агрономическом цикле, от которых зависит не только количество, но и качество получаемой продукции [1–4].

Кукуруза, как одна из основных сельскохозяйственных культур, занимает значительное место в аграрном секторе многих стран. Она используется не только в качестве продовольственного продукта, но и как корм для скота, что делает ее заготовку особенно актуальной [5–7].

Целью исследования является анализ эксплуатационных характеристик комбайна КПК-3000, а также оценка его эффективности в условиях реального производства.

Таким образом, данное исследование направлено на выявление возможностей оптимизации процессов уборки и заготовки, что, в свою очередь, может способствовать повышению общей эффективности растениеводства и устойчивости аграрного сектора.

Цель работы – комплексный анализ эксплуатационных характеристик комбайна КПК-3000 при уборке кукурузы и заготовке силоса, а также оценка его эффективности в различных агрономических условиях.

Материалы и методика исследования. Кормоуборочный комбайн – сельскохозяйственная техника, с помощью которой осуществляется скашивание кормовых культур, а также измельчение зеленой массы и ее уборка. В последующем из собранной зеленой массы производят корма для животных, такие как сенаж и силос.

Кормоуборочные комбайны принято классифицировать по следующим признакам: принцип агрегатирования, тип измельчителя, функциональность, дополнительные возможности и ТТХ.

Кормоуборочный комплекс FS3000 (КГ-6) включает в себя универсальное энергосредство MS280 и агрегируемые с полунавесным кормоуборочным комбайном КПК-3000 с комплектом легкозаменяемых адаптеров. Полный кормоуборочный комплекс – это «четыре в одном».

Комбайн производится в двух модификациях: КПК-3000 и КПК-3000А. Если комбайн используется на уборке кукурузы на силос, лучше выбрать вариант КПК-3000А с устройством активного типа для доизмельчения зёрен кукурузы восковой и полной спелости. При уборке трав доизмельчитель демонтируют, заменяя его проставкой с гладкими стенками.

Комбайн предназначен для скашивания кукурузы, в т.ч. фазе восковой спелости зерна, сорго, подсолнечника и других высокостебельных культур, скашивания зеленых и подбора из валков подвяленных, сеяных и естественных трав с измельчением и погрузкой в транспортные средства.

Установка высоты среза жаткой для грубостебельных культур обеспечивается установкой лыж на боковых делителях в одно из двух нижних положений (третье положение используется для навески жатки) и регулированием колес измельчителя комбайна в положение, обеспечивающее расстояние 345...390 мм от оси ролика рамы навески жатки до земли. При этом основание силосопровода измельчителя комбайна КПК-3000 должно занимать вертикальное положение.

Факторы, обеспечивающие получения качественного корма определяется главным образом технологией его заготовки, основными элементами которой являются: подготовка траншеи, уборка в оптимальные фазы вегетации, оптимальная влажность, высота среза, измельчение сырья и длина резки, консерванты, укладка, трамбовка и герметизация.

Во время наблюдения за процессом созревания важно обращать внимание, как на початки, так и на все растение в целом, поскольку усвояемость этих обоих компонентов развивается по-разному. Оптимальное содержание сухого вещества (СВ) всего растения (30–35 %) отмечается, как правило, тогда, когда в початках заканчивается отложение крахмала (содержание сухой массы початков: 50–55 %). Это тот момент, когда зерно можно поцарапать ногтем пальца. Ранняя уборка (при содержании СВ < 30 %) приводит к нежелательным потерям сока растений. Слишком поздняя уборка (> 35 % СВ) не сможет гарантировать оптимальную трамбовку.

Для получения высококачественного кукурузного силоса необходимо стремиться убирать кукурузу при содержании сухого вещества 30–35 %. В этом случае, потери при силосовании будут минимальными, а поедаемость – высокая. То есть уборку кукурузы проводят в молочно-восковую и восковую спелость при содержании сухого вещества 30–35 % и наивысшей концентрации энергии 10,5–11,7 МДж, силосоуборочными комбайнами. Силосную массу транспортируют тракторными прицепами.

Уборка силосных культур не должна превышать десяти дней. При скашивании толстостебельных культур комбайном высота среза не должна превышать 80...100 мм, тонкостебельных 50...60 мм. Растения влажностью 65–75 % нужно измельчать на отрезки 20...30 мм, влажностью 75–80 % – 40...50 мм и влажностью свыше 80 %.

Количество частиц заданного размера по массе должны составлять не менее 70-75 %, остальные должны быть крупнее не более, чем в 1,5 раза.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе проведенного исследования были изучены эксплуатационные характеристики комбайна КПК-3000 при уборке кукурузы и заготовке силоса. Основные результаты представлены в таблице, где указаны показатели производительности, качества работы и затрат времени на различные этапы процесса.

Показатели работы комбайна КПК-3000

Параметр	Значение
Производительность (га/ч)	2,5
Время на уборку (ч)	4,0
Качество измельчения (мм)	5-10
Потери при уборке (%)	2,5
Затраты топлива (л/га)	15

Анализ данных показал, что комбайн КПК-3000 демонстрирует высокую производительность, что позволяет эффективно использовать его в условиях массовой уборки кукурузы. Время на уборку одного гектара составило в среднем 4 часа, что является конкурентоспособным показателем по сравнению с аналогичными моделями.

Качество измельчения кукурузы, достигнутое при использовании данного комбайна, варьировалось в пределах 5–10 мм, что соответствует требованиям для дальнейшего хранения и переработки силоса. Потери при уборке составили 2,5 %, что также является приемлемым значением, учитывая сложные условия работы и особенности культуры.

Результаты исследования подтверждают эффективность использования комбайна КПК-3000 для уборки кукурузы и заготовки силоса. Высокая производительность и низкие потери при уборке делают его оптимальным выбором для сельскохозяйственных предприятий, стремящихся к максимизации урожайности и минимизации затрат.

Однако, несмотря на положительные результаты, необходимо учитывать ряд факторов, которые могут повлиять на эффективность работы комбайна. Во-первых, погодные условия, такие как влажность почвы и атмосферные осадки, могут значительно изменить производительность и качество работы. Во-вторых, состояние полей и плотность посевов также играют важную роль в итоговых показателях.

Кроме того, для повышения эффективности работы комбайна КПК-3000 рекомендуется проводить регулярное техническое обслуживание и настройку оборудования, что позволит минимизировать риски поломок и повысить общую производительность.

Заключение. Результаты нашего исследования подчеркивают важность выбора правильного оборудования для уборки кукурузы и заготовки силоса. Комбайн КПК-3000, благодаря своим характеристикам, может стать надежным помощником в современных аграрных практиках, способствуя повышению эффективности и устойчивости АПК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
2. Машины и оборудование в растениеводстве / А. В. Клочков [и др.]. – Минск: РИВШ, 2021. – 448 с.
3. Петровец, В. Р. Производственные технологии и техническое обеспечение процессов в сельскохозяйственном производстве / В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2022. – 240 с.
4. Петровец, В. Р. Техническое обеспечение процессов машинно-тракторных агрегатов, транспортных и погрузочных средств / В. Р. Петровец, Д. В. Греков. – Горки: БГСХА, 2023. – 32 с.
5. Агроэкономическая эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы / О. Н. Марцуль, В. Н. Босак, Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева // Почва, удобрение, урожай. – Минск, 2010. – С. 105–108.
6. Марцуль, О. Н. Влияние удобрений на продуктивность кукурузы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / О. Н. Марцуль, В. Н. Босак, Т. М. Серая // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 2. – С. 190–197.
7. Серая, Т. М. Экономическая эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы / Т. М. Серая, В. Н. Босак, Е. Н. Богатырева // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы. – Пинск, 2008. – С. 61–62.

КОЗЕЛ Н. И.

**ВНЕСЕНИЕ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ ДИСКОВЫМИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯМИ**

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Реализация интенсивных ресурсосберегающих растениеводческих технологий невозможна без применения высокопроизводительных машин для внесения твердых минеральных удобрений, выполняющих распределение последних по поверхности поля с заданными показателями равномерности [1–3].

Между тем часто, даже в пределах одной партии, минеральные удобрения могут различаться по гранулометрическому составу и массе гранул, что в конечном счете повышает риск возникновения недопустимых показателей равномерности распределения удобрений по ширине захвата распределительных машин.

Цель работы: Разработать распределительный диск к машине для внесения твердых минеральных удобрений РУ-7000, снижающий неравномерность распределения гранулированных минеральных удобрений по ширине захвата машины.

Основная часть. Дисковые распределители твердых минеральных удобрений по праву являются наиболее массовыми вследствие простоты конструкции и небольшой стоимости в сравнении с другими типами распределителей, например, штанговыми. Результаты работы центробежных дисковых распределителей в большой степени зависят от состояния материала (удобрений) и часто не стабильны по такому показателю, как равномерность распределения по ширине захвата.

Повышение равномерности внесения минеральных удобрений не только позволит обеспечить растениям качественное питание в период вегетации, но и увеличит ширину захвата центробежного распределителя за счет уменьшения зон перекрытия в смежных проходах, что в конечном счете положительно скажется на производительности машины и снизит себестоимость операции внесения удобрений в целом.

Разработанный рабочий орган для распределения удобрений содержит круглый, вращающийся в горизонтальной плоскости диск с установленными на нем на одинаковом расстоянии друг от друга комбинированными лопатками, отличающийся от серийного тем, что ком-

бинированные лопатки выполнены плавно расширяющимися по высоте к периферии диска. Кроме того, рабочая плоскость лопаток снабжена направляющими пазами вдоль рабочей плоскости. Для точной настройки лопатки могут поворачиваться относительно диска и крепиться в трех положениях.

При вращении диска минеральные удобрения поступают на его центральную часть и перемещаются на диске по направлению к комбинированным лопаткам и далее по плавно расширяющимся направляющим пазам вдоль рабочей плоскости лопаток к их торцевой части и рассеиваются по полю. При этом на лопатках смесь удобрений может сепарироваться, а значит, перемещаться вдоль лопатки с разной линейной скоростью. В целом эффект сепарации приводит к тому, что более легкие и более тяжелые фракции распределяются на одинаковую установленную ширину захвата с высокой равномерностью.

Перемещение лопаток по углу поворота приводит к изменению величины и направления скорости полета частиц и тем самым к обеспечению более равномерного распределения частиц по поверхности поля для разных видов минеральных удобрений. Для смены угла в диске и лопатках предусмотрены отверстия. Все детали распределительного диска изготовлены из нержавеющей кислотостойкой стали.

Предложенная конструкция диска распределителя минеральных удобрений повышает равномерность распределения гранулированных удобрений по площади поля, что в результате повышает урожайность возделываемых культур.

Заключение. Таким образом, разработанная конструкция распределительного рабочего органа к машине для внесения минеральных удобрений РУ-7000 позволяет: улучшить технологические возможности машины за счет увеличения ширины захвата; обеспечить равномерное внесение твердых минеральных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. Технологии внесения твердых минеральных удобрений / В. С. Астахов, В. А. Левчук, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 94–98.
2. Козел, Н. И. Дискковый рабочий орган для разбрасывания твердых органоминеральных удобрений / Н. И. Козел, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 120–122.
3. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.

ШИК А. В., КОЗЛОВ Р. П.

**ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СЕНСОРНЫХ
МОДАЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ВОСПРИЯТИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ
В УСЛОВИЯХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., зав. кафедрой, канд. техн. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Несмотря на колоссальный прогресс в автоматизации сельского хозяйства, автоматизированные сельскохозяйственные машины еще не достигли коммерческого масштаба [1] из-за ряда препятствий, включая безопасность систем машин, конфиденциальность данных, первоначальные инвестиционные затраты, сопутствующие расходы и отсутствие знаний об их потенциальных преимуществах [2, 3].

Надежное обнаружение препятствий в сельскохозяйственных условиях является сложной задачей из-за сложной и неструктурированной природы таких сред. Кроме того, алгоритмы обучения для всех возможных препятствий сложны, поскольку многие опасности имеют замаскированный вид или структуры и разнообразны. Существует четыре основные категории препятствий, встречающихся в сельском хозяйстве, включая положительные, отрицательные и движущиеся препятствия, а также деформируемую местность [4, 5].

Цель работы: анализ сенсорных модальностей в качестве вариантов повышения безопасности автоматизированных сельскохозяйственных машин.

Материалы и методика исследования. В работе использованы материалы исследований исследователей в области автоматизации производственных процессов в сельском хозяйстве.

Результаты исследования и их обсуждение. Приведем преимущества и недостатки различных сенсорных модальностей для восприятия внешней среды. Выделяют следующие виды сенсорных модальностей: стереокамеры, ЛидАРы, радары, ультразвуковые датчики, ToF-камеры (камера времени пролета), тепловизионные камеры [6, 7].

Стереокамеры видения фиксируют длины волн в видимом диапазоне. Изображения, которые они создают, почти точно воссоздают то, что видят наши глаза.

К преимуществам модальности данного типа относят естественную интерпретацию для людей, относительно высокое разрешение, относительно высокую частоту дискретизации.

К недостаткам – риск окклюзии, чувствительность к условиям освещения, низкая эффективность в условиях плохой видимости (дождь, туман, дым и т. д.).

LiDAR – это оптическая технология дистанционного зондирования, которая измеряет расстояние или другие свойства цели путем ее освещения светом. Преимуществом данной модальности относят высокую точность и высокую плотность, а также узкий луч света и быструю работу.

Радары измеряют расстояние между источником и объектом, вычисляя время пролета излучаемого сигнала и принятого эха. Основным их преимуществом является большая дальность (до 100–150 м). Панорамное восприятие составляет 360°, она способна захватывать множественные цели.

Недостатком данной модальности является ограниченность трехмерной карты, лучом карандашного радара, а также сложность обработки и интерпретации сигналов. Кроме того, система не способна к обнаружению мелких объектов.

Ультразвуковой датчик использует звуковые волны в диапазоне от 20 кГц до 40 кГц для измерения расстояния до объекта. Работает надежно в любых условиях освещения. Имеет минимальное воздействия на окружающую среду. При этом имеет плохую дальность обнаружения и разрешение. Очень чувствителен к плавности и углу наклона к препятствиям.

Камеры ToF измеряют расстояния с помощью модулированного света на основе принципа ToF. Они обеспечивают прямые 3D-измерения не зависят от освещенности и температуры. У них отсутствуют подвижные части. При этом они имеют низкое разрешение, ограниченное поле зрения (FoV). У них относительно небольшая дальность обнаружения (зависит от мощности освещения).

Тепловизионная камера – это устройство, формирующее тепловое изображение и используемое для обнаружения теплового излучения, испускаемого всеми живыми существами. Имеет инвариантность восприятия, устойчива к пыли и дождю. Обнаруживает людей и животных. Недостатком ее является относительно низкое разрешение, некоторый риск окклюзии и трудности в калибровке.

Заключение. Сенсорные модальности для обнаружения препятствий являются важным элементом современных технологий навигации и безопасности. Комбинирование различных типов сенсоров позволяет создавать более надежные и эффективные системы, способные адаптироваться к различным условиям окружающей среды. Это открывает новые возможности как в области робототехники, так и в повседневной жизни пользователей.

Исследования восприятия окружающей среды сосредоточены на четырех основных методах: использование одного датчика восприятия для обнаружения и избегания препятствий, использование нескольких датчиков для обнаружения и избегания препятствий, наличие наборов данных сельскохозяйственных сред, чтобы помочь системам восприятия автоматизированных сельскохозяйственных машин быть достаточно обученными и впоследствии хорошо выполнять обнаружение препятствий, для улучшения систем восприятия автоматизированных сельскохозяйственных машин были исследованы внешние способы улучшения производительности датчиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ramin, S.R.; Weltzien, C.A.; Hameed, I. Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 2018, 11, 4278.
2. Drewry, J.L.; Shutske, J.M.; Trechter, D.; Luck, B.D.; Pitman, L. Assessment of digital technology adoption and access barriers among crop, dairy and livestock producers in Wisconsin. *Comput. Electron. Agric.* 2019, 165, 104960.
3. Rial-Lovera, R. Agricultural Robots: Drivers; barriers and opportunities for adoption. In *Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture*, Montrel, QC, Canada, 24–27 June 2018; pp. 1–5.
4. Исмагулов, М. Е. Современные методы построения мультимодальных систем искусственного интеллекта / М. Е. Исмагулов // Информационные технологии как основа прогрессивных научных исследований. – Уфа: ООО «Аэтерна», 2024. – С. 31–35.
5. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
6. Reina, G.; Milella, A.; Rouveure, R.; Nielsen, M.; Worst, R.; Blas, M.R. Ambient awareness for agricultural robotic vehicles. *Biosyst. Eng.* 2016, 146, 114–132.
7. Lee, C.; Stefan Lang, A.; Heinz, B. Designing a Perception System for Safe Autonomous Operations in Agriculture. In *Proceedings of the American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting 2019*, Bosten, MA, USA, 7–10 July 2019.

МЭН ФАНЬЧЖАО

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОСАЖДЕНИЯ
РАСПЫЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ**

Научный руководитель – КЛИМЕНКО В. И., д-р техн. наук, профессор
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В общем случае наиболее идеальным способом применения пестицидов является равномерное распыление капель пестицидов на листьях растений. Однако из-за препятствий со стороны листьев растений капли пестицидов не могут равномерно достигать обеих сторон кроны растений, что приводит к плохой равномерности распределения пестицидов и, как следствие, к низкой эффективности борьбы с болезнями и вредителями на листьях плодовых деревьев, а иногда и к полной неэффективности обработки [1, 2]. Технология ветрового распыления использует воздушные потоки для перемещения капель пестицидов, что значительно увеличивает их проникающую способность в крону плодовых деревьев. Эта технология не только оптимизирует эффект распыления, но и способствует равномерному осаждению капель внутри растительности, что делает её эффективным средством для повышения равномерности распределения пестицидов [3–5]. Зарубежные ученые провели ряд исследований, сосредоточив внимание на рабочих характеристиках ветровых распылителей, уделяя особое внимание таким показателям, как коэффициент дрейфа капель, равномерность осаждения и коэффициент использования пестицидов. Результаты показали, что, помимо типа пестицидов, выбора оборудования и своевременности обработки, точная настройка рабочих параметров распылителя имеет решающее значение для эффективности применения пестицидов [6–10]. Связанные эксперименты подтвердили, что динамическая настройка вертикального распределения пестицидов в распылителе с учетом морфологических характеристик растений может значительно повысить качество обработки.

Технология распыления с использованием ветровой энергии характеризуется сверхнизким расходом жидкости (обычно менее 5 л/гектар) и мелкими каплями [11–15]. Она непосредственно использует масляные пестициды в концентрированном виде или с низким уровнем разбавления, что значительно сокращает транспортировку и процесс раз-

бавления водных ресурсов, особенно подходит для засушливых горных районов и других водообеспеченных условий. Однако эта технология подвержена влиянию метеорологических условий (таких как скорость ветра, направление ветра и воздушные потоки), и из-за высокой концентрации раствора существует риск безопасности.

В настоящее время устройства для распыления по способу передвижения можно разделить на ручные, рюкзачные, колесные и автомобильные; по принципу распыления они в основном делятся на центробежные и пневматические. Центробежные распылительные устройства осуществляют распыление за счет центробежной силы, создаваемой высокой скоростью вращения, их конструкции включают дисковые, вихревые, вращающиеся щеточные и другие типы, размер капель можно регулировать в широком диапазоне за счет изменения скорости вращения [16–18]. Пневматическое распыление, в свою очередь, зависит от энергии сжатого воздуха, в результате чего образуются капли меньшего размера и более равномерного распределения. Системы привода включают в себя различные формы, такие как ручной, электрический и бензиновый привод [19–21].

В настоящее время в отечественной академической среде существует явный пробел в системных исследованиях оптимизации параметров технологии ветрового распыления в садах. Основываясь на этой ситуации, данное исследование инновационно применяет метод испытаний, адаптированных к кроне, с акцентом на трехмерные сопряженные характеристики воздушного поля и поля раствора в процессе работы ветрового распылителя. Путем количественного анализа градиента скорости ветра, распределения объема распыления и пространственной структуры кроны плодового дерева глубоко анализируются динамические характеристики осаждения капель. В конечном итоге создается динамическая модель регулирования параметров распыления на основе механизма отклика кроны, что предоставляет ключевую техническую поддержку для разработки интеллектуального оборудования для точного применения пестицидов.

Материалы и методика исследования. Экспериментальное устройство. Основная структура разработанной системы распыления с использованием ветровой энергии для фруктовых садов показана на рисунке 1. Система состоит из устройства подачи воздуха с большим потоком и кольцевого распылительного массива. В качестве силового элемента используется высокоскоростной осевой вентилятор с диаметром рабочего колеса 700 мм, который при номинальной скорости 1400

об/мин может создавать мощный воздушный поток объемом 12646 м³/ч. Распылительная система оснащена 16 стандартными распылителями с углом распыления 60°, которые интегрированы с функцией предотвращения капель и равномерно расположены вдоль выходного отверстия, образуя полный кольцевой распылительный пояс. Стандартные рабочие параметры системы установлены на: давление распыления 0,5 МПа, расход одного распылительного элемента 1,0 л/мин, вентилятор поддерживает постоянную скорость 1400 об/мин, а тестовая поверхность расположена на осевом расстоянии 2 м от вентилятора.

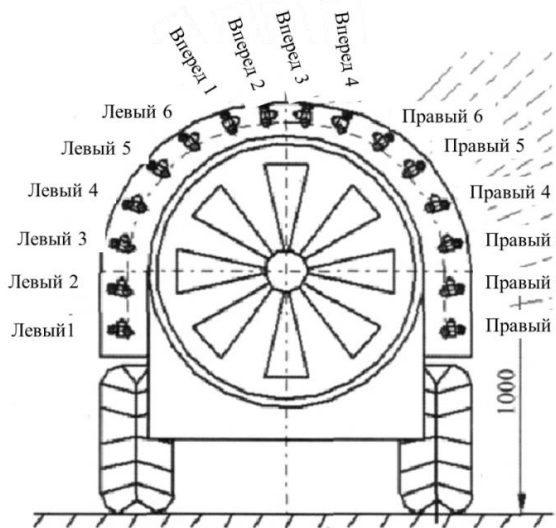


Рис. 1. Схема конструкции опрыскивателя

Измерение распределения скорости ветра. В данном исследовании в качестве объекта испытаний выбраны яблоневые деревья. На основе стандартов междурядья типичных яблоневых садов в стране была использована высокоточная система измерения скорости ветра с тепловыми шарами (разрешение 0,1 м/с) для трехмерного сеточного измерения воздушного поля. Конкретный диапазон измерений включает: область выхода воздуха вентилятора, а также трехмерные пространственные сеточные точки на горизонтальном расстоянии 2 м и 3 м от центра вентилятора и вертикальной высоте 0-3,5 м (с интервалом 0,2 м) (как показано на рисунке 2).



Рис. 2. Устройство для измерения скорости ветра

Для точного количественного анализа характеристик осаждения капель была разработана система тестирования пространственного распределения объема тумана, обладающая следующими техническими характеристиками: 1) Размеры тестовой рамы: высота 4,5 м $\times$ ширина 1,5 м; 2) Компонент для направления потока: массив для перехвата капель с расстоянием между ячейками 50 мм; 3) Устройство для сбора: многослойная структура для сбора воды толщиной 250 мм; 4) Принцип измерения: отделение капель достигается за счет возмущения воздушного поля через направляющую решетку, а количественный сбор осуществляется с помощью высокоточной системы мерных цилиндров. На основе данной тестовой системы было проведено основное исследование пространственного распределения осаждения объема тумана в вертикальном сечении на расстоянии 2 м и 3 м от центра вентилятора. В процессе тестирования обеспечивалось строгое соответствие пространственных координат измерения скорости ветра и сбора объема тумана для получения точных данных о взаимодействии ветра и тумана.

Тестирование осаждения капель в кроне. Данное исследование проводилось на стандартизированной экспериментальной базе по выращиванию яблонь, объектом испытаний являлись яблони, сформированные в виде веретена, с параметрами посадки: расстояние между рядами 4 м $\times$ расстояние между растениями 1 м. Испытуемые плодо-

вые деревья имели типичную тонкую веретеновидную структуру кроны, основные морфологические параметры включали: средняя высота растения 3,5 м (высота распределения эффективной листвы ниже 2,2 м), диаметр кроны 1,5 м, высота ствола 0,5-0,6 м.

Представительная структура дерева показана на рисунке 3.



Рис. 3. Опрыскиватель и испытание характеристик распыления

Испытания проводились с использованием разработанной нами системы распыления с воздушным потоком, с установленными следующими ключевыми рабочими параметрами: давление распыления 0,5 МПа, скорость вращения вентилятора 1400 об/мин, скорость движения 4,5 км/ч. Методика определения характеристик осаждения капель: после завершения распылительных работ, после полного высыхания водочувствительного индикатора, образцы собирались для цифровой обработки микроскопических изображений. Конкретный процесс включал: использование системы высокоразрешающей микрофотографии для получения изображений распределения осажденных капель, применение профессиональных алгоритмов анализа изображений для количественного расчета плотности покрытия, извлечение ключевых параметров, таких как коэффициент покрытия, с помощью технологий цифровой обработки изображений.

Результаты и анализ. Исследование характеристик распределения скорости ветра. При скорости вращения вентилятора 1400 об/мин средняя скорость воздуха на кольцевом выходе составляет 13,42 м/с. При установке угла направляющей пластины в 15° распределение скорости воздуха на вертикальных плоскостях на расстоянии 2 м и 3 м от вентилятора показано на рисунке 4.

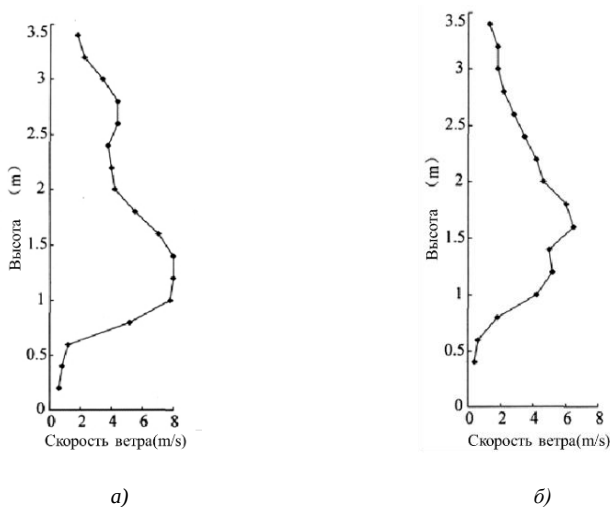


Рис. 4. Результаты измерения распределения скорости ветра: а) на расстоянии 2 м от оси вентилятора; б) на расстоянии 3 м от оси вентилятора

В данном исследовании, проведенном с помощью анализа воздушного поля (рисунок 4), было установлено, что вертикальный профиль распределения скорости ветра демонстрирует типичную асимметричную веретенообразную характеристику. Зона максимальной скорости ветра (в диапазоне высот 1–2 м) совпадает с высотой основной зоны распределения ветвей и листвы веретенообразной кроны плодового дерева. Эта модель распределения воздушного потока создает идеальную динамическую основу для имитационного распыления. Конкретно это проявляется в том, что в зоне активного воздействия на высоте 1–2 м скорость ветра уменьшается по градиенту с увеличением горизонтального расстояния; в то время как в верхней части кроны на высоте 2–3,5 м скорость ветра остается относительно стабильной. Это особое распределение обусловлено гидродинамическими характеристиками: когда угол между воздушным потоком и горизонтальной плоскостью превышает 45° , вертикальная составляющая скорости (по оси Y) доминирует в характеристиках потока, способствуя осаждению капель на задней стороне верхушки кроны; когда угол меньше 45° , горизонтальная составляющая скорости (по оси X) играет основную роль, обеспечивая поперечную проникающую способность капель в густой кроне.

Исследование характеристик распределения объема тумана. В данном исследовании проведены эксперименты по регулированию пространственного распределения объема тумана при оптимизации соответствия воздушного поля и формы кроны. Эксперименты проводились при фиксированных параметрах: скорость вращения вентилятора 1400 об/мин, угол наклона направляющей пластины 15° , давление распыления системы 0,5 МПа (что соответствует расходу одного распыляющего элемента 1,0 л/мин). С помощью интеллектуальной регулировки угла пространственной ориентации распыляющего элемента достигнуто трехмерное соответствие облака осаждения раствора и кроны плодового дерева. Результаты эксперимента показали, что при использовании шести групп распыляющих элементов с углами 22° , 24° , 26° , 30° , 35° и 45° в градиентной пространственной конфигурации можно добиться наилучшего эффекта соответствия распределения объема тумана и формы кроны (см. рисунок 5). Эта градиентная настройка углов эффективно решает проблему неравномерного осаждения раствора, возникающую при традиционном равномерном распределении.

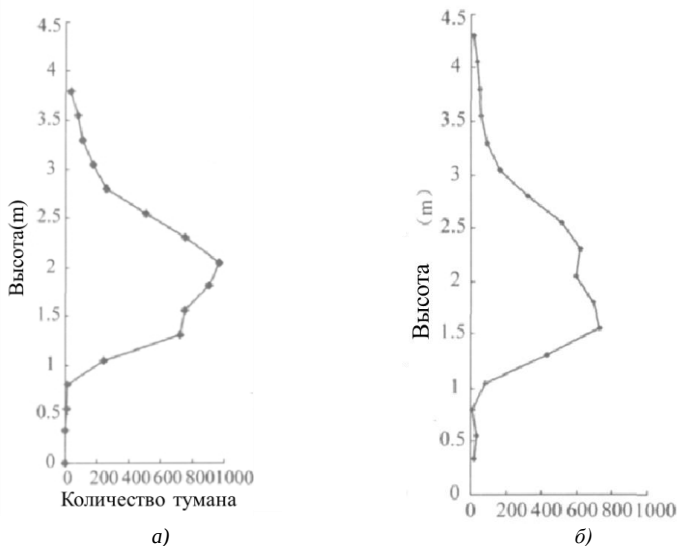


Рис. 5. Результаты измерения распределения скорости ветра: а) на расстоянии 2 м от оси вентилятора; б) на расстоянии 3 м от оси вентилятора

В данном исследовании, проведенном на основе анализа характеристик осаджения тумана (см. рисунок 6), было установлено, что на горизонтальных позициях на 2 м и 3 м от оси вентилятора количество осадженного раствора демонстрирует высокую степень согласованности с распределением поля скорости ветра, проявляя асимметричное веретенообразное пространственное распределение. Эта модель распределения ветра и тумана обеспечивает интеллектуальное распределение объема препарата: в зависимости от градиента плотности кроны автоматически регулируется интенсивность осаджения раствора в вертикальном направлении, что гарантирует оптимальное распределение капель в пространстве кроны плодового дерева. Конкретно это проявляется в следующем: (1) формирование пиковых зон осаджения в густых участках кроны (на высоте 1–2 м); (2) поддержание адекватного объема осаджения в разреженных участках кроны. Этот точный механизм соответствия дозы и кроны значительно повышает эффективность осаджения пестицидов и биодоступность, обеспечивая техническую поддержку для точного применения препаратов в садах.

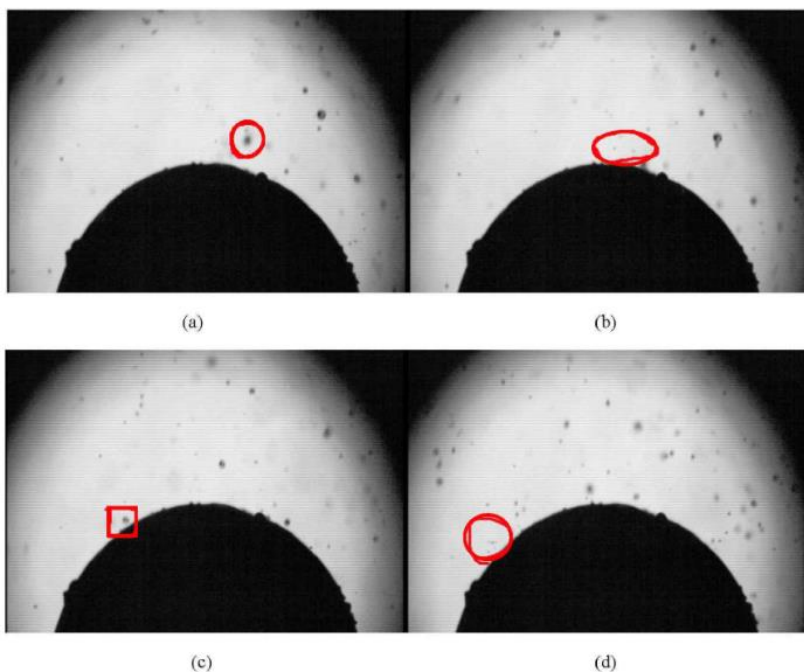


Рис. 6. Тестирование характеристик капель

Распределение осаждения капель в кроне. В данном исследовании, основываясь на трехмерном совместном управлении воздушным полем и полем осаждения раствора, были проведены систематические полевые испытания. Как показано на рисунке 6 (представлен типичный образец дерева), с помощью цифрового анализа изображений видно, что оптимизированная система распыления достигла следующих прорывных результатов: (1) на обеих сторонах листьев в пространстве кроны наблюдается идеальное покрытие каплями; (2) равномерность распределения осаждения раствора значительно улучшилась; (3) коэффициент вариации плотности прикрепления капель на различных уровнях ветвей и листьев составляет менее 15 %. Эта характеристика осаждения по всей кроне подтверждает эффективность предложенного в данном исследовании метода адаптивного распыления для кроны, предоставляя инновационное решение для преодоления традиционной проблемы неравномерного осаждения на «положительных и отрицательных листьях» в отрасли.

В данном исследовании была проведена систематическая анализ капель на 5 стандартных образцах деревьев (таблица 1). Анализ данных показал: 1) равномерность покрытия каплями в различных областях кроны (по вертикали: верхняя, средняя, нижняя; по горизонтали: левая, средняя, правая) была хорошей, коэффициенты вариации покрытия на всех точках отбора были ниже стандартных значений отрасли; 2) под воздействием эффекта фильтрации листвы плотность капель в периферийных областях кроны была примерно на 12-15% выше, чем в внутренних областях, что соответствует биологическим требованиям борьбы с вредителями и болезнями. Результаты эксперимента подтвердили, что данная система распыления успешно реализовала идеальную модель "внешняя плотность, внутренняя равномерность", что обеспечило защитный эффект и предотвратило раствора.

Таблица 1. Статистика покрытия каплями

	Левая сторона		Средняя часть		Правая сторона	
	Передняя сторона	Задняя сторона	Передняя сторона	Задняя сторона	Передняя сторона	Задняя сторона
Верхний уровень	82.5	23.03	28.33	20.20	36.61	4..06
Средний уровень	93.39	13.61	35.19	8.43	38.36	8.53
Нижний уровень	45.18	18.04	19.32	24.13	89.69	6.78

Таблица 2. Среднее значение коэффициента покрытия каплями

	Левая сторона		В середине		Правая сторона		Коэффициент изменчивости cv/(10%)	
	Положительный	Обратная сторона	Положительный	Обратная сторона	Положительный	Обратная сторона	Положительный	Обратная сторона
Верхний уровень	54.18	37.61	29.86	12.6	31.58	41.60	13.57	15.72
Средний уровень	53.05	27.21	31.06	26.80	34.93	33.86	11.74	3.96
Нижний уровень	53.62	32.41	30.46	19.70	33.26	37.73	12.64	9.26
Коэффициент изменчивост cv/(10%)	0.57	5.20	0.60	7.10	1.68	3.87		

Закключение. В данном исследовании предложен метод оптимизации распыления в садах на основе адаптации к форме кроны: во-первых, используется регулируемая направляющая система для динамического контроля распределения воздушного поля, что позволяет

достичь оптимального соответствия профиля скорости ветра и конической формы кроны, обеспечивая точное соответствие между способностью воздушного потока к транспортировке и биомассой кроны, что значительно увеличивает глубину проникновения капель и согласованность пространственного покрытия; во-вторых, с помощью интеллектуальной регулировки угла направления распыляющего устройства создается оптимальное пространственное сопряжение между облаком осаднения раствора и трехмерной формой кроны, что эффективно улучшает равномерность прилипания капель и коэффициент эффективного осаднения в различных зонах внутри кроны.

В конечном итоге, в режиме совместного регулирования ветра и тумана, когда воздушное поле и поле раствора достигают состояния соответствия кроны, обе стороны листьев верхнего, среднего и нижнего уровней, а также внутренние и внешние стороны получают идеальное покрытие каплями, коэффициент вариации распределения осаднения раствора значительно снижается, а общая равномерность достигает оптимального уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ян Сюэцзюнь, Ян Херонг, Сюй Сайчжан. Состояние исследований и тенденции развития техники для защиты растений // Журнал сельскохозяйственной техники. – 2002. – № 33 (6). – С. 129–131.
2. Яо Хуэйюань. Базовая картина мирового производства и переработки зерна и тенденции развития в новом столетии // Зерновая наука, технология и экономика. – 2001.
3. Ю Ханг. Развитие и размышления о механизации сельского хозяйства в моей стране. Руководство для потребителей, 2014. – С. 43–45.
4. У Цзюнь, Се Инли, Ань Бинцянь. Состояние исследований и стратегии развития точного земледелия в моей стране // Сельскохозяйственные науки Шаньдуна. – 2013. – № 45 (9). – С. 118–121.
5. Сунь Вэньфэн, Ван Лицзюнь, Чэнь Баочан и др. Состояние исследований и развитие технологий распыления пестицидов в стране и за рубежом // Исследования в области механизации сельского хозяйства. – 2009. – № 9. – С. 225–228.
6. Дэн Мин, Син Цихуэй, Ли Вэй. Текущее состояние и проблемы технологии внесения пестицидов и оборудования для внесения пестицидов в моей стране // Исследования в области механизации сельского хозяйства. – 2014. – № 5. – С. 235–238.
7. У Пин. Краткое введение в разработку лекарственных форм пестицидов и технологии применения пестицидов в моей стране // Современные пестициды. – 2007. – № 6. – С. 52–56.
8. Чжао Мяо, Чжао Чуан, Сунь Чжэньчжун и др. Характеристики пространственно-временных изменений болезней сельскохозяйственных культур и насекомых-вредителей в моей стране за последние 20 лет // Журнал Пекинского университета. – 2015. – № 51 (5). – С. 965–975.
9. Дин Суминг, Чжан Сяосинь. Факторы загрязнения и методы контроля использования пестицидов // Механизация сельского хозяйства Китая. – 2010. – № 1. – С. 32–34.

10. Чжан Бо, Чжай Чангюань, Ли Ханьчжэ и др. Анализ состояния развития технологий и оборудования для точного внесения пестицидов // Исследования в области механизации сельского хозяйства. – 2016. – № 4. – С. 1–5.
11. Чэнь Минлян. Анализ ключевых факторов развития химических удобрений в моей стране // Сельскохозяйственные материалы Китая. – 2013. – № 45. – С. 25–26.
12. Хэ Сюнкуй. О технике защиты растений и технологии применения пестицидов в моей стране // Болезни и вредители лесов Китая. – 2010. – № B03. – С. 1–4.
13. Яо Хуэйчунь, Сюй Юлинь, Чжэн Цзянь и др. Прогресс исследований в области полнофункциональных экологических методов проектирования машин для защиты растений // Журнал Нанкинского университета лесного хозяйства. – 2004. – С. 99–102.
14. Ци Лицзюнь, Фу Цзэтянь, Ши Янь. Технология применения химических пестицидов и продовольственная безопасность // Труды Китайского общества сельскохозяйственной инженерии. – 2002. – № 18 (6). – С. 203–206.
15. Ло Чэндин, Цинь Чуньфан, У Мэйфан. Анализ текущей ситуации использования и мер противодействия средствам защиты растений // Механизация сельского хозяйства Китая. – 2008. – № 2. – С. 57–59.
16. Maghsoudi H, Minaei S, Ghobadian B, et al. Ultrasonic sensing of pistachio canopy for low-volume precision spraying. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2015, 112: 149–160.
17. Pérez-Ruiza M., Gonzalez-de-Santosb P., Ribeiro A., et al. Highlights and preliminary results for autonomous crop protection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 110 (2015): 150–161.
18. Kouchakzadeh A, Beigzadeh Y. Permitted working hours with a motorised backpack sprayer. *Biosystems Engineering*, 2015, 136: 1–7.
19. Roten RL, Post S L, Werner A, et al. Volumetric validation of mass balance using a computational phase Doppler approach for disc core nozzles. *Crop Protection*, 2016, 79: 128–134.
20. Gonzalez-de-Soto M, Emmi L, Perez-Ruiz M, et al. Autonomous systems for precisespraying–Evaluation of a robotised patch sprayer. *Biosystems Engineering*, 2016, 146: 165–182.
21. Paapa A., Alameha K., Roweb J., et al. A real-time plant discrimination system utilising discrete reflectance spectroscopy P. Symonds. *Computers and Electronics in Agriculture*, 117 (2015): 57–69.

СУХАРЕВСКИЙ В. Б., КОЗЕЛ Н. И.

**ПОВЫШЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
ЦЕНТРОБЕЖНЫМ РАЗБРАСЫВАЮЩИМ ДИСКОМ**

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Эффективность использования питательных веществ минеральных удобрений сельскохозяйственными культурами зависит от равномерности их распределения по поверхности почвы. При недостаточном количестве удобрений на отдельных участках происходит снижение урожайности [1–3]. Неравномерное распределение удобрений машинами с центробежными аппаратами встречается очень часто. Поэтому повышение равномерности распределения твердых минеральных удобрений центробежным разбрасывающим диском остается актуальным вопросом.

Цель работы: Повышение равномерности внесения минеральных удобрений.

Материалы и методика исследований. Обзор центробежных разбрасывающих дисков распределения твердых минеральных удобрений. Разбрасывающий диск относится к машинам для одновременного внесения различных сыпучих материалов, например, гранулированных материалов (фосфорных микроэлементов) удобрений и семян зерновых культур. Агрономической наукой доказано, что при посеве зерновых культур необходимо одновременно вносить фосфорные удобрения. Это дает прибавку урожайности зерна 2–4 ц/га [4].

Известны разбрасыватели сыпучих материалов, имеющие рабочие органы в виде вращающихся двухдисковых рабочих органов с лопатками (типа «беличьего» колеса) [1]. Недостатком этой конструкции является то, что из-за вращения данного рабочего органа в вертикальной плоскости в него затруднена подача высеваемого материала, а тем более двух различных материалов. Кроме того, резко возрастает неравномерность их распределения из-за разных физико-механических свойств двух сыпучих материалов.

Также недостатком разбрасывателей с такими рабочими органами при внесении двух различных материалов является неравномерность и

ширина распределения сыпучих материалов с неодинаковыми физико-механическими свойствами.

Доказано, что при внесении двух различных материалов с неодинаковыми физико-механическими свойствами равномерность распределения каждого отдельного материала разная, а также различной может быть и ширина их выброса.

Более равномерное распределение двух различных сыпучих материалов можно осуществить сдвоенными центробежными дисками, установленными на одной оси. Каждый отдельный диск распределяет один сыпучий материал или семена одной сельскохозяйственной культуры.

Результаты исследования и их обсуждение. Задачами предлагаемого устройства являются повышение равномерности распределения, получение одинаковой ширины захвата двух различных сыпучих материалов при одновременном их внесении, а также урожайности сельскохозяйственных культур.

Технологический процесс распределения двух различных сыпучих материалов разбрасывающим диском осуществляет следующим образом (рисунок).

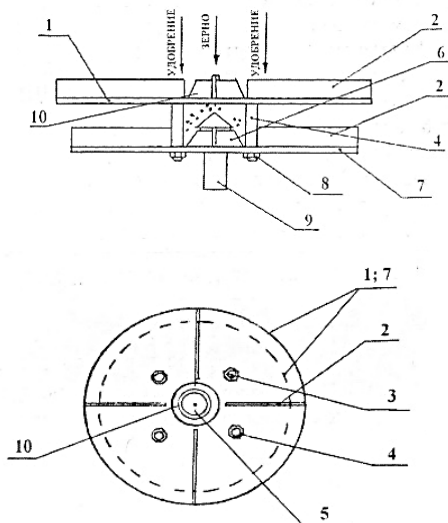


Рис. Технологический процесс распределения сыпучих материалов

Минеральные удобрения и зерно одновременно подаются на оба диска, верхний 1 и нижний 7. Зерно через отверстие 5 полого направляющего конуса 10, закрепленного в центре верхнего диска 1, подается на нижний диск 7. Минеральные удобрения подаются на верхний диск 1 центробежного рабочего органа. Зерно, направленное на нижний диск 7, скатывается по поверхности ступенчатого делителя 6 и поступает непосредственно на поверхность нижнего диска 7. Затем с помощью центробежных сил перемещается к лопаткам 2, после чего, двигаясь вдоль лопаток 2, выбрасывается с нижнего диска 7 и распределяется по поверхности поля [5].

Два плоских диска с лопатками установлены друг над другом, жестко соединены между собой. В центре верхнего диска выполнено симметричное концентричное отверстие, а в центре нижнего диска установлен ступенчатый конический делитель. Причем диски имеют разные диаметры: верхний диск имеет больший диаметр, а нижний – меньший [6].

Заключение. Преимущество предлагаемого центробежного разбрасывающего диска заключается в более равномерном распределении одновременно двух разных по физико-механическим свойствам сыпучих материалов, например, стартовой дозы минеральных удобрений и семян зерновых культур, за счет чего повышается урожайность последних.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степук, Л. Я. Качественное внесение минеральных и органических удобрений / Л. Я. Степук, В. Р. Петровец, Н. И. Дудко. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.
2. Левчук, В. А. Обзор современных машин для химической защиты растений / В. А. Левчук, В. А. Гайдуков, Н. И. Козел // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 143–147.
3. Астахов, В. С. Технологии внесения твердых минеральных удобрений / В. С. Астахов, В. А. Левчук, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 94–98.
4. Козел, Н. И. Дисковый рабочий орган для разбрасывания твердых органоминеральных удобрений / Н. И. Козел, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 120–122.
5. Способ внутривспашечного внесения минеральных удобрений и посева семян и комбинированный однодисковый сошник для его осуществления: пат. ВУ 4342 U / С. В. Колос, В. И. Ильин, В. Р. Петровец, Н. И. Дудко; дата публ.: 30.04.2008.
6. Туковые сеялки с центробежными дисками: пат. на полезную модель РБ 27 45, МПК А01С 17/00 (2006) / А. И. Филиппов; дата публ.: 28.02.2014.

ТИМАНОВСКИЙ Д. С.

РАЗРАБОТКА ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ НА БАЗЕ ПРАВООБОРОТНОГО ПЛУГА

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. При ежегодной вспашке на одну и ту же глубину обрабатывается плужная подошва, которая представляет большую опасность для нормального роста растений. Уплотненный подпахотный слой создает серьезные помехи для проникновения корней растений в более глубокие слои почвы, а также затрудняет поступление грунтовой воды в пахотный горизонт [1–3].

Особенно вредное влияние плужная подошва оказывает на результаты таких прогрессивных технологий обработки почвы и посева, как No-till и Strip-till. Между тем чтобы снизить затраты на возделывание зерновых культур, такие технологии наиболее востребованы. Для нас сегодня снижение себестоимости продукции растениеводства также актуально. Таким образом, при переходе к минимальной и особенно к нулевой обработке почвы обязательной машиной в технологии становится глубокорыхлитель.

Плужную подошву следует разрушать, применяя специализированные машины – глубокорыхлители, которые должны, кроме того, рыхлить и другие слои почвы на глубину до 50–60 см.

Цель работы: Разработка глубокорыхлителя на базе имеющегося в нашем хозяйстве правооборотного плуга ПЛН-5-35.

Основная часть. Бытует мнение, что для рыхления плужной подошвы можно применить чизельный культиватор. Однако установлено, что чизельные культиваторы не в состоянии разрыхлить плужную подошву.

Выпускаемые в Беларуси и доступные глубокорыхлители мировых производителей необоснованно дороги, что делает проблематичным их окупаемость при крайне высоких рисках недополучения урожая культур вследствие природно-климатических факторов.

Поэтому, принимая во внимание, что глубокое рыхление – необходимость, а также нуждаясь в специализированных дорогих машинах, следует изыскать возможность разработки и штучного производства

глубококорыхлителей на базе сельскохозяйственных предприятий. Как основа для создания глубококорыхлителя достаточно хорош обычный правооборотный плуг, которые пока еще в хозяйствах имеются, хотя и в небольшом количестве.

Рабочий орган глубококорыхлителя состоит из двух С-образных стоек с установленными на них ножом и долотом. Стойки можно использовать серийные от стерневых или паровых культиваторов.

Долото и нож выполнены из рессоры грузового автомобиля, а в стойках предусматривается два отверстия, служащие для установки болтов при монтаже ее на стойку корпуса плуга.

Стойки и долото соединяются с помощью сварки. Стойки и нож также свариваются, предварительно в каждой стойке выбирается паз под нож. Нож затачивается на 12–15°.

Рыхлитель, разрушая плужную подошву, создает гребнистую поверхность дна борозды, что обеспечивает увеличение поступления воды и воздуха к корням растений и улучшает условия для проникновения их в более глубокие слои почвы. Одной из наиболее важных особенностей рыхлителя является то, что в процессе работы он не выносит разрыхленный подпахотный неплодородный слой на поверхность поля и не смешивает его с пахотным плодородным слоем.

Глубина обработки регулируется положением опорного колеса. Глубококорыхлитель оборудован механической системой защиты от перегрузок «срезной болт». Основное преимущество разработанного рыхлительного органа заключается в том, что он может использоваться практически на любом правообратном плуге или устанавливаться на сварную рамную конструкцию, изготовить которую можно силами сельскохозяйственного предприятия.

Заключение. При использовании разработанного нами рыхлительного рабочего органа к правообратным плугам можно переоборудовать последние в недорогие глубококорыхлители.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
2. Кокунова, И. В. Технология No-till – важнейшее направление ресурсосбережения в растениеводстве / И. В. Кокунова, Е. Г. Котов // Инновационная наука. – 2017. – № 2. – С. 39–41.
3. Левчук, В. А. Обзор современных машин для основной обработки почвы / В. А. Левчук, Л. А. Попова, Н. И. Козел // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 148–153.

ТРОФИМОВ А. А.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПОСЕВ МЕЛКОСЕМЯННЫХ КУЛЬТУР ДИСКОВЫМИ СОШНИКАМИ

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Для решения проблемы самообеспечения Республики Беларусь основными видами продовольствия необходимо иметь ежегодные валовые сборы зерна в объеме 10–11 млн. тонн при низкой себестоимости продукции. Посев сельскохозяйственных культур является одним из самых важных и ответственных агротехнических приемов. Своевременность и хорошее качество посева – основное условие получения высокой урожайности всех сельскохозяйственных культур. Одним из путей увеличения производства зерна является повышение производительности и качества работы сельскохозяйственной техники, занятой на возделывании и уборке зерновых культур [1–5].

Цель работы: Целью работы является изучение особенностей высева мелкосемянных культур дисковыми сошниками.

Основная часть. *Обзор гасителей скорости воздушно-семенного потока однодискового сошника.* Важную роль играет гаситель скорости воздушно-семенного потока, предназначенный для балансированного высева и более точного высева. Расположенные под углом внутренние плоскости меняют вектор движения зерна. Это приводит к торможению входящего потока. При этом гаситель наполняется зерном и в нем образуется своеобразная зерновая подушка. Именно она предохраняет зерно от разрушительных ударов о твердые стенки гасителя. Гасители бывают угловые или прямоточные [6]. Промышленные компании предлагают изготовление гасителей под индивидуальные требования заказчика. При этом учитывается:

- насыпная плотность, кг/м^3 ;
- габаритная высота;
- сечение входного и выходного патрубка (круглое или квадратное);
- угол между потоками (для углового гасителя);
- футеровки различных частей гасителя;
- антикоррозийное покрытие.

Агротехнические требования к посеву мелкосемянных культур. С учетом особенностей посева, роста и развития мелкосемянных культур предпосевная обработка почвы должна обеспечить оптимальную равномерность по глубине (не менее 90 %), допустимые отклонения глубины обработки от установленного значения (при глубине 2–4 мм – не более ± 1 –2 мм) и гребенистость поверхности (до 10–15 % с максимальной высотой гребней до 5 мм), мелкодисперсную структуру поверхностного слоя (комочки размером 1–5 мм должны составлять не менее 80 %, а 50–100 мм – не более 20 %). Комки размером более 100 мм при посеве мелкосемянных культур не допустимы. При подготовке почвы ее влажность на глубине до 5 мм должна составлять 15–25 %, а на глубине 10 мм – до 30 %, плотность почвы в семенном слое – около 1,2–1,3 г/мм³ [5].

Обзор теоретических исследований транспортирования воздушно-семенного потока в бороздки. Качество заделки семян в бороздки зависит от открытости воздушного потока, который можно регулировать воздушной заслонкой. Установка сеялки на требуемую норму высева производится при помощи ручки и шпинделя. Для нормального высева открывается воздушная камера высевающего механизма от 0 до 110 мм. Запорную пружину устанавливают в положение N (перестройку производят при пустом бункере). Воздушно-дроссельный клапан на вентиляторе становится в положение A. Шестерня Д переводится в положение «нормальный» высев [7]. Для перехода на микровысев необходимо задвижку (подвижную втулку) установить в закрытое положение. Воздушно-дроссельный клапан закрывают. Переключатель следует перевести из положения N в положение P и зафиксировать в пазу шестигранного вала. В редукторе привода высевающего механизма шестерню Д перевести из нормального положения в положение микровысева. В случае неправильного выбора режима заслонки семена будут выдуваться из бороздки [8].

В общем комплексе технологических операций и приемов при возделывании зерновых очень важное значение имеет также посев. Научкой и практикой установлено, что урожай сельскохозяйственных культур на 25–30 % зависит от качества посева [3].

Проанализировав научную документацию, доклады и научные статьи, предложена модернизация, благодаря которой можно повысить качество высеваемых семян и тем самым улучшить условия для высева семян.

Суть данной модернизации заключается в том, что необходимо установить механизм на выходе из трубопровода. Механизм состоит из двух корпусов, в одном отверстия будут смещены. Необходимо установить жесткие крепления, чтобы корпуса не двигались, что даст возможность контролировать зерна, которые будут проходить через него, поворотом второго корпуса [9].

Заключение. В работе изучены особенности высева мелкосемянных культур дисковыми сошниками. Проведен обзор гасителей скорости воздушно-семенного потока однодисковыми сошниками, теоретических исследований транспортирования воздушно-семенного потока в бороздки. Изучены агротехнические требования к посеву мелкосемянных культур. Предложена модернизация, благодаря которой можно повысить качество высеваемых семян и тем самым улучшить условия для высевания семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. Совершенствование пневматических высевających систем сеялок / В. С. Астахов. – Горки, 2007. – 148 с.
2. Астахов, В. С. Особенности пневмотранспорта семян в пневматических высевających системах сеялок / В. С. Астахов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2018. – Вып. 3. – С. 149–152.
3. Астахов, В. С. Обзор пневматических сеялок для посева зерновых культур / В. С. Астахов, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 89–93.
4. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
5. Левчук, В. А. Обзор современных машин для основной обработки почвы / В. А. Левчук, Л. А. Попова, Н. И. Козел // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 148–153.
6. Лепешкин, Н. Д. Выбор и использование комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов в условиях Республики Беларусь / Н. Д. Лепешкин, А. А. Точицкий, С. Ф. Лойко. – Минск, 2007. – 48 с.
7. Клочков, А. В. Сельскохозяйственные машины / А. В. Клочков, Н. В. Чайчиц, В. П. Буяшов. – Минск: Ураджай, 1997. – 494 с.
8. Петровец, В. Р. Обзор и исследование одно- и двухстрочных современных дисковых сошников / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц, С. В. Авсюкевич // Вестник БГСХА. – 2009. – № 1. – С. 152–158.
9. Петровец, В. Р. К выбору сошника для локального внесения минеральных удобрений / В. Р. Петровец // Сб. науч. тр. БСХА. – Горки, 1979. – Вып. 3. – С. 26–33.

ТУРОЛЬ М. А.

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗАЦИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Научный руководитель – ИВАНЧИКОВ Г. О., магистр техн. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Механизация является неотъемлемой частью современного растениеводства, и она играет важную роль в повышении производительности труда и качества сельскохозяйственной продукции. В Республике Беларусь, где сельское хозяйство составляет значительную часть экономики, внедрение эффективных механизмов для обработки почвы, посева, ухода за культурами и сбора урожая имеет ключевое значение. Техника в растениеводстве должна обеспечивать максимальную эффективность на всех этапах аграрного процесса. Техническое оснащение и организация механизированных процессов в растениеводстве требуют внимательного подхода, с учетом особенностей климата, типов почвы и специфики возделываемых культур [1–3].

Цель работы. Целью данной работы является исследование особенностей механизации в растениеводстве Республики Беларусь. В частности, акцент сделан на эффективности использования различной сельскохозяйственной техники для обработки почвы, посева, ухода за культурами и уборки урожая. Рассматриваются проблемы, связанные с внедрением механизации и пути их решения для повышения производительности и устойчивости аграрного производства.

Материалы и методика исследований. Для достижения цели работы использованы материалы из открытых источников, включая статистику о механизации сельского хозяйства в Беларуси, отчеты аграрных предприятий, а также технические характеристики сельскохозяйственной техники, используемой в растениеводстве. В исследовании применялась методика анализа текущих процессов механизации на базе крупных и малых сельхозпредприятий, а также изучение инновационных методов, внедряемых для повышения эффективности. Для этого проведен обзор существующих технологий, включая использование тракторов, сеялок, культиваторов, опрыскивателей и комбайнов.

Результаты исследования и их обсуждение. Механизация обработки почвы. Одним из важных этапов в растениеводстве является обработка почвы, включающая вспашку, культивацию, боронование и

другие операции. В Беларуси широко используются тракторы различных моделей с прицепными и навесными орудиями. Культиваторы и плуги играют основную роль в подготовке почвы к посеву, в то время как использование современных борон позволяет улучшить структуру почвы и повысить ее аэрацию. Сельскохозяйственные предприятия Беларуси активно используют как отечественную, так и импортную технику, что позволяет оптимизировать затраты на технику и запчасти.

Механизация посева. Для эффективного посева в растениеводстве используются различные виды сеялок, включая универсальные и специализированные для разных культур. В Беларуси сеялки широко применяются для посева зерновых, бобовых и овощных культур. Важно отметить, что выбор сеялки зависит от типа почвы и особенностей климата. Применение точных сеялок, которые могут регулировать глубину посева и равномерность распределения семян, способствует повышению урожайности.

Механизация ухода за культурами. В процессе роста растений требуется регулярное применение различных механизированных устройств, таких как культиваторы, опрыскиватели и окучники. Культиваторы помогают в борьбе с сорняками, а опрыскиватели обеспечивают защиту растений от болезней и вредителей. В Беларуси используется техника с различными видами штанг и насосов, что позволяет эффективно работать на разных типах полей. Особенно актуально применение механизированных опрыскивателей в период интенсивного роста культур, что помогает снизить трудозатраты и повысить эффективность использования средств защиты растений.

Механизация уборки урожая. Важным этапом механизации в растениеводстве является уборка урожая, которая в Беларуси осуществляется с помощью современных зерноуборочных комбайнов. Комбайны позволяют одновременно сжигать, очищать и сортировать зерно, что значительно сокращает время и затраты на уборку. Комбайны отечественного производства и зарубежных марок используются в зависимости от масштаба производства и типов культур. В последние годы наблюдается тенденция к обновлению парка техники, что способствует повышению общей производительности.

Проблемы механизации в растениеводстве. Несмотря на существенные достижения в области механизации, в Беларуси все еще существуют проблемы, связанные с внедрением современных технологий в растениеводстве. Одной из них является высокая стоимость техники и запчастей, особенно для малых и средних хозяйств. Кроме того,

важным аспектом является квалификация обслуживающего персонала, так как недостаток специалистов может привести к неэффективной эксплуатации техники и повышенному износу. Также в ряде регионов страны наблюдается дефицит определенных видов специализированной техники, что ограничивает возможности для механизации некоторых операций.

Рекомендации по улучшению механизации в растениеводстве. Для повышения эффективности механизации в растениеводстве Беларуси рекомендуется:

- инвестировать в обновление парка сельскохозяйственной техники, уделяя внимание как отечественным, так и зарубежным моделям;
- развивать систему подготовки и повышения квалификации кадров для обслуживания и эксплуатации механизированных устройств;
- применять комплексный подход к выбору техники в зависимости от специфики агропроизводства, с учетом климатических условий и характеристик почвы;
- активно внедрять современные методы механизации, такие как точное земледелие и использование цифровых технологий для мониторинга состояния посевов.

Заключение. Механизация является важнейшей составляющей успешного растениеводства в Республике Беларусь. Ее внедрение позволяет значительно повысить производительность труда, улучшить качество сельскохозяйственной продукции и снизить трудозатраты. Внедрение предложенных мер по обновлению техники, улучшению подготовки кадров и эффективному выбору оборудования позволит повысить общую эффективность сельскохозяйственного производства в стране и обеспечит устойчивое развитие растениеводства в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. Концептуальные проблемы механизации дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений и пути их решения / В. С. Астахов, О. В. Гордеенко, Г. О. Иванчиков // Белорусская агропромышленная неделя «БЕЛАГРО – 2023». – Горки: БГСХА, 2023. – С. 169–172.
2. Иванчиков, Г. О. Путь к устойчивому земледелию: минеральные удобрения и инновации / Г. О. Иванчиков, В. С. Астахов // Наше сельское хозяйство: агрономия. – 2023. – № 17. – С 53–55.
3. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.

ШУТОВ С. К., КОНГ ЦЗЯЛИ, ЛЯН ЭНЬЗЯН
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМОСИСТЕМ
В СЕЯЛКАХ ТОЧНОГО ВЫСЕВА**

Научный руководитель – АСТАХОВ В. С., д-р техн. наук, профессор
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Пневматические сеялки представляют собой современные высокоэффективные сельскохозяйственные машины, которые обеспечивают точный и равномерный высев семян различных культур. Их ключевое преимущество заключается в сочетании высокой производительности, удобства эксплуатации и гибкости настройки под различные агротехнические условия [1–8].

Благодаря использованию пневматической системы распределения семян, эти сеялки минимизируют неравномерность посева, что способствует оптимальному развитию растений и повышению урожайности. Кроме того, они отличаются высокой адаптивностью – фермеры могут легко регулировать норму высева, глубину заделки семян и ширину междурядий в зависимости от типа культуры, почвенных условий и технологических требований.

Пневматические сеялки особенно востребованы среди производителей, которые ценят точность, надежность и практичность в работе. Их применение позволяет сократить затраты на посевной материал, оптимизировать трудовые ресурсы и повысить общую эффективность сельскохозяйственных процессов. В условиях растущих требований к качеству посева и конкуренции на рынке эти машины становятся незаменимыми помощниками для современных аграриев.

Цель работы. Целью использования сеялок точного высева является равномерное распределение семян по полю с заданной нормой высева, которая регулируется в соответствии с агротехническими требованиями. Ключевыми параметрами настройки таких сеялок являются количество семян на погонный метр и расстояние между рядами. Данные машины обеспечивают высокую точность посева как в предварительно обработанной (вспаханной и боронованной) почве, так и при использовании технологии прямого посева (no-till).

Материалы исследования и их обсуждение. Для выполнения всех операций за один проход сеялки имеют специальные сектора, выпол-

няющие функции открытия борозды в почве, дозирования количества семян и их размещения на земле, закрытия борозды и уплотнения почвы вокруг семян. Обычно сеялки имеют еще и функцию распределения удобрений и других продуктов, распределяя их за один проход.

Сеялки точного высева являются наиболее распространенными в стране и позволяют распределять семена по отдельности на расстоянии друг от друга в ряд, что облегчает культурные обработки и эффективный сбор урожая. Расстояние между семенами и линии посева зависят от желаемой нормы внесения семян на гектар, и для достижения этих целей сеялки должны иметь специальное устройство для дозирования семян в резервуаре и регулировки линий на шасси.

В сеялках точного высева, продаваемых в Бразилии, основные системы дозирования семян – механическая, с перфорированным горизонтальным диском, и пневматическая система. Обе системы имеют свои преимущества и недостатки, но, когда дело касается эффективности заполнения дисков, наибольшее преимущество имеет пневматическая система, в которой практически нет недостатков в отборе семян, что приводит к более эффективному использованию посевной площади с лучшей равномерностью в распределении семян в почве. Еще одним преимуществом является более низкий уровень механического повреждения семян, поскольку они не подвергаются механическому воздействию, которое происходит на дозирующих дисках в машинах с перфорированными дисками.

Основными недостатками являются то, что эта система требует более тщательного и специализированного обслуживания из-за многочисленных соединений и соединений пневматической и гидравлической систем, а также более высокой стоимости приобретения по сравнению с механическими сеялками. В некоторых сравнительных исследованиях механических и пневматических систем приобретение пневматической сеялки не оправдано с экономической точки зрения, так как она представляет небольшую разницу по отношению к качеству продольного распределения семян, но имеет большую разницу по отношению к цене по сравнению с механической машиной с таким же количеством строк.

Пневматические системы могут быть избыточного давления или вакуумного типа, причем последний является наиболее распространенным среди основных производителей. В этой системе вертикальный дозирующий диск, установленный в каждом посадочном ряду,

отбирает семена из небольшого резервуара, расположенного в основании диска. Семена в резервуар поставляются из основного хранилища.

Отрицательное давление (вакуум) отвечает за удержание семян в отверстиях, расположенных на периферии дисков, во время их вращения. Обычно давление поступает от центрального вентилятора, приводимого в действие валом отбора мощности или гидравлического двигателя, приводимого в действие гидравлической системой трактора, или от вентиляторов, установленных в каждой линии и приводимых в действие электродвигателями.

Очистное устройство, или разделитель, отвечает за удаление лишних семян, которые могут застрять в одном и том же отверстии дозирующего диска, что позволяет избежать брака семян и двойных семян. Вакуумный режущий механизм отвечает за прерывание действия отрицательного давления и заставляя семена падать при прохождении через трубку, куда семена отправляются и оседают в почве.

Трубка изогнутой формы позволяет семени свободно падать, придавая ему импульс, противоположный движению сеялки, избегая отскоков и рикошетов при падении, улучшая равномерность продольного распределения семян.

При необходимости замены семян в зависимости от посевной культуры необходимо выбрать диск с отверстиями, совместимыми с новыми семенами, а также отрегулировать давление пневматической системы в зависимости от плотности и веса семян. Это процедуры, которые быстро выполняются оператором машины.

После использования при посеве необходимо проверять некоторые детали для периодического обслуживания системы, уделяя особое внимание износу пластиковых деталей, которые контактируют с семенами, наличию утечек давления, засоров, износа или деформации семенных каналов, люфт в подшипниках оси.

Заключение. Современные сеялки точного высева представляют собой высокотехнологичные агрегаты, способные выполнять полный цикл посевных операций за один проход. Благодаря специализированным секциям они обеспечивают формирование борозды, точное дозирование и распределение семян, заделку их в почву с последующим уплотнением. Многие модели также оснащены функцией внесения удобрений, что повышает эффективность агротехнических процессов и сокращает количество проходов техники по полю.

Наибольшее распространение в сельском хозяйстве получили сеялки точного высева, которые обеспечивают равномерное распределение

семян на заданном расстоянии друг от друга. Это не только оптимизирует дальнейшие культивационные работы, но и способствует повышению урожайности за счет оптимального использования посевных площадей. Ключевым элементом таких сеялок являются системы дозирования семян, среди которых наибольшую эффективность демонстрирует пневматическая система. Ее преимущества включают высокую точность высева, минимальное повреждение семян и отсутствие пропусков при распределении, что обеспечивает равномерность всходов. Использование сеялок точного высева, особенно с пневматической системой дозирования, позволяет значительно повысить эффективность посевных работ, снизить потери семян и создать оптимальные условия для получения высоких и стабильных урожаев. Дальнейшее совершенствование этих машин будет способствовать развитию ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. К вопросу обоснования параметров катушечно-желобчатого высевающего аппарата для высева гранулированных минеральных удобрений в пневматической системе группового дозирования / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2022. – № 1 (21). – С. 48–54.
2. Астахов, В. С. Обзор дозирующих устройств для высева гранулированных минеральных удобрений пневматической системой группового дозирования / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 252–255.
3. Астахов, В. С. Обзор пневматических сеялок для посева зерновых культур / В. С. Астахов, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 89–93.
4. Астахов, В. С. Проект машины для двухстрочного рядового посева кукурузы / В. С. Астахов. – Горки: БГСХА, 2024. – 31 с.
5. Астахов, В. С. Проект машины для двухстрочного рядового посева семян кукурузы и других культур пневматической системой группового дозирования конструкции УО БГСХА / В. С. Астахов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1. – С. 154–158.
6. Иванчиков, Г. О. К вопросу выбора пневматической системы для равномерного внесения гранулированных минеральных удобрений / Г. О. Иванчиков, В. С. Астахов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 262–266.
7. К вопросу посева кукурузы и других пропашных культур рядовым двухстрочным методом / А. А. Дралов, В. С. Астахов, Конг Цзяди, Лян Энъян // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 116–119.
8. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.

ЧЖАН СЯНЬЛЭЙ

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ПРИНИМАЕМЫХ ВО ВНИМАНИЕ
В ХОДЕ ОЧИСТКИ И СЕЛЕКТИВНОЙ СОРТИРОВКИ СЕМЯН
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Научный руководитель – КУРЗЕНКОВ С. В., канд. техн. наук, доцент
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В сельскохозяйственном производстве обработка семян перед посевом является ключевым звеном повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур. Используются физические, химические и биологические методы обработки семян для улучшения их всхожести, потенциала роста и устойчивости к стрессам, что делает их более стрессоустойчивыми в неблагоприятных условиях окружающей среды. Кроме того, обработка семян может эффективно предотвращать появление вредителей и болезней, сокращать использование пестицидов, а значит способствовать устойчивому развитию сельского хозяйства. С развитием науки и техники в области сельскохозяйственного производства методы обработки семян постоянно совершенствуются [1, 2].

Целью работы является анализ факторов, влияющих на очистку и селективную сортировку семян.

Результаты исследований и их обсуждение. Семена являются «отправной точкой» для растениеводства, а их качество напрямую влияет на развитие растений и конечный урожай. Такие показатели, как всхожесть, скорость прорастания, энергия прорастания и устойчивость семян к болезням и другие, в совокупности отражают производственный потенциал семян при их посеве. Эти показатели качества семян непосредственно связаны с чистотой, влажностью, гранулометрическим составом и фитосанитарным состоянием семян. Поэтому только отбор высококачественных семян на основе анализа их характеристик может позволить максимизировать урожайность и потенциал развития сельскохозяйственных культур.

В сельскохозяйственном производстве качество семян напрямую влияет на рост и урожайность сельскохозяйственных культур. Поэтому и в Республике Беларусь и Китайской Народной Республике уделяется большое внимание этому вопросу [3–7].

Обработка семян перед посевом является важным мероприятием сельскохозяйственного производства. При детальном анализе этого процесса [1, 2, 7], как для Беларуси, так и для Китая, можно выделить уже ставшими традиционными способы предпосевной обработки зернового материала: 1) проверка его качества; 2) очистка зерна, сортировка и отбор репродукционной его фракции – семенного материала; 3) доработка до кондиционного состояния (сушка, протравливание); 4) хранение семян; 5) стимуляция прорастания семян и устойчивости их к болезням перед посевом.

Среди этого широкого круга предпосевных мероприятий обязательным и неотъемлемым является очистка и селективная сортировка семенного материала сельскохозяйственных культур [2]. Такая сортировка должна производиться на основании ряда факторов, определяющих качество и пригодность их к посеву. К ним можно отнести:

- *генетические характеристики*. Отбор по сортовым признакам и генетической устойчивости к болезням и вредителям. Эти же характеристики являются отправными в определении среднестатистического состава их питательных веществ. Однако сделать это возможно только в лабораторных условиях;

- *жизнеспособность и всхожесть*. Проверка семян на всхожесть позволяет определить, какая их доля и даст здоровые всходы. Анализ динамики развития всходов может характеризовать их энергию и скорость прорастания, однако такие исследования реализуются только в лабораторных условиях;

- *влажность*. Семена основных сельскохозяйственных культур должны иметь оптимальную влажность для посева, чтобы избежать их гниение и улучшить прорастание. Уровень влажности семян также влияет на их хранение и прорастание. Например, оптимальная влажность для сохранения посевных качеств при хранении основных видов семян зерновых культур является 12–14 %, зернобобовых – 11–13 %, технических – 7–10 %. Как правило подобные исследования проводятся в лабораторных условиях;

- *цвет, внешний вид и целостность оболочки*. Пятна, изменение цвета и нарушение оболочки семян могут свидетельствовать о снижении их жизнеспособности, подверженности к заболеваниям и воздействию вредителей. Для данных целей, как правило, применяется специальное спектрографическое оборудование;

- *чистота*. Семена должны быть свободны от примесей, сорняков, зерен других культур и поврежденных зерен;

– *размер и форма зерна*: Отбор по размеру и форме позволяет выбрать однородные семена, что способствует равномерному прорастанию и росту растений;

– *удельный вес зерна*: более тяжелые семена обычно имеют более высокую энергию прорастания, поэтому масса 1000 семян при селективном их отборе может характеризовать более высокий потенциал их к прорастанию.

Заключение. Анализ возможности учета приведенных выше факторов в ходе предпосевной обработки зернового материала показывает, что отбор высокорепродуктивного семенного материала целесообразно производить в специализированных семеноводческих организациях, обладающих соответствующей материальной и ресурсной базой. При этом для получения оптимальных результатов по очистке и селективной сортировке семян различных сельскохозяйственных культур, важно учитывать их генетические, структурные, гигроскопические, линейные и весовые их особенности, а также условия их производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волхонов, М. С. Классификация и определение эффективности известных способов предпосевной обработки семян / М. С. Волхонов, И. А. Мамаева, М. М. Беляков // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 8 (135). – С. 7–19.
2. Поздняков, В. М. Повышение эффективности подготовки семенного материала на основе совершенствования конструкции сепаратора вибропневматического принципа действия / В. М. Поздняков, С. А. Зеленко, А. И. Ермаков // Вестник БГСХА. – 2014. – № 1. – С. 163–167.
3. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч. практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. разраб.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 288 с.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. разраб.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 469 с.
6. Семена зернобобовых, масличных и технических культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия: СТБ 1123-98. – Введ. 30.10.98. – Минск: Госстандарт, 1998. – 15 с.
7. Ху, Х. Термическая обработка для повышения безопасности семян маша [J]. / Х. Ху, Дж. Чури Дж., Р. В. Воробо // Журнал защиты пищевых продуктов. – 2004. – № 67 (6). – С. 1257–1260.

УДК 628.385

АНИЩЕНКО М. И.

**МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА
МЕТАНОВОГО БРОЖЕНИЯ**

Научный руководитель – ОСТРЕЙКО А. А., ст. преподаватель
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Интенсификация процесса метанового брожения может осуществляться микробиологическими или конструктивно-технологическими методами. Перемешивание является ключевым способом повышения эффективности работы биогазовой установки. Согласно литературным источникам, оптимальное перемешивание субстрата в метантенке увеличивает выход биогаза на 50 % [1–3].

Цель работы – обзор и анализ существующих путей интенсификации процесса метанового брожения.

Материалы и методика исследований. Автором статьи были изучены и проанализированы публикации, затрагивающие проблему интенсификации процесса метанового брожения.

Результаты исследования и их обсуждение. В настоящее время существует две группы методов интенсификации процессов метанового сбраживания: группа микробиологических методов и группа конструктивно-технологических методов.

Микробиологические методы интенсификации процесса метанового брожения представлены следующими основными направлениями: коферментация, получение новых штаммов микроорганизмов, использование стимулирующих добавок, иммобилизация.

Коферментация, то есть совместное сбраживание отходов растительного и животного происхождения технологически оправдана, поскольку растительный субстрат дает значительно больший выход биогаза по сравнению с отходами животного происхождения, что объясняется более высоким содержанием различных факторов роста, таких как, аминокислоты и редуцирующие сахара.

Перспективным также является получение новых штаммов микроорганизмов (*Methanosarcina*, *Methanobacterium*, *Methanospirillum*,

Metanobrevibacter и др.), обладающих повышенной способностью к метанообразованию, использование добавок, стимулирующих процессы окисления, которые изменяют соотношение углерода и азота (оптимальное соотношение C/N=20/1-30/1) с целью интенсификации процесса анаэробного сбраживания. Также используются различные факторы роста, ферменты, энзимы.

Одним из наиболее эффективных микробиологических способов увеличения окислительной мощности традиционных биоэнергетических установок является применение адгезионной и адсорбционной иммобилизации биомассы на поверхности инертных твердых материалов. При этом происходит не только увеличение концентрации биомассы в единице объема реактора, но и повышается устойчивость микроорганизмов к негативным факторам окружающей среды, что, прежде всего, связано с обогащением видового состава биоценозов. Исследованиями иммобилизации микроорганизмов на гелях, мембранах, волокнах, решетках занимаются в настоящее время ряд ученых.

Значительные резервы интенсификации процессов получения биогаза скрыты в применении различного рода конструктивно – технологических методов интенсификации процесса анаэробного сбраживания, таких как температура, перемешивание субстрата, разделение процесса анаэробного сбраживания на стадии, качественная подготовка сырья.

Оптимальный температурный режим различен для каждого вида сырья, но на основании эмпирических данных различных установок, оптимальным диапазоном температур для мезофильного температурного режима является 34–37°C, а термофильного 52–54°C. Психрофильный температурный режим соблюдается в установках без подогрева, в которых отсутствует контроль температуры. Наиболее интенсивное выделение биогаза в психрофильном режиме происходит при температуре 23°C.

Для эффективной работы биогазовой установки и поддержания стабильности процесса сбраживания сырья внутри метантенка необходимо перемешивание. Главными целями перемешивания являются: высвобождение произведенного биогаза; перемешивание свежего субстрата и популяции бактерий (прививка); предотвращение формирования корки и осадка; предотвращение участков разной температуры внутри реактора; обеспечение равномерного распределения популяции бактерий; предотвращение формирования пустот и скоплений, уменьшающих эффективную площадь реактора.

Процесс производства биогаза может быть основан на разделении природного биологического процесса метаногенерации на 3 стадии: гидролиз, кислотообразование, образование метана, либо на две стадии – гидролиз и кислотообразование (совместно с метанообразованием)].

Процесс может быть реализован в соединенных последовательно реакторах, либо в одном реакторе, разделенном на зоны перегородками. В целом, применение такой биосистемы позволяет интенсифицировать процесс в 2–3 раза.

На эффективность работы биогазовых установок большое влияние оказывает предварительная подготовка исходного субстрата. Чем меньше размеры частиц органических компонентов исходного сырья, тем больше их удельная поверхность и соответственно интенсивнее происходят процессы сбраживания.

В настоящее время для придания биомассе однородной и гомогенной консистенции используются ультразвуковые и гидродинамические кавитационные деструкторы.

Результатами предварительной обработки биологического сырья являются высокая степень измельчения и гомогенизации сырья; уменьшение периода сбраживания биомассы и, как следствие, возможность строительства реакторов меньших размеров; высвобождение природных энзимов, являющихся биологическими катализаторами процесса сбраживания биомассы; стабилизация биологических процессов, что в целом приводит к увеличению содержания метана в биогазе до 70–75 %.

Заключение. Интенсификация процесса получения биогаза за счет микробиологических методов и конструктивно-технологических решений позволяет повысить количество и качество вырабатываемого биогаза, обеспечивая благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.
2. Острейко, А. А. Биогазовые установки и технологии / А. А. Острейко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 209–213.
3. Переработка навоза в биогазовых установках / Д. Ф. Кольга, С. А. Костюкевич, Т. В. Молош, В. Н. Босак // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2024. – № 3. – С. 7–11.

БАЛАН В. Д.

ОСМОТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Научный руководитель – ПУЗЕВИЧ К. Л., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Электричество одно из величайших достижений человечества. Прирученный электрон доставляет в наши дома и квартиры свет и тепло, связывает нас с внешним миром посредством сети интернет и с помощью телефонной связи.

Цель работы. Обзор и анализ источников получения электрической энергии.

Материалы и методика исследования. Работа построена на анализе литературы по вопросам получения электрической энергии.

Результаты исследования и их обсуждение. К традиционным источникам электрической энергии относят:

1. Тепловые электростанции. Тепловая электростанция (ТЭС), электростанция, вырабатывающая электрическую энергию в результате преобразования тепловой энергии, выделяющейся при сжигании органического топлива. Первые ТЭС появились в конце XIX века и получили преимущественное распространение. В середине 70-х гг. XX века ТЭС – основной вид электрической станций.

2. Гидроэлектростанции (ГЭС). На их долю приходится около 21 % всей вырабатываемой электроэнергии. Комплекс сооружений и оборудования, посредством которых энергия потока воды преобразуется в электрическую энергию. При их сооружении также наносится вред окружающей среде: перегораживаются реки, меняется их русло, затопляются долины рек. Важнейшая особенность гидротехнических ресурсов в сравнении с топливно-энергетическими – их непрерывное восстановление.

3. Атомные электростанции (АЭС). На их долю приходится около 17 % всей вырабатываемой электроэнергии. Электростанция, в которой атомная (ядерная) энергия используется для получения электрической. Генератором энергии здесь является атомный реактор. Тепло, выделяемое в нем в результате цепной реакции деления ядер, преобразуется в электроэнергию. АЭС работают на ядерном горючем (уран, плутоний и др.), мировые запасы которого значительно превышают запасы органического топлива [2, 3, 6].

Наряду с традиционной энергетикой, широкое развитие получила альтернативная (нетрадиционная) энергетика [1, 4].

Осмотическая электростанция работает за счет работы физического эффекта – **осмоса**. Заключается он в простом явлении: в двух растворах разной концентрации, помещенных в сосуд с полупроницаемой (проницаемой только для молекул растворителя) мембраной, спустя некоторое время появляется разность уровней. В дословном переводе с греческого языка **осмос** – **это толчок, давление** [5].

Если в сосуд с перегородкой поместить морскую и пресную воду, то за счет разной концентрации растворенных солей появляется **осмотическое давление** и уровень морской воды поднимется. Молекулы воды перемещаются из зоны высокой их концентрации в зону раствора, где примесей больше, а молекул воды меньше.

Расчеты показывают, что при солености морской воды 35 г/литр за счет явления осмоса создается перепад давления 2 389 464 Паскаля или около 24 атмосфер. На практике это эквивалентно плотине высотой 240 метров.

Несомненным преимуществом такого источника электрической энергии, в отличие от ветра и солнца, является его непрерывность и возобновляемость с незначительными сезонными колебаниями. Также при этом отсутствует парниковый эффект.

Для проверки технологии получения энергии от эффекта осмоса в 2009 году была построена и запущена первая в мире экспериментальная **осмотическая электростанция**.

Коммерческая привлекательность станций начинается с эффективности съема мощности более 5 Вт с квадратного метра мембран. На норвежской станции в Тофте это значение едва превышает 1 Вт/м². Уже испытываются мембраны с эффективностью 2,4 Вт/м², а к 2025 году ожидается достижение рентабельного значения 5 Вт/м².

Работая с материалами на основе углеродных нанотрубок, ученые получили на образцах эффективность отбора энергии осмоса около 4000 Вт/м². А это уже не просто рентабельно, а превышает эффективность практически всех традиционных источников энергии.

Еще более впечатляющие перспективы обещает применение графеновых пленок. Мембрана толщиной в один атомный слой становится полностью проницаема для молекул воды, задерживая при этом любые другие примеси. Эффективность такого материала может превышать 10 кВт/м². В гонку по созданию мембран высокой эффективности включились ведущие корпорации Японии и Америки.

Помимо очевидных экономических проблем с рентабельностью мембраны осмотическая электростанция может располагаться только в устьях рек, где пресная вода вливается в соленую. Этот фактор тоже снижает дальнейшее распространение этого источника электрической энергии.

Заключение. Если удастся в течение ближайшего десятилетия решить проблему мембран для осмотических станций, то новый источник энергии займет ведущее место в обеспечении человечества экологически чистыми энергоносителями. В отличие от энергии ветра и солнца, установки прямого осмоса могут работать круглые сутки и не зависят от погодных условий.

В настоящий момент компания Statkraft оценивает потенциал данного типа энергетики в 1600–1700 ТВт·ч. Это составляет около 10% от всего мирового потребления электроэнергии

Мировой резерв энергии осмоса огромен – ежегодный сброс пресных речных вод составляет более 3700 кубических километров. Если удастся использовать только 10 % этого объема, то можно вырабатывать более 1,5 ТВт/часов электрической энергии, т.е. около 50 % европейского потребления.

При наличии высокоэффективных мембран можно использовать энергию глубин океана. Дело в том, что соленость воды зависит от температуры, а она на разных глубинах разная. Используя температурные градиенты солености, можно не привязываться к устьям рек в строительстве станций, а просто размещать их в акватории океанов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бараш, В. П. Асаблівасці і перспектывы развіцця альтэрнатыўнай энергетыкі / В. П. Бараш, В. М. Босак, Н. У. Улаховіч // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2025.
2. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, Н. А. Невестенко [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.
3. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
4. Домненкова, А. В. Состояние и перспективы развития альтернативной энергетики в Беларуси / А. В. Домненкова, В. Н. Босак, И. И. Сергеева // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 33–35.
5. Самуйлик, П. Ю. Осмотическая электростанция / П. Ю. Самуйлик, К. Л. Пузевич // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 35–37.
6. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.

ВЫЧИКОВ А. Н.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ДОЕНИЯ КОРОВ ПРИ ДОЕНИИ В МАГИСТРАЛЬНЫЙ МОЛОКОПРОВОД

Научный руководитель – МЕЛЕХОВ А. В., ст. преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Увеличение молочной продуктивности коров и получение качественной молочной продукции базируется на трех важнейших факторах: ведение направленной племенной работы, качественное кормление животных и соблюдение требований современной технологии доения крупного рогатого скота [1–6].

Цель работы – совершенствование технологии доения коров при доении в магистральный молокопровод.

Материал и методика исследований. При производстве молока применяется традиционная технология, предусматривающая привязное стойловое содержание животных в типовых коровниках на 200 голов, где для доения коров используют доильные установки 2АДСН, со сбором молока в молокопровод и двухтактные доильные аппараты типа УИД-07.000. Первичная обработка молока включает очистку от механических примесей путем фильтрования и охлаждение до 4–5 °С.

Результаты исследований и их обсуждение. Были изучены основные технологические операции, выполняемые при машинном доении коров, и дана их характеристика. Согласно существующих правил процесс доения животного складывается из трех последовательных периодов.

Начальный период – подготовительный. Активное раздражение вымени коровы в период преддоильной подготовки должно быть ограничено по времени – в среднем 40–60 с, т.е. соответствовать латентному периоду рефлекса молокоотдачи. Вначале проводится сдаивание первых струек молока в отдельную посуду, что препятствует попаданию большого количества микрофлоры соскового канала в сборное молоко. Это правило на ферме выполняется согласно требованиям. Далее производится нанесение моюще-дезинфицирующего средства на соски при помощи специального стакана, действующим веществом средства для обработки является молочная кислота. Следующим эта-

пом происходит очистка и вытирание насухо сосков одноразовыми салфетками (многоцветные стираются после каждого доения, каждый сосок обтирается отдельным углом салфетки); далее следует включение доильного аппарата и надевание доильных стаканов.

Основной период – доение. Доить нужно в быстром, но спокойном режиме. При соблюдении техники доения корову выдаивают за 3–6 мин. При передержке доильного аппарата после окончания молокоотдачи может происходить «холостое доение» вызывающее повреждение тканей вымени. При наблюдении за процессом доения нами отмечалось подобное нарушение в ряде случаев.

Заключительный период доения предусматривает массаж вымени, с целью получения последних порций молока и проводится в течении 30 секунд, заключающееся в оттягивание доильных стаканов вниз. При снятии доильных стаканов закрывают клапан коллектора и плавно отсоединяют доильные стаканы, что осуществляется операторами иногда без впуска воздуха. Заключительная обработка сосков должна выполняться с использованием специальных средства для обработки вымени. В ряде хозяйств данная операция не проводится, что приводит к снижению удоев и качеству молока – его сортность, а также к заболеванию маститом, так как сфинктеры сосков после доения остаются открытыми в течении 40–60 минут

Заключение. В целях совершенствования технологии производства молока в хозяйстве, повышения продуктивности животных и увеличения рентабельности производства, считаем целесообразным замену устаревших доильных аппаратов на новые, такие как УИД-07.000 или АДС-25 производства компании Гомельагрокомплект, Республика Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние кормления коров на производство молока / Д. Ф. Кольга, Т. В. Молош, С. А. Костюкевич, В. Н. Босак // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2023. – № 3. – С. 13–18.
2. Догель, А. С. Многое зависит от условий содержания животных / А. С. Догель // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 21 (56). – С. 57–61.
3. Качество молока коров. Часть 1. Химический состав и питательная ценность / С. Г. Кузнецов [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 17 (52). – С. 70–74.
4. Качество молока коров. Часть 2. Физико-химические и технологические свойства / С. Г. Кузнецов [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 19(54). – С. 42–48.
5. Китиков, В. О. Качество продукции животноводства и факторы повышения экспортного потенциала молочной промышленности / В. О. Китиков, Т. А. Савельева, М. А. Климова // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – № 2 (94). – С. 26–31.
6. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.

ЖОГЛИЧ Д. П.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ КОРМОВ

Научный руководитель – КОЗЛОВ С. И., канд. техн. наук, доцент
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из основных направлений в энергосбережении является разработка моделей формирования энергосберегающих рационов, технологий и средств механизации производства кормового сырья и приготовления кормов.

Анализ исследований по разработке энергосберегающих технологий и средств механизации приготовления кормов показывает, что наибольшая доля энергетических затрат при производстве продукции животноводства приходится на корма [1].

Цель работы. Исходя из современного состояния технологического процесса приготовления и раздачи кормосмеси позволил определить цель исследования – повышение эффективности использования мобильных кормоцехов обоснованием их грузоподъемности.

Материалы и методика исследования. Решение проблемы энергосбережения при приготовлении кормов должно базироваться на методе оптимизации энергосберегающих технологий и средств механизации приготовления кормов, обеспечивающем комплексное решение задач рационального использования производственных ресурсов при наименьшем негативном влиянии на окружающую среду.

Принципам энергосбережения отвечают многофункциональные кормоприготовительные машины. Наилучшие качественные и технико-экономические показатели при измельчении кормов имеют измельчающие органы, работающие по принципу резания. Наибольшее распространение получили измельчители барабанного типа с ножами различной формы и шнековые с резцами на витках [1].

Получение требуемого качества кормовой массы при минимальных удельных затратах энергии является основным критерием при выборе конструкции измельчающего органа и его кинематического режима работы.

Результаты исследования и их обсуждение. Одним из факторов, определяющих степень измельчения стебельных кормов, является пер-

воначальная длина исходного материала. Известно, что коэффициент вариации размеров растений составляет в среднем 10...20 %. Исходя из этого, задавшись относительной погрешностью результата, получим необходимое число измерений размеров стеблей с пятикратной повторностью [2].

После разбивки пробы на размерные классы получим доли, которые нужно взвесить и определить процентное отношение их к общей массе. Для каждой повторности опытов отвешиваем порцию сена массой 3...4 кг. Для определения длины резки после измельчения также пятикратно брались пробы по 0,2 кг непосредственно на выходе из измельчителя. Для сравнения показателей качества измельчения производится отбор образцов и проб исходной и измельченной массы методом квартования [3].

Для этого партия материала предварительно тщательно перемешивалась и распределяется на столе ровным слоем в форме квадрата. Выделяли пробы из образца с помощью линейки, разделяя квадрат на четыре равных сектора, два из которых по диагонали отделяем, а оставшиеся два объединяем, перемешиваем и вновь формируем квадрат. Образец, таким образом, уменьшается до тех пор, пока вес в одном секторе не достигает принятой величины пробы.

Установлено, что никакое сито не может разделить помещенную на него смесь частиц по их длине [2]. Каждая фракция содержит частицы по длине почти всех размеров, но ГОСТ 8770-58 не делает исключения для стебельных кормов и предусматривает оценку их крупности ситовым анализом. В то же время средняя длина частиц каждой фракции коррелирует с размерами отверстий сит.

Зоотехническими требованиями определена оптимальная длина резки для КРС 20...50 мм. Ситовой анализ на каждом сите проводится в течение 10 мин. Полученные результаты измерений группируются по классам и обрабатываются известными методами [3].

При определении фракционного состава вычисляются следующие характеристики:

- средневзвешенная длина частиц
$$\bar{l} = \frac{\sum l_i n_i}{n};$$
- дисперсия
$$\sigma^2 = \frac{\sum n_i (\bar{l} - l_i)^2}{n - 1};$$
- среднеквадратическое отклонение σ ;

- коэффициент вариации $\nu = \frac{\sigma}{\bar{l}} 100\%$;
- абсолютная ошибка $\delta = \frac{t_{\gamma} \sigma}{\sqrt{n}}$;
- доверительный интервал $A = \bar{l} \pm \delta$.

При этом абсолютная ошибка δ определяется, задавшись доверительной вероятностью $\gamma_d = 0,95$ и по величине квантиля распределения Стьюдента – t_{γ} .

Вероятность попадания длины резки в область зоотехнических требований определяется из выражения:

$$P(x_1 < x < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} P(x) dx,$$

где x – случайная величина длины резки;

x_1, x_2 – соответственно минимальная и максимальная длина резки, допустимые по зоотребованиям;

$P(x)$ – плотность распределения вероятностей.

Заключение. Анализ исследований по разработке энергосберегающих технологий и средств механизации приготовления кормов показывает, что наибольшая доля энергетических затрат при производстве продукции животноводства приходится на корма и решение проблемы энергосбережения при приготовлении кормов должно базироваться на методе оптимизации энергосберегающих технологий и средств механизации приготовления кормов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешкин, В. Р. Повышение эффективности процесса и технических средств механизации измельчения кормов: дис.: д-ра техн. наук / В. Р. Алешкин. – Киров, 1995. – 445 с.
2. Бурмистрова, М. Ф. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений / М. Ф. Бурмистрова [и др.] – Москва: Сельхозгиз, 1956. – 426 с.
3. Гатаулин, А. М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве / А. М. Гатаулин. – Москва: Изд-во МСХА, 1992. – Ч. 1. – 160 с.

РЖЕУТСКИЙ Н. А.

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ВЛАГОТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ СМЕСИ
ФУРАЖНОГО ЗЕРНА И ВТОРИЧНЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК**

Научный руководитель – ПОНТАЛЁВ О. В., канд. тех. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Тенденции развития животноводческой отрасли направлены на повышение качества продукции и снижение ее себестоимости. Особое значение имеют концентрированные корма, которые являются основой промышленного производства мяса, молока и яиц, и занимают более 70 % в структуре стоимости продукции.

Снижения стоимости кормов можно достичь, уменьшая затраты в растениеводстве или с помощью нетрадиционных источников сырья, способных по своей кормовой ценности заменить часть зерна злаковых и бобовых культур в структуре комбикормов [1].

Анализ структуры сырья при производстве комбикормов показывает, что за счет включения вторичных кормовых ресурсов происходит снижение общей доли зерна злаковых и бобовых культур без ухудшения кормовых качеств комбикормов.

В странах западной Европы процент включения нетрадиционных кормовых ресурсов достигает 75 %, что приводит к снижению себестоимости продукции животноводства.

Поэтому одним из направлений снижения импорта зерна является частичная его замена в рационах животных и птицы вторичными сырьевыми ресурсами, к которым относятся отходы пищевой, свеклосахарной, крахмалопаточной, спиртовой промышленности, отходы птицеводческих предприятий и др.

Цель работы. Изучить основные особенности, достоинства и недостатки оборудования для приготовления кормов из смеси фуражного зерна и вторичных кормовых добавок.

Материалы и методика исследования. Современные установки созданы с функцией контроля рецептуры, что позволяет точно подбирать необходимые компоненты рациона, при снижении затрат на их производство.

Наиболее распространенным оборудованием для влаготепловой обработки являются экструдеры и экспандеры фирм производителей ИНСТА-ПРО, Альмекс и Амандус Каль, имеющие высокую стоимость и патентозащищенность.

Поэтому в данный период времени не снизилось использование экструдеров и экспандеров отечественного производства КМЗ-2, КМЗ-2А, ПЭК-125.

Технологический процесс работы экспандеров и экструдеров характеризуется малым временем экспозиции (до 30 секунд), высокой температурой нагрева обрабатываемой смеси (до 200 °С) и давлением прессования 6–8 МПа, что приводит к полному уничтожению вредных микроорганизмов.

В основе технологии экспандирования лежит способ воздействия на обрабатываемую смесь давления и тепла. Давление создается с помощью рабочего органа установки (шнека), величина которого зависит от конструктивных и кинематических параметров шнека (цилиндрический, конический), шага, диаметра и частоты вращения.

Принципиальное отличие между экструдером и экспандером определяется способом подвода тепла для нагрева обрабатываемой смеси. В экструдере происходит внутренний нагрев обрабатываемой смеси теплом, выделяемым при трении обрабатываемой смеси о греющие шайбы, наличие которых приводит к увеличению стоимости и сложности изготовления оборудования [2].

Обработка смеси экспандером характеризуется более мягким режимом работы, при котором сохраняется первоначальный химический состав обрабатываемого материала за счет внешнего нагрева нагревательными элементами или паром.

Однако, у этой технологии есть и недостатки. Процесс экструзии требует значительных энергетических затрат, что может увеличить стоимость конечного продукта. Кроме того, не все виды сырья подходят для экструзии, и подбор компонентов может потребовать дополнительных исследований и экспериментов. Некоторые производители также отмечают, что использование экструдеров требует высокой квалификации персонала и наличия специализированного оборудования, что может стать барьером для небольших хозяйств. Таким образом, экструдеры для приготовления кормов из смеси фуражного зерна и вторичных кормовых ресурсов представляют собой эффективный инструмент, обладающий как преимуществами, так и недостатками.

Результаты исследования и их обсуждение. Наиболее достоверной проверкой качества полученных кормов является продуктивность животных и птицы при непосредственном их скармливании (зоотехнические тесты). Но такой способ оценки сложен, требует больших затрат средств и продолжительности.

Так как продукт получен в процессе экспандирования смеси, то проводится комплексный контроль качества ее составляющих: зерна и вторичных кормовых добавок.

Основным критерием оценки полученного продукта является качество обработки вторичных кормовых добавок, оцениваемое наличием вредных бактерий в смеси. Для этого определяют общее количество микробных клеток бактериологическими исследованиями. Затем наличие бактерий паратифозной группы – сальмонелл, методом последовательного обогащения или двойного центрифугирования. После этого проверяют смесь на наличие энтеропатогенных штаммов кишечной палочки.

Показателями эффективности структурно-механических изменений смеси, состоящей из зерна злаковых и вторичных кормовых ресурсов, подверженного экспандированию, является коэффициент взорванности зерна, характеризующий величину структурных изменений, произошедших в смеси после обработки давлением и температурой.

Заключение. Одним из основных достоинств экструдеров является их способность значительно улучшать питательную ценность кормов. Процесс экструзии разрушает клеточные стенки растительных материалов, что делает питательные вещества более доступными для животных. Кроме того, экструзия может уничтожать патогенные микроорганизмы, снижая риски заболеваний. Поэтому, наиболее эффективным способом обработки смеси фуражного зерна и вторичных кормовых добавок является экструдер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Червяков, А. В. Максимальное использование потенциала зерна и зерносмесей за счет углубленной их обработки при производстве комбикормов / А. В. Червяков, О. В. Понталёв. – Горки: БГСХА, 2008. – С. 139–146.
2. Понталёв, О. В. Обработка результатов процесса экспандирования смесей из зерна и вторичных сырьевых ресурсов / О. В. Понталёв. – Барнаул: БарГУ, 2009 – С. 225–227.

РЯБИКОВ А. Ю.

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ
НА ПОКАЗАТЕЛИ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА
ПРИ ЕГО СТИМУЛИРОВАНИИ СВЧ ПОЛЕМ**

Научный руководитель – СИМЧЕНКОВ А. С., ассистент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур – одна из важнейших задач, которую вместе с селекционерами и агрономами в последние годы успешно решают физики, биофизики и инженеры.

Цель работы. Изучить воздействие электромагнитных полей на семенной материал.

Материалы и методика исследований. Материалом для опытов служил ячмень «Гонар» кондиционной влажности 14 %. Для проведения опытов разработана и изготовлена лабораторная установка на основе конструкции микроволновой печи Samsung M1712NR с рупором, разработанным ООО НПП «Белама плюс».

Результаты исследования и их обсуждение. Воздействие электромагнитных полей на семенной материал может приводить к различным эффектам, проявление которых зависит в основном от частоты, мощности излучения и времени воздействия. К таким эффектам можно отнести: стимуляцию семян; их возбуждение или подавление [1, 2]. В режиме стимуляции происходит небольшая прибавка по проценту всхожести семян (порядка 2,5%) и более быстрое их развитие. В режиме возбуждения происходит максимальная прибавка по проценту всхожести, а в режиме подавления процент всхожести ниже контрольного, и растения развиваются медленнее, или вообще не развиваются [2].

Обработка зернового материала сверхвысокими частотами (СВЧ) приводит к стимуляции метаболизма биоклеток семян: повышению активности ферментов (в частности амилазы), активизации всхожести, энергии прорастания и силы роста. С увеличением доз вначале наблюдаются стрессовые явления в биоклетках, а затем их агония и некроз (гибель) [3].

Установлено, что нагрев семян в ЭМП СВЧ до 35–45°C не приводит к снижению их посевных качеств. Дальнейшее увеличение температуры нагрева семян влечет уменьшение этих показателей, причем особенно резко в области температур свыше 50–60°C. Первое явление объясняется термоактивацией биологических процессов в семенах, второе – необратимыми температурными изменениями (денатурацией) белков.

Установлено, что технологический процесс обработки семян определяется совокупностью следующих параметров: частота, мощность (или энергия) на единицу массы, время обработки и температура нагрева.

Исследования, которым посвящена данная статья, направлены на изучение влияния температуры нагрева семян при СВЧ-обработке зернового материала на качественные показатели посевного материала: активизацию всхожести, энергию прорастания и силу роста.

С целью изучения влияния температуры нагрева зернового материала был изготовлен специальный прямоугольный контейнер размером (2,0х2,0х30 см), который заполнялся зерновым материалом и помещался в лабораторную установку. Контейнер разделялся на 8 секций. Температура контролировалась с помощью термодатчика. После обработки проба извлекалась для проведения всхожести, энергии прорастания и силы роста.

Всхожесть и энергию прорастания определяли согласно ГОСТ 10467-91.

Заключение. Исследованы температурные режимы обработки семенного материала СВЧ полем в результате которых определен диапазон рабочих температур при предпосевной обработке семян 30...45 °С. Анализ экспериментальных исследований показывает, что наблюдаются режимы стимуляции, активизации и угнетения при обработке СВЧ полем в зависимости от конечной температуры обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барышев, М. Г. Воздействие электромагнитных полей на биохимические процессы в семенах растений / М. Г. Барышев, Г. И. Касьянов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 1. – С. 21–23.
2. Кондратьева, Н. П. Предпосевная обработка семян зерновых культур / Н. П. Кондратьева // МЭСХ. – 2002. – № 8. – С. 9–10.
3. Пахомов, В. И. Активизация посевных свойств семян СВЧ-обработкой / В. И. Пахомов, Е. В. Иконова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2004. – № 4. – С. 5–6.

СИМЧЕНКОВ А. С.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА
ПТИЧНИКА И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
ВОЗДУХА**

Научный руководитель – ПУЗЕВИЧ К. Л., канд. тех. наук, доцент
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Основу птицеводства мясного направления составляют крупные птицефабрики промышленного типа, удельный вес которых в производстве мяса превышает 60 %. На сегодняшний день значительный процент промышленного мяса производится в птичниках напольного содержания птицы (около 50). Напольное содержание является значительно более выгодным с экономической точки зрения по сравнению с другими видами содержания. Тем не менее, с технологической точки зрения, птичник напольного содержания является чрезвычайно сложным объектом. Высокая концентрация птицы, средств производства, наличие агрессивной среды, технологические особенности производства – все это влияет на качество управления. Эффективное управление значительными мощностями традиционными методами является чрезвычайно сложной задачей, а иногда и вообще, неразрешимой. Построить адекватную математическую модель процессов, протекающих в птичнике в процессе функционирования, в таких условиях чрезвычайно трудно. Построить управление таким объектом на основе моделей, учитывающих все его особенности, на технической базе предприятия еще труднее [1–6].

Цель работы. Создание системы автоматического управления температурным режимом с использованием современной элементной базы и энергоэффективных алгоритмов работы для уменьшения энергозатрат на создание микроклимата в промышленных птичниках.

Материалы и методика исследования. Достижение поставленной цели обусловило необходимость выполнения следующих задач:

- анализ характеристик информационных потоков в птичнике и разработка на их базе имитационной модели теплового обмена;
- разработка математической модели и схемы рекуператора тепла воздуха, выходящего из птичника;

- обоснование и выбор современных технических средств автоматизации с учетом регулирования рекуперированного воздуха;
- оценка устойчивости и качества работы САР;
- разработка энергоэффективных алгоритмов работы оборудования для создания микроклимата;
- оценка экономической эффективности внедрения разработанной САР.

Эти задачи сформулированы на основе анализа работ, посвященных созданию микроклимата в промышленных птичниках и современных мировых тенденций энергетической оценки производства продукции.

Результаты исследования и их обсуждение. Система работает следующим образом. Вытяжные вентиляторы, вмонтированные в стены птичника, работают постоянно. При этом в помещении создается разрежение, благодаря чему через приточные шахты в середину птичника попадает воздух из окружающей среды, чем обеспечивается необходимый воздухообмен.

В зависимости от значения температуры в середине птичника (датчик температуры $T_э$ (1в)), автоматическое управляющее устройство TIRC (1С) формирует сигналы управления исполнительными механизмами - магнитными пускателями NS (1U), которые включают теплогенераторы, и частотным преобразователем SIC (1I), благодаря которому увеличивается или уменьшается скорость вращения вытяжных вентиляторов.

Если значение температуры в помещении больше необходимого значения, частотный преобразователь SIC (1I) увеличивает скорость вращения вытяжных вентиляторов, увеличивая кратность вентиляции и уменьшая тем самым температуру в птичнике. Частотный преобразователь настроен таким образом, чтобы минимальная скорость вращения вентиляторов обеспечивала минимальную кратность воздухообмена, необходимую для нормальной жизнедеятельности птицы.

В зависимости какая температура воздуха в рекуператоре $T_э$ (1г) автоматическое управляющее устройство TIRC (1С), формирует сигнал управления исполнительным механизмом магнитным пускателем NS (1н) который включает электропривод заслонки.

Если значение температуры в птичнике уменьшается ниже необходимого значения, автоматическое управляющее устройство формирует сигнал управления теплогенераторами.

Заключение. В результате выполнения исследования разработана математическая модель птичника как теплового объекта, из которой получена передаточная функция.

Для реализации системы автоматического управления температурным режимом в птичнике предложены функционально-технологическая и функционально-структурная схемы САУ, обоснован выбор современного КТЗ автоматики, в частности выбрано промышленное устройство частотного регулирования серии c100/200, и разработана электрическая принципиальная схема системы управления на базе микроконтроллера ICP CON 8837, разработанное программное обеспечение. Предложен энергосберегающий алгоритм работы тепловентиляционного оборудования в зависимости от температуры окружающей среды.

При исследовании показателей качества работы САУ установлено, что система является устойчивой, время регулирования составляет 275 с.

Расчет экономической эффективности показал, что внедрение разработанной системы является целесообразным, себестоимость продукции снизится на 4,76 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бронфман, Л. И. Воздушный режим птицеводческих помещений / Л. И. Бронфман. – Москва: Россельхозиздат, 1974. – 144 с.
2. Гармаза, А. К. Микроклимат в животноводческих помещениях – важный резерв увеличения продуктивности сельскохозяйственного производства / А. К. Гармаза, И. Т. Ермак, В. Н. Босак // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 272–274.
3. Пузевич, К. Л. Исследование параметров микроклимата птичника в зимний период и усовершенствование системы автоматического регулирования температуры воздуха / К. Л. Пузевич, А. С. Симченков, А. И. Филиппов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3. – С. 120–125.
4. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
5. Симченков, А. С. Исследование параметров микроклимата птичника в зимний период и усовершенствование системы автоматического регулирования температуры воздуха / А. С. Симченков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 222–227.
6. Симченков, А. С. Создание оптимального микроклимата птичника в зимний период с усовершенствованием САУ температуры воздуха / А. С. Симченков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 218–222.

ХАДЫКО А. В.

**СОВРЕМЕННЫЕ СКРЕПЕРНЫЕ СИСТЕМЫ
ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

Научный руководитель – РЕНДОВ А. К., преподаватель-стажер

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. При анализе технологии содержания крупного рогатого скота можно выделить такой составной элемент, как метод содержания, который может быть бесподстилочным или подстилочным. При бесподстилочном методе содержания животные содержатся на резиновых матах с получением полужидкого навоза, при подстилочном – на обильной соломенной подстилке. Перевод животноводства на промышленную основу приводит в большинстве случаев к бесподстилочному содержанию животных, что позволяет получать естественные отходы животноводства с высокой удобрительной ценностью без применения в значительном количестве воды или подстилки [1–5].

Цель работы – использовать конструктивно-технологическое решение, в скреперном оборудовании с центральным каналом, обеспечивающий естественный сток жидкой фракции навоза в продольный канал, что поддерживает проходы в сухом состоянии и снижает развития заболеваний копыт у коров.

Материалы и методика исследования. Выбор технологии удаления и утилизации навоза зависит главным образом от системы содержания животных и физико-механических и реологических свойств навоза. Для ежедневного удаления навоза из коровников применим скреперную в поперечный канал, из которого он подается в навозосборник. Из навозосборника навоз транспортируется по навозопроводу при помощи насоса в навозохранилище. Из помещений для сухостойных коров и родильного отделения с привязным содержанием применим скребковые транспортеры кругового движения с дальнейшей погрузкой навоза в тракторный прицеп и транспортировкой в навозохранилище, находящееся на территории фермы. С выгульных площадок навоз по мере накопления сгребается бульдозером и транспортируется в навозохранилище.

Результаты исследования и их обсуждение. Подстилочное содержание скота повышает удобрительную ценность навоза за счет пи-

тательных веществ, содержащихся в подстилочном материале, и сокращает их потери за время хранения. Результатами многочисленных анализов установлено, что в среднем в тонне подстилочного навоза перед его внесением в почву содержится в 1,4 раза больше азота и в 1,3 раза больше фосфора, чем в исходных экскрементах. Однако, несмотря на объективные преимущества твердых органических удобрений, значительная часть животноводческих предприятий как Республики Беларусь, так и стран Западной Европы практикуют бесподстилочное содержание крупного рогатого скота, что обусловлено существенной экономией затрат труда на уборку и удаление навоза. Достоинством бесподстилочного метода содержания считается однородность и текучесть образующейся навозной массы, что облегчает уборку и удаление навоза из животноводческих помещений, позволяет транспортировать его по трубопроводам и улучшает равномерность внесения органических удобрений в почву [2, 4, 5]. Вместе с тем бесподстилочный метод практически полностью исключают применение подстилки, что неизбежно ухудшает условия содержания животных и негативно влияет на их здоровье. В качестве примера болезни, одним из факторов возникновения которой являются плохие условия содержания, можно привести заболевания конечностей крупного рогатого скота. Статистически до 27 % потерь продукции в молочном скотоводстве из-за нарушения здоровья животных приходится именно на болезни копыт, а значит эти заболевания наносят существенный урон экономической эффективности молочно-товарных предприятий [4, 5].

В вышеприведенном контексте особую важность приобретает своевременная и качественная очистка навозных и кормонавозных проходов в коровнике от экскрементов. Однако стоит отметить, что используемые для выполнения этой операции стандартные дельта- и комбискреперы обладают общим недостатком: перед рабочим органом формируется из экскрементов тело волочения толщиной 10...15 см и длиной до 2 м и находящиеся на пути движения скрепера животные вынуждены проходить через этот слой навоза, что, в свою очередь, никак не способствует поддержанию чистоты их копыт. Указанный недостаток скреперного оборудования может быть устранен при использовании в коровнике навозных проходов с подпольным каналом, соединенным с поверхностью пола узкой щелью. В проходах такой конструкции навоз, собираемый на протяжении рабочего хода скрепера, направляется в подпольный канал и по нему же транспортируется к поперечному коллектору при помощи дополнительного скребка при-

соединенного к корпусу скрепера. Поскольку большая часть убираемого скрепером навоза транспортируется именно под полом, т. е. вне зоны досягаемости животных, можно предположить, что применение скреперного оборудования с подпольным каналом улучшает санитарное состояние животноводческого помещения, а, следовательно, и условия содержания крупного рогатого скота.

В настоящее время скреперное оборудование с подпольным каналом предлагается компаниями. *GEA Farm Technologies* (Германия) и *Jamesway Farm Equipment* (Канада), Конструкция скреперного оборудования для работы на полах с центральным каналом считается достаточно перспективной. При использовании такого оборудования навозные и кормонавозные проходы имеют незначительный поперечный уклон к их осевой линии, а в центральной части проходов выполнен подпольный канал, сообщающийся с поверхностью через узкую щель, ширина которой недостаточна для попадания в канал копыт животных. Уборка навоза в таких проходах производится скрепером как с поверхности их пола, так и внутри канала при помощи шарнирно закрепленного скребка [2].

Заключение. Подобное конструктивно-технологическое решение, используемое в скреперном оборудовании с центральным каналом, обеспечивает естественный сток жидкой фракции навоза в продольный канал, что поддерживает проходы в более сухом состоянии и снижает риск развития заболеваний копыт у коров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Китун, А. В. Машины и оборудование в животноводстве / А. В. Китун, В. И. Передня, Н. Н. Романюк. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 382 с.
2. Крупенин, П. Ю. Математическая модель процесса механического транспортирования полужидкого навоза по каналу круглого поперечного сечения / П. Ю. Крупенин, А. К. Рендов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 176–181.
3. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
4. Технология и механизация молочного животноводства / Под общ. ред. Е. Е. Хазанова. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 352 с.
5. Финогонов, А. Больные копыта коров: причины, следствия, профилактика / А. Финогонов // Белорусское сельское хозяйство. – 2014. – № 7. – С. 38–41.

ШАБУНЯ И. В.

**РАСЧЕТ МОЩНОСТИ НА ПРИВОД ОЧИСТИТЕЛЯ
КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ ШНЕКОВОГО ТИПА**

Научный руководитель – КРУПЕНИН П. Ю., канд. техн. наук., доцент
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Скотоводство важнейшая отрасль животноводства республики. На долю скотоводства приходится более половины стоимости валовой продукции животноводства. Основная часть поголовья крупного рогатого скота сосредоточена в сельскохозяйственных организациях – 96 % (коров 85 %). На 1 января 2024 года в сельскохозяйственных организациях насчитывалось 3932 тыс. голов крупного рогатого скота, из них 1307 тыс. коров. По производству молока на душу населения республика занимает 1 место среди стран СНГ и 4 место в Европе. Более 98 % молока и говядины сельскохозяйственные организации получают от разведения черно-пестрого скота. В настоящее время его генетический потенциал по молочной продуктивности коров в среднем составляет 10–11 тыс. килограммов молока за лактацию [1]. Правительством утверждена Республиканская программа развития молочной отрасли в 2020–2055 годах, где к 2025 году планируется построить 875 новых молочнотоварных ферм и производить в республике 10 млн. тонн молока [2].

Цель работы – определить затраты энергии на привод очистителя корнеклубнеплодов шнекового типа.

Материалы и методика исследования. В ходе теоретических исследований применялись методы анализа, классификации, дедукции и синтеза.

Результаты исследования и их обсуждение. Молочная продуктивность животных находится в полной зависимости от состояния в хозяйстве кормовой базы, то есть от способности обеспечить животных кормами с учетом их продуктивности и возраста.

Одним из видов кормов, способствующих повышению молочной продуктивности, являются кормовые корнеклубнеплоды. Кормовую свеклу дают корове в количестве 1–1,5 кг на каждый килограмм молока, но не более 40 кг в день. При скармливании свеклы рацион стано-

вится легкопереваримым. В итоге и другие корма усваиваются лучше, и как результат – увеличивается удой [3].

Корнеклубнеплоды перед скормливанием обязательно подвергают мойке или очистке от почвы, налипшей на них. Остаточная загрязненность корнеплодов не должна превышать 2...3 % [3, 4].

В сельскохозяйственном производстве наиболее применяемым оборудованием для очистки корнеклубнеплодов являются центробежные и винтовые (шнековые) мойки [5]. Этот тип машин соответствует следующим требованиям:

- универсальность мойки различных видов корнеклубнеплодов;
- высокое качество мойки при малом расходе воды и значительной производительности;
- механическая загрузка и выгрузка корнеклубнеплодов;
- хороший доступ к рабочим органам для их очистки, замены и регулирования.

Однако мойки корнеклубнеплодов имеют общий недостаток – данный тип машин неработоспособен при снижении окружающей температуры воздуха ниже нуля, а, следовательно, их необходимо устанавливать в отапливаемом помещении.

Таким образом, для ферм и комплексов, не имеющих отапливаемых кормоцехов, целесообразно применение оборудования для сухой очистки корнеклубнеплодов.

В Научно-практический центре по механизации сельского хозяйства НАН Республики Беларусь разработан унифицированный очиститель-измельчитель корнеклубнеплодов УИК-2. Основным элементом данной машины является наклонный шнек, корпус и виток которого являются не сплошными, а выполненными из прутков. Механическое воздействие на корнеклубнеплоды со стороны витка шнека способствует отделению от них почвы, которая просыпается в зазоры между прутками корпуса [6].

Общепринятая теория расчета винтовых конвейеров основывается на том, что корпус или желоб шнека выполняется сплошным, и тогда производительность и мощность на привод может быть определена по следующим формулам [7]:

$$Q = 60 \frac{\pi D^2}{4} \psi C_4 \sin \gamma, \text{ т/ч}, \quad (1)$$

$$N = \frac{QL}{367} (\omega + \sin \beta), \text{ кВт}, \quad (2)$$

где D – наружный диаметр винта, м;
 ψ – коэффициент заполнения желоба;
 C_4 – коэффициент наклона шнека;
 s – шаг винта, м;
 n – число оборотов винта, мин⁻¹;
 γ – объемный вес транспортируемого материала, т/м³;
 L – длина шнека, м;
 ω – коэффициент сопротивления;
 β – угол наклона шнека.

Применение вышеуказанных зависимостей для расчета шнековых очистителей корнеклубнеплодов затруднительно, т. к. большинство коэффициентов в их составе являются эмпирическими и определены для цельного желоба.

Заключение. Учитывая вышеозначенное, целесообразно проведение теоретических и экспериментальных исследований процесса движения корнеклубнеплодов по решетчатому желобу шнекового очистителя с целью установления коэффициентов, входящих в зависимости, определяющие производительность и потребляемую мощность оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Животноводство // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mshp.minsk.by/structure/branches/livestock/>. – Дата доступа: 10.10.2011.
2. Китун, А. В. Оптимизация линии машинного доения коров / А. В. Китун, В. И. Передня, Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин, В. Г. Филатов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2. – С. 176–180.
3. Китун, А. В. Проектирование мобильных транспортных потоков на животноводческом предприятии / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин, А. А. Романович // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2. – С. 184–190.
4. Китун, А. В. Основы формирования поточных технологических линий на животноводческой ферме / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2. – С. 160–164.
5. Кормление крупного рогатого скота / В. Н. Кавардаков [и др.]. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 464 с.
6. Техническое обеспечение процессов в животноводстве / В. К. Гриб [и др.]; под ред. В. К. Гриба. – Минск: Беларуская навука, 2004. – 831 с.
7. Дьячков, В. К. Машины непрерывного транспорта // В. К. Дьячков. – Москва: Машгиз, 1961. – 352 с.

УДК 621.791

ЕЛЬНИЦКИЙ В. А.

**ВИДЫ НАПЛАВОК ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ
МАШИН И МЕХАНИЗМОВ, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА
И НЕДОСТАТКИ**

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В процессе эксплуатации различных механизмов, приходится иногда сталкиваться с необходимостью наплавить металл в том или ином месте детали. Разбитое крепежное отверстие, истертая в процессе эксплуатации поверхность, выкрошенная кромка металлорежущего инструмента, изношенная втулка подшипника. Во всех этих случаях можно обойтись без замены детали, восстановив ее способом наплавки металла на изношенную часть. Наплавка на деталь металла позволяет не только восстановить первоначальные свойства изделия, но и придать ему совершенно новые ценные качества. В частности, наплавив на основание из низкоуглеродистой стали слой твердосплавного металла, можно получить износостойкий рабочий орган или режущий инструмент [1–4].

Цель работы: обзор видов наплавки для восстановления деталей машин и механизмов, выявление их преимуществ и недостатков.

Основная часть. В зависимости от марки металла наплавка может производиться без подогрева изделия и с предварительным подогревом. Основными требованиями, предъявляемыми к качеству наплавки, являются: надежное сплавление основного металла с наплавленным; отсутствие дефектов в наплавленном металле; идентичность свойств наплавленного металла.

Надежное сплавление наплавки с основным металлом обеспечивается подбором силы тока, что для наплавочных установок с постоянной скоростью подачи электрода соответствует подбору скорости подачи проволоки или ленты.

В настоящее время в промышленной и производственных сферах используется большое количество способов наплавки. Рассмотрим различные виды наплавления в зависимости от типа используемого наплавочного материала.

Ручная дуговая наплавка покрытыми электродами. Наплавка электродами с покрытием является наиболее универсальным методом, может осуществляться во всех пространственных положениях. Применяется как в промышленной отрасли, так и в бытовой сфере. Популярность данного способа обусловлена несколькими причинами: простота, удобство, гибкость, отсутствие необходимости в специальном оснащении.

Основные недостатки: низкая производительность, тяжелые условия для исполнителя, нестабильность качества полученного слоя, большое проплавление основного материала.

С помощью определения состава металла подбирается тип электрода, а толщина и форма заготовок влияет на диаметр сварочного стержня. Если толщина наплавленного материала составляет менее 1,5 мм – то диаметр прутка должен быть 3 мм. При толщине более 1,5 мм – 4...6 мм.

Поверхность детали нужно очистить от различного рода загрязнений. Необходимость предварительного подогрева и последующей термообработки также зависит от марки используемых электродов.

Наплавка изделий из стали осуществляется на постоянном токе обратной полярности. Данный метод подразумевает применение различных схем наплавочных швов.

Вибродуговая наплавка выполняется путем вибрации электрода, амплитуда которой составляет 0,75–1,0 диаметра стержня. Процедура осуществляется на токе обратной полярности силой в 80–300 А. В моменты соприкосновения основного изделия и проволоки электрода происходит короткое замыкание, которое разогревает обе поверхности до температуры плавления.

В качестве присадочного материала могут применяться электроды различного сечения: прутки, пластины и т. п.

Основные достоинства: процесс остается устойчивым в обширном диапазоне плотностей тока: 0,2–300 А/мм², возможность наплавки слоев большой толщины за один проход, данный способ может применяться для работы с материалами, склонными к образованию трещин, возможность придавать наплавленному металлу нужную форму.

Главные недостатки: перегрев основного изделия в зоне термического влияния из-за большой погонной энергии процесса, необходимость сложного и уникального оборудования, невозможность получения тонких слоев, значительная длительность подготовки.

В настоящее время активно используется метод *плазменной наплавки*. В качестве источника тепла выступает высокотемпературная сжатая дуга, получаемая в специальных горелках. Присадочным материалом может быть наплавочный порошок, лента, проволока, электрод и пр. Плазменная наплавка с подачей в ванну двух плавящихся электродов обеспечивает высокую производительность.

Универсальным подвидом плазменной наплавки является наплавление с вдуванием порошка в дугу. При выполнении подобных работ применяется горелка комбинированного типа, которая выдает два вида дуги: прямая и косвенная. Наплавочные порошки при помощи транспортирующего газа подаются из питателя в горелку и там вдуваются в дугу. За время пребывания в дуге большая часть порошка расплавляется, и на поверхность основного изделия он попадает в виде капелек.

Рабочую поверхность перед началом наплавления следует зачистить от различных загрязнений: ржавчина, влага, окалина и масло. При наложении первого наплавочного слоя каждый предыдущий валик нужно перекрывать на 20–30 % его ширины.

Основные преимущества: высокое качество наплавленного слоя, небольшая глубина проплавления основного металла, высокая прочность сцепления, возможность получения слоев малой толщины.

Недостатки: сравнительно невысокий уровень производительности, наличие сложного оснащения.

Дуговая наплавка под флюсом имеет несколько характерных черт: высокая производительность, большая универсальность и широкие возможности легирования основного металла.

Выделяют четыре вида дуговой наплавки под флюсом:

1. Широкое распространение имеет электродуговая наплавка лентой. Дуга, возникающая на торце электродной ленты, перемещается от одной кромки к другой. В результате этих циклических движений получается рассеянное тепловложение в основное изделие.

2. Многоэлектродная электродуговая наплавка. Суть процесса заключается в том, что дуга автоматически возникает на торце то одного, то второго электрода, которые расположены на некотором расстоянии друг от друга и имеют общий токопровод. Дуга перемещается с одного стержня на другой, приводя к попеременному расплавлению прутков.

3. Многодуговая электродуговая наплавка. Данный вид во многом схож с многоэлектродным способом. Только здесь количество электрических дуг соответствует количеству электродов.

4. Вибродуговая наплавка под флюсом подразумевает выполнение процесса с помощью колебательных движений электрода.

Кроме уже перечисленных достоинств, дуговое наплавление под флюсом имеет следующие преимущества: малые потери электродного металла, отсутствие излучения.

Недостатки: большое проплавление основного металла, необходимость применения флюсоформирующих устройств, наплавку возможно проводить только в нижнем пространственном положении, при работе с деталями малого диаметра и глубокими внутренними поверхностями имеются затруднения по удалению шлаковой корки].

Наплавка в среде защитных газов. Наиболее популярным методом является наплавка плавящимся электродом в среде углекислого газа, который характеризуется доступностью и дешевизной. Данный способ позволяет работать с деталями небольших диаметров и наносить на них слои толщиной от 0,5 до 3,5 мм.

Основные достоинства: отличное качество наплавленного металла, высокая производительность.

Недостатки: повышенный уровень разбрызгивания, для получения качественного дополнительного слоя необходимо применение специальной проволоки.

Наплавка в среде инертного газа проводится плавящимся и неплавящимся электродом. В первом случае дуга возникает между электродом и основным металлом. Наплавление осуществляется в условиях автоматической подачи электродной проволоки. В качестве защитной среды выступает смесь аргона с кислородом или углекислым газом.

В качестве неплавящихся электродов во втором случае выступают графитовые, угольные или вольфрамовые электроды. Присадочный материал вводится в зону дуги в виде проволоки или порошка. При наплавке угольным прутком наплавочные порошки насыпают на основную поверхность, а после расплавляют. Наплавленный слой обладает невысоким качеством из-за присутствия пор, неметаллических включений и других дефектов.

Дуговая наплавка порошковыми лентами и проволоками. Данный метод не требует использования флюса или защитных газов. Поэтому основными характеристиками этого способа являются простота и маневренность. Также для исполнителя создается возможность работать с деталями сложной формы, глубокими внутренними поверхностями, элементами малого диаметра и т. д.

Стабильность дуги и защита расплавленного металла от азота и кислорода из воздуха гарантируются за счет наличия необходимых компонентов сердечника электродного материала.

Газовая наплавка. В данном методе в качестве источника тепла используется газовое пламя, производящееся специальными горелками. Наплавочными материалами могут быть проволоки, стержни и прутки. Процесс наплавления с участием данных материалов практически не отличается от электродуговой наплавки.

В последнее время получила распространение газопорошковая наплавка. Данный метод позволяет упрочнять детали, обладающие сложной конфигурацией, тонким слоем металла от 0,1 до 0,3 мм. При этом не происходит разбавление основного металла. Порошок через газокислородное пламя подается в рабочую зону. В результате нагрева порошок в пластичном и расплавленном состоянии достигает поверхности детали. Затем он затвердевает и образует наплавленный слой металла.

Преимущества: малое проплавление основного металла, универсальность технологии, возможность получения тонких слоев наплавленного металла.

Недостатки: низкая производительность, нестабильность качества наплавленного слоя, невысокий коэффициент использования присадочных материалов.

Лазерная наплавка выполняется с помощью высококонцентрированного источника энергии – лазерного луча. Данный метод не требует использования вакуумных камер. В качестве присадочного материала могут применяться прутки, ленты, обмазки.

Плюсы: высокая прочность сцепления, малое и контролируемое проплавление основного металла, возможность получения тонких слоев – до 0,3 мм, небольшая деформация деталей; возможность работы с труднодоступными поверхностями; лазерный луч может воздействовать сразу на несколько мест.

Минусы: низкая производительность, низкий КПД всего процесса, необходимо иметь сложное и дорогостоящее оснащение.

Электронно-лучевая наплавка производится в вакууме, представляет собой плавление основного и присадочного материалов электронным лучом. Электронный пучок позволяет регулировать нагрев как основного, так и присадочного материалов. Причем, происходит это отдельно, что позволяет свести к минимуму смешивание двух мате-

риалов. В качестве присадочного материала может применяться порошковая или сплошная проволоки.

Достоинства: небольшое проплавление основного металла, возможность получения слоев малой толщины.

Недостатки: сложность оборудования и его высокая стоимость, необходимость биологической защиты исполнителя.

Электроконтактная наплавка осуществляется проволокой или порошком на специальном аппарате.

Преимущества: высокая производительность, низкие энергозатраты, отсутствует необходимость в защитной среде, минимальная зона термического воздействия из-за малой длительности импульсов.

Недостатки: ограниченность номенклатуры обрабатываемых изделий. Данный метод применяется для восстановления следующих деталей: валы, оси, штоки, барабаны и другие элементы, износ которых по диаметру не превышает 1–1,5 мм.

Для *наплавки трением* используется присадочный пруток, который торцом прижимают к наплавляемой поверхности и вращают относительно продольной оси.

Наплавка взрывом. Плакирование с применением энергии взрыва осуществляется по технологии сварки взрывом.

Преимущества: возможность работы с металлами, соединение которых другими способами сложно или невозможно выполнить, отсутствие проплавления основного металла, минимальный уровень деформации изделий.

Недостатки: необходимость специальных полигонов, значительная длительность подготовки, ограниченная номенклатура деталей, которые обрабатываются этим методом.

Заключение. При выборе типа наплавки необходимо учитывать материалы, которые будут использоваться, а также требования к прочности и точности соединения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – 137 с.
2. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – 272 с.
3. Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси / К. К. Шебеко [и др.]. – Минск: ПолесГУ, 2009. – Ч. 3. – 210 с.
4. Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 139 с.

ЛАГУНЦОВ А. С.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Научный руководитель – ИВАНЧИКОВ Г. О., магистр техн. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Механизация сельскохозяйственного производства является неотъемлемой частью аграрной отрасли Республики Беларусь. Современные сельскохозяйственные машины, такие как тракторы, комбайны, сеялки и другие агрегаты, играют ключевую роль в повышении эффективности сельскохозяйственного производства. Для обеспечения их долгосрочной и бесперебойной работы необходимо проводить регулярное техническое обслуживание и ремонт. Недостаточное внимание к обслуживанию может привести к поломкам, снижению производительности и увеличению затрат на работу машин. В этой связи важность организации правильного обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин возрастает с каждым годом [1–7].

Цель работы. Анализ основных аспектов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин в Республике Беларусь, выявление проблем, с которыми сталкиваются сельхозпроизводители, и предложений по улучшению качества обслуживания техники. Особое внимание уделяется практическим рекомендациям по организации эффективной системы технического обслуживания и ремонту сельскохозяйственных машин.

Материалы и методика исследований. Для достижения цели работы был проведен комплексный анализ существующих подходов к техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственных машин на территории Республики Беларусь. В исследовании использованы материалы из открытых источников, включая статистические данные и отчеты сельскохозяйственных предприятий, которые позволяют объективно оценить текущее состояние механизации аграрного сектора страны. В частности, были проанализированы данные о количестве и технических характеристиках сельскохозяйственных машин, а также показатели их эксплуатации, что позволило выявить основные тенденции в области технического обслуживания и ремонта техники.

В процессе исследования были также рассмотрены ключевые проблемы, возникающие в процессе эксплуатации сельскохозяйственной

техники, такие как недостаточная квалификация обслуживающего персонала, дефицит запчастей и высокие затраты на их приобретение, а также влияние внешних факторов, включая климатические условия, на износ и работоспособность техники. Для каждой из выявленных проблем были предложены возможные пути решения, основанные на анализе существующих практик и рекомендациях ведущих специалистов в области механизации сельского хозяйства.

Результаты исследования и их обсуждение. В сельскохозяйственном производстве Беларуси используются различные типы техники, каждый из которых требует специфического подхода к обслуживанию. Среди основных видов машин можно выделить тракторы, зерноуборочные комбайны, плуги, бороны и сеялки.

Техническое обслуживание этих машин включает регулярную проверку и замену масла, фильтров, проверку систем охлаждения и топливной системы, а также диагностику износа отдельных компонентов.

Основные виды технического обслуживания:

- профилактическое обслуживание – плановые осмотры техники, включая замену масла и фильтров, проверку состояния агрегатов и систем. В Беларуси для тракторов и комбайнов необходимо проводить профилактическое обслуживание как минимум дважды в год: перед началом сезона и по его окончанию;

- текущий ремонт – устранение мелких неисправностей, таких как износ деталей и регулировка систем. Важно, чтобы сельхозпроизводители своевременно устраняли дефекты, чтобы предотвратить более серьезные поломки;

- капитальный ремонт – проводится в случае значительных повреждений или износа техники. Включает разборку машин, замену ключевых компонентов и восстановление их функциональности. В Беларуси капитальный ремонт обычно выполняется для техники, которая работает на протяжении нескольких лет.

Проблемы, возникающие при обслуживании. В ходе исследования были выявлены несколько основных проблем, с которыми сталкиваются сельскохозяйственные предприятия Беларуси:

1. Доступность запчастей. На старые модели техники часто сложно найти оригинальные запчасти, что затрудняет качественное обслуживание.

2. Высокая стоимость запчастей и услуг. Оригинальные комплектующие и ремонт часто требуют значительных затрат, что является одной из основных проблем для малых сельхозпроизводителей.

3. Квалификация обслуживающего персонала. В некоторых регионах наблюдается нехватка квалифицированных специалистов, что может привести к снижению качества технического обслуживания.

Рекомендации по улучшению системы обслуживания. Для повышения эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин в Беларуси можно предложить несколько мер:

- регулярное проведение профилактических осмотров и использование высококачественных запчастей.

- повышение квалификации обслуживающего персонала через обучение и внедрение современных методов диагностики и ремонта.

- разработка системы планового обслуживания и ремонтных работ, ориентированную на особенности работы техники в разных условиях.

Заключение. Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственных машин являются важными составляющими эффективного сельского хозяйства в Республике Беларусь. Регулярная профилактика, своевременные ремонты и квалифицированное обслуживание значительно повышают производительность труда и долговечность техники. Важно, чтобы сельскохозяйственные предприятия Беларуси устранили существующие проблемы, такие как дефицит запчастей, высокая стоимость обслуживания и нехватка специалистов. Внедрение предложенных рекомендаций позволит улучшить состояние сельскохозяйственной техники и повысить общую эффективность производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамчук, В. В. Точное земледелие: существо и технические проблемы / В. В. Адамчук // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003. – № 8. – С. 4–6.
2. Астахов, В. С. Точное земледелие как элемент ресурсосбережения и экологической безопасности / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Молодежь и инновации – 2022. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 87–91.
3. Иванчиков, Г. О. К вопросу выбора пневматической системы для равномерного внесения гранулированных минеральных удобрений / Г. О. Иванчиков, В. С. Астахов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 262–266.
4. Клочков, А. В. Устройство сельскохозяйственных машин / А. В. Клочков, П. М. Новицкий. – Минск: РИПО, 2016. – 431 с.
5. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
6. Павловский, В. Точное земледелие – умная технология XXI века / В. Павловский, А. Мучинский, Г. Добыш // Белорусское сельское хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 27–31.
7. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.

МОГУЧИЙ С. С.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И УСТРОЙСТВА ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ

Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., зав. кафедрой, канд. техн. наук
Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Процесс сварки связан с опасностью возникновения пожара, который обусловлен наличием открытого пламени нагретого или расплавленного металла в виде разлетающихся частиц, которые могут быть источниками зажигания горючих веществ и материалов. Часто возникающие от сварки небольшие очаги загораний перерастают в пожары, сопровождающиеся значительным материальным ущербом. При резке могут возникать потенциально опасные ситуации – обратный удар. Чтобы снизить риски его появления используются огнепреградительные клапаны [1–9].

Огнепреградительный клапан – это устройство по контролю безопасности технических газов, который защищает от утечки, обратного удара пламени. Он предотвращает попадание воздуха или кислорода в линии питания или одиночные баллоны и предотвращает обратные удары пламени и последующую подачу газа в случае обратного хода пламени. Встроенные фильтры обеспечивают защиту от загрязнений и гарантируют длительный срок службы и эксплуатации оборудования.

Цель работы. Проанализировать конструкции устройств огнепреградительных клапанов с точки зрения надежности выполнения процесса и обеспечения условий безопасности работников в условиях сельскохозяйственной организации.

Материалы и методика исследования. В работе использованы материалы, содержащие описание существующих конструкций огнепреградительных клапанов.

Результаты исследования и их обсуждение. Для обеспечения безопасности и предотвращения обратного удара газа используются специальные устройства [4, 9]. Все предохранительные устройства конструктивно имеют несколько степеней защиты, которые обеспечиваются разными элементами: предохранительным клапаном, обратным клапаном, огнепреградительным элементом и отсекателем потока. Каждый из этих элементов служит как отдельное устройство безопасности, а объединенные в одном изделии элементы обеспечивают ком-

плексную и многоуровневую безопасность человека и сохранность дорогостоящего оборудования.

Обратные клапаны: Эти устройства устанавливаются на выходе из редуктора и предотвращают обратный поток газа. Они работают по принципу закрытия при изменении направления потока, тем самым блокируя возможность возврата газа в редуктор.

Предохранительный клапан. Давление, контролируемое газом, перекрывает поток газа, если возникают ударные волны. Подачу газа можно восстановить вручную. Обратный клапан позволяет газам течь только в одном направлении и надежно предотвращает ползучий или внезапный обратный поток воздуха или кислорода в распределительную систему или отдельный баллон.

Огнепреградительные клапана создали для обеспечения безопасности и предотвращения обратного удара газа, ведь любая работа с горючим газом (кислородом, ацетиленом, пропаном) сопряжена с риском возникновения обратного удара пламени. Чтобы защитить оборудование от поломки, а человека от физических увечий, для обустройства газоразборных постов и применяют огнепреградительные клапаны, которые одновременно выполняют функцию пламегасящего элемента и обратного клапана.

Пламегасители: Устанавливаются на шлангах и соединениях, чтобы предотвратить распространение пламени обратно в систему. Пламегасители могут быть выполнены в виде сеток или специальных фильтров, которые гасит пламя.

Редукционные клапаны: Эти устройства регулируют давление газа и могут иметь встроенные механизмы защиты от обратного потока.

Фильтры: Установка фильтров на входе в редуктор может помочь предотвратить попадание загрязнений и обеспечить более безопасную работу системы. Фильтр на входе. Обеспечивают защиту от загрязнений и гарантируют длительный срок службы и эксплуатации автогенного оборудования.

Системы контроля давления: Некоторые современные системы сварки оснащены датчиками давления, которые могут отключать подачу газа при обнаружении аномалий.

Правильная установка и обслуживание оборудования: Регулярная проверка и техническое обслуживание всех компонентов системы газовой сварки также играют важную роль в предотвращении обратного удара.

Огнепреградительный элемент останавливает любое пламя, поступающее из газоотвода, и снижает температуру пламени, чтобы опуститься ниже точки воспламенения, так что газ во входной зоне не может воспламениться

Отсекатель потока состоит из пружинного клапана, который удерживается плавкой перемычкой. Если предохранительное устройство становится горячим из-за вспышки или обратного удара, клапан автоматически закрывается плавлением перемычки, таким образом, отсекая поток газа

Заключение. Правильно подобранные предохранительные устройства для защиты человека и оборудования – залог безопасности при проведении газопламенных работ. При кажущейся простоте выбора защитных устройств есть много нюансов, которые могут знать только специалисты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ чрезвычайных ситуаций на территории Республики Беларусь и их последствий / Д. Ю. Босак, А. А. Глушковская, В. М. Бычковская, М. В. Цайц // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 31–34.
2. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, Н. А. Невестенко [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
3. Безопасность жизнедеятельности человека. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций / В. Н. Босак, М. В. Цайц, А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 97 с.
4. Бушнев, Г. В. Профилактика пожаров при проведении огневых работ / Г. В. Бушнев, М. А. Симонова, Е. Н. Кадочникова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2017. – 60 с.
5. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность / Г. А. Чернуха, М. В. Цайц, Ю. В. Азаренко, В. Н. Босак. – Минск: РИВШ, 2023. – 224 с.
6. Об обеспечении пожарной безопасности: постановление Министерства чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21 декабря 2021 г. № 82 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22237750> (дата обращения: 05.03.2025).
7. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
8. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, А. Е. Кондраль [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.
9. Требования безопасности при выполнении сварочных работ = Патрабаванні бяспекі пры выкананні зварачных работ: ТКП 563-2014 (02260). – Введ. 01.06.2015. – Минск: РУП «СТРОЙТЕХНОРМ», 2015. – 30 с.

СИНЯВСКИЙ В. А.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Система контроля давления в шинах (TPMS) контролирует давление воздуха внутри пневматических шин транспортных средств. TPMS сообщает водителю информацию о давлении в шинах в режиме реального времени, используя либо датчик, либо дисплей с пиктограммой, либо простую сигнальную лампочку низкого давления [1–8].

Система контроля давления в шинах устанавливается либо на заводе-изготовителе, либо после ввода автомобиля в эксплуатацию. Целью системы контроля давления в шинах является предотвращение дорожно-транспортных происшествий, снижение расхода топлива и износа шин из-за недостаточного давления в шинах благодаря раннему распознаванию опасного состояния шин. Эта функция впервые появилась в автомобилях премиум-класса в Европе в 1980-х годах, в то время как массовое внедрение произошло в США после принятия в 2000 году закона TREAD после скандала с шинами Firestone и Ford.

Требования к технологии TPMS в новых автомобилях продолжают распространяться в 21 веке в России, ЕС, Японии, Южной Корее и многих других азиатских странах. С ноября 2014 года TPMS была обязательной для новых автомобилей в Европейском союзе и Америке. В ходе опроса, проведенного в период с ноября 2016 года по август 2017 года, было обнаружено, что 54 % легковых автомобилей в Швеции, Германии и Испании не имеют TPMS, и эта цифра считается заниженной.

Цель работы: провести сравнительную характеристику «прямой» и «косвенной» системам измерения давления в шинах.

Основная часть. Установить систему контроля давления в шинах в автомобиль возможно, если штатная TPMS производителем не предусмотрена: намного лучше своевременно узнать, что колесо спускает, чем дожидаться печальных последствий.

TPMS (tire pressure monitoring system) отслеживает изменения в давлении шин: даже небольшое понижение давления в одном колесе

увеличивает расход топлива, ухудшает управляемость автомобиля и увеличивает износ протектора.

Сейчас системы контроля давления подразделяют на системы прямого (direct) и косвенного (indirect) измерения.

В системах прямого измерения на вентили всех колес ставят датчики. Они могут устанавливаться внутри или снаружи. Датчик фиксирует уровень давления в колесе и передает информацию по радиосвязи в блок управления. Большую роль играет точность показаний – можно отследить даже уменьшение давления всего на 0,1 бар. Так называемая «косвенная» TPMS, по сути, является программным расширением для ABS: в своей работе она использует штатные датчики вращения колеса. Система контролирует изменения в частоте вращения колес и на основании этой информации может диагностировать падение давления в шинах.

В данном случае речь не идет о точных значениях, система только сигнализирует о значительном отклонении от привычного давления – значимое отклонение в данном случае составляет 0,3 бар, а опасное – 0,5 бар.

«Косвенные» системы могут ошибочно передавать сигнал о снижении давления в шинах также при неравномерном размещении груза, частом перестроении из полосы в полосу, пробуксовке, резких спусках и подъемах.

Но это можно отрегулировать, например, установив задержку оповещения. Можно еще перезагрузить систему, чтобы при запуске она настроилась на иные значения давления в шинах.

Система контроля давления в шинах TPMS БЛЭК АТР-MS-01 включает в себя четыре датчика и приемный модуль с цветным ЖК-дисплеем. Датчики монтируются на ниппель колеса автомобиля, измеряют давление и температуру воздуха в шине и передают информацию о значении давления по радиоканалу на дисплей. При изменении давления в колесе система передает информацию звуковыми сигналами и отображает ее на дисплее. Пороговые значения давлений и температуры настраиваются в меню дисплея. Систему можно установить самостоятельно – это не требует специальных навыков.

Приемный модуль питается от гнезда прикуривателя автомобиля, также есть USB-выход, чтобы было удобно параллельно заряжать смартфон. В комплект входят приемник с дисплеем, четыре внешних датчика давления, четыре контргайки, комплект приспособлений для

монтажа датчиков, гарантийный талон и инструкция. Рабочая температура датчиков составляет от -40 до $+125$ °C.

Система контроля давления в шинах TPMS беспроводная ИНСАЙ-ДЕР СОЛЯР АТР-MS-02 включает в себя четыре датчика и приемный модуль с цветным ЖК-дисплеем. При изменении давления в колесе система передает информацию звуковыми сигналами и отображает ее на дисплее. Датчики имеют маркировку положения, но колеса можно менять местами, все перенастраивается. Рабочая температура датчиков составляет от -40 до $+125$ °C.

В комплекте есть двусторонний скотч для фиксации приемного модуля на торпеде автомобиля, также его можно крепить на коврики-липучку.

Приемный модуль питается от встроенного литий-полимерного аккумулятора, который заряжается от встроенной солнечной батареи или гнезда microUSB. В комплект входит приемник с дисплеем, внутренние датчики, кабель USB-microUSB, двусторонний скотч, гарантийный талон и инструкция.

Заключение. Преимущества установки систем контроля шин:

- предотвращается нештатная аварийная ситуация вследствие уменьшения давления в колесе;
- уменьшается износ шин;
- некоторые системы оборудованы антивандальными сигнализаторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобили / А. В. Богатырев [и др.]. – Москва: Колос С, 2008. – 592 с.
2. Афанасьев, Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля / Л. Л. Афанасьев, А. Б. Дьяков, В. А. Иларионов. – Москва: Машиностроение, 1983. – 212 с.
3. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В. Ф. Бабков. – Москва: Транспорт, 1993. – 271 с.
4. Бармашова, Л. В. Электронные системы автомобиля и их диагностика / Л. В. Бармашова, А. А. Матисов, В. Н. Сидоров. – Старый Оскол: ТНТ, 2020. – 432 с.
5. Безопасность дорожного движения / В. В. Амбарцумян [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1997. – 288 с.
6. Самсонов, В. Л. Автоматический контроль давления в шинах / В. Л. Самсонов, Г. Г. Евтух // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 337 – 342.
7. Системный анализ проблем обеспечения безопасности дорожного движения / В. В. Амбарцумян [и др.]. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 1999. – 352 с.
8. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Высшая школа, 2023. – 407 с.

ШИК А. В.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ УСТРОЙСТВ КАНАВНЫХ ПОДЪЕМНИКОВ

Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., зав. кафедрой, канд. техн. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Для обеспечения высококачественной, производительной и экономичной работы необходимо своевременно и качественно выполнять техническое обслуживание машин.

Техническое обслуживание – это комплекс организационно-технических мероприятий, осуществляемых в процессе эксплуатации машин с целью обеспечения требуемой эффективности выполнения заданных функций [1].

Предупредить появление отказов и неисправностей, уменьшить вредное влияние износов, старения, разрегулировок, обеспечить нормальное техническое состояние, высокопроизводительную и экономичную работу машин в течение периода эксплуатации можно лишь на основе хорошо налаженной и четко действующей планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта машин.

Под системой технического обслуживания и ремонта машин следует понимать совокупность организационно-технических мероприятий, направленных на поддержание и восстановление работоспособности и исправности машин [2].

Цель работы. Проанализировать конструкции оборудования, предназначенного для монтажа и демонтажа агрегатов с автомобилями сельскохозяйственного производства.

Материалы и методика исследования. В работе использованы материалы, содержащие описание существующих конструкций оборудования для монтажа и демонтажа агрегатов, применяемых в смотровых ямах.

Результаты исследования и их обсуждение. Известно устройство [3], который имеет опорные площадки, закрепленные на вертикально перемещающихся стойках, которые являются и силовыми винтами, взаимодействующими с гайками, приводимыми от электродвигателя.

При перемещении опорных площадок с колесными мостами вверх, горизонтальные штыри перемещаются по вертикальным направляю-

щим. Когда подъемник автоматически выключается в требуемом положении, опорная площадка находится на уровне пола и перекрывает воздушное пространство между уровнем пола и смотровой канавой, после чего производят демонтаж моста или других агрегатов автомобиля и транспортируют в ремонтное отделение.

Известно также устройство [4], которое состоит из двух стоек, соединенных между собой поперечиной, в которой смонтирован привод подъема. Привод состоит из электродвигателя, соединенного при помощи двух муфт с редукторами, установленными на раме.

Стойки выполнены из швеллеров. Внутри стоек смонтированы грузонесущие винты, по которым перемещаются гайки. Гайки запрессованы в траверсах, на которые также закреплены штанги, проходящие через направляющие втулки, закрепленные в опорах. В верхней части штанг закреплены башмаки. Передача вращения к грузонесущим винтам осуществляется посредством муфт.

На винтах под грузонесущими гайками с зазором 6...8 мм смонтированы страховочные гайки, ход которых по винту ограничен двумя конечными выключателями, расположенных на одной из стоек.

В случае отказа рабочих выключателей предусмотрены аварийные выключатели. Подъемник снабжен также тормозами, расположенными на опорах.

Работает устройство следующим образом. Автомобиль устанавливают на смотровой яме так, чтобы его обслуживаемый (демонтируемый) агрегат расположился над сменными башмаками подъемника. Отсоединяют агрегат или узел, опускают ниже моста автомобиля и вывозят в торец смотровой ямы для дальнейшего его обслуживания или ремонта.

Для технического обслуживания и ремонта, с целью повышения производительности труда путем повышения точности подстройки агрегата за счет повышения точности подстройки агрегата за счет изменения скорости его подъема и опускания в момент контакта с рамой автомобиля, применяют также гаражный подъемник [5].

Комплекс для технического обслуживания автомобилей, содержащий основание, устройство для снятия и установки агрегатов автомобиля, включающее раму, вертикальную стойку с шарнирным параллелограммом, привод его перемещения, выполненный в виде силового цилиндра с системой управления, и узел точной подстройки рабочего положения агрегата с захватом, установленный на параллелограмме.

Подъемник работает следующим образом. Автомобиль заезжает на пост. Подъемником осуществляется подъем автомобиля за раму на высоту, удобную для работы, снизу. В зависимости от вида проводимых работ на захват устанавливается приспособление. Балка устанавливается на втулке в зависимости от обслуживаемого агрегата. За счет поворота рамы параллелограмма приспособление подводится под заменяемый агрегат.

Рассмотренные конструкции для технического обслуживания и ремонта автомобилей, кроме вышеперечисленных достоинств, имеют также и недостатки. Недостатком таких устройств является стационарность механизмов, сложность конструкции, кроме того, они обладают значительной массой из-за высокой металлоемкости конструкции, что делает их дорогостоящими при изготовлении, и, в конечном итоге, увеличивается трудоемкость проведения монтажа и демонтажа агрегатов с автомобилей.

Заключение. Рассмотренные устройства для подъема и обслуживания автомобилей обладают рядом преимуществ, таких как автоматизация процесса, высокая точность и возможность быстрого демонтажа агрегатов. Однако их недостатками являются стационарность, сложность конструкции, высокая масса и стоимость, что увеличивает трудоемкость монтажа и демонтажа. Поэтому для повышения эффективности и удобства эксплуатации целесообразно разрабатывать более легкие, мобильные и простые в конструкции системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка мероприятий по охране труда при постановке на хранение сельскохозяйственных машин, агрегатов и оборудования / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, В. В. Талашов, М. В. Цайц. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.
2. Нормативная, ремонтная и эксплуатационная документация на ремонт, техническое обслуживание сельскохозяйственной техники, узлов и агрегатов. – Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – URL: <https://mshp.gov.by/ru/glavgostehnadzor-ru/view/normativnaja-remontnaja-i-ekspluatatsionnaja-dokumentatsija-na-remont-texnicheskoe-obslužhivanie-selskoxoz-2300/>. – Дата обращения: 19.03.2025.
3. Оборудование СТО и материалы для шиномонтажа. – URL: <https://latki.by/p152553884-263-podemnik-kanavnyj.html> (дата обращения: 19.03.2025).
4. Подъемники канавные передвижные для автомобилей: MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG. – URL: https://www.maha.ru/products/19-podemniki_kanavnye/. – Дата обращения: 19.03.2025.
5. Канавный подъемник ПНК-1. – Компания ВДМ. – URL: <https://vdm.ru/shop/product/kanavnyi-podemnik-pnk-1>. – Дата обращения: 19.03.2025.

ЮЦОВ М. С.

АНАЛИЗ ВИДОВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ МТП И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Машинно-тракторный парк эксплуатируют в сложных условиях. Из-за контакта с почвой, растениями, топливно-смазочными материалами, удобрениями и влияния ряда других факторов поверхности тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин покрываются сорбционными слоями сложного и разнообразного состава – загрязнениями. Последние уменьшают устойчивость защитно-декоративных покрытий, повышают скорость коррозионных процессов, снижают уровень культуры технического обслуживания и ремонта машин и в конечном итоге служат одной из причин, приводящих к понижению надежности машин и агрегатов [1–4].

При некачественной очистке деталей в процессе сборки дизелей снижается их послеремонтный ресурс на 20–30 %.

Цель работы: анализ видов загрязнений машинно-тракторного парка и пути их устранения.

Основная часть. Загрязнения, встречающиеся при ремонте и обслуживании машин и оборудования различны по природе образования, условиям формирования, прочности, адгезии. Они представляют собой продукты как органических, так и неорганических соединений, их условно можно разделить на три основных вида: общие, технологические и смешанные.

К общим загрязнениям относят: пылегрязевые; почвенно-растительные остатки; остатки ядохимикатов, горюче-смазочных материалов; абразив, металлическая стружка, остатки моющих средств.

К общим технологическим относят: накипь; коксы; смолы; нагары; асфальто-смолистые отложения; продукты коррозии металлов; старые лакокрасочные покрытия.

К смешанным загрязнениям относят: продукты переработки ГСМ, охлаждающих жидкостей; ядохимикаты, продукты коррозии и др.

Обычно в условиях эксплуатации поверхности машин загрязнены не одним видом, а комплексами разнообразных загрязнений, несвое-

временное и некачественное удаление которых приводит к интенсификации процесса старения машин и оборудования.

Механические свойства загрязнений изменяются в широких пределах: от свойств вязких веществ (масел), вязкопластичных (смазок), в том числе мазеобразных (осадков), до свойств тел, обладающих пылеватой структурой (частицы почвы, атмосферная пыль) и твердых прочных образований (накипь, нагары и др.).

Характер загрязнений наружных поверхностей сельскохозяйственной техники зависит от условий эксплуатации и вида выполняемых работ. В атмосферном воздухе всегда содержится определенное количество пыли, которая в процессе эксплуатации техники и оборудования осажается на их наружных и внутренних поверхностях.

Присутствующие в составе атмосферной пыли маслянистые загрязнения и попадающие в процессе эксплуатации техники остатки топливно-смазочных материалов усложняют процесс очистки поверхностей, придавая им свойство мягкости, которая интенсифицирует рост адгезии почвенных частиц и атмосферной пыли с деталями. Еще большей адгезией с очищаемыми поверхностями обладают загрязнения продуктов переработки эксплуатационных материалов (ГСМ, воды и др.) и ядохимикатов.

По связи с очищаемой поверхностью все загрязнения можно разделить на три основные группы, которые различаются трудностью удаления загрязнений и их физико-химическими и механическими свойствами.

Первая группа – адгезионно-связанные (слабосвязанные загрязнения без примесей органических веществ).

Вторая группа – поверхностно адсорбционно-связанные (слабо связанные загрязнения с примесью органических веществ, до 35 %).

Третья группа – прочно (глубинно)-связанные (загрязнения, которые содержат в составе цементирующие и прочно склеивающие вещества).

Адгезионно-связанные загрязнения – смесь хаотичных по ориентации и размерам частиц почвы, дорожной, атмосферной пыли с малым содержанием органических веществ (до 5–6 %), удерживаемых на поверхности только за счет молекулярных и электростатических.

Поверхностно адсорбционно-связанные загрязнения представляют собой остатки топливно-смазочных материалов, осадки смолистых отложений с большим содержанием органических веществ (более 6 %), которые удерживаются на поверхности не только за счет молеку-

лярных и электростатических сил, но и за счет частичного поглощения загрязнений твердой поверхностью.

Прочно (глубинно) – связанные загрязнения состоят из лаков, полимеризованных смолистых отложений, нагара, краски, литейного и сварочного конгломератов, продуктов коррозии, окалины, накипи, адсорбционно-связанных с металлической поверхностью удобрений, ядохимикатов, удерживаемых за счет прочного поглощения твердой поверхностью.

В реальных условиях, может быть, сочетание нескольких видов загрязнений в различных соотношениях и последовательности.

Количество органических примесей в загрязнениях оказывает существенное влияние на качество очистки, и трудность их удаления возрастает по мере увеличения номера группы.

Заключение. Анализируя состав загрязнений и механизм их образования, можно наметить два направления решения проблемы повышения качества очистки (мойки) деталей, агрегатов, машин:

- предупреждение образования загрязнений или уменьшение адгезии их к металлической поверхности;
- разработка и внедрение в производство эффективных способов очистки (мойки) машин, агрегатов, деталей и материалов.

Первое направление следует отнести к числу профилактических, связанных с использованием техники. Оно охватывает следующие способы:

- введение присадок в топливо и масла;
- нанесение антиадгезионных покрытий;
- повышение уровня технического обслуживания машин.

Второе направление решения проблемы связано с ремонтом техники и требует в связи с неоднородностью состава и свойств загрязнений различных способов, средств и режимов их удаления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – 322 с.
2. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
3. Разработка мероприятий по охране труда при постановке на хранение сельскохозяйственных машин, агрегатов и оборудования / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, В. В. Талашов, М. В. Цайц. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.
4. Юцов, М. С. Применение пескоструйной обработки для очистки металлов / М. С. Юцов, В. А. Левчук // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 95–98.

ЮЦОВ М. С.

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОПЛА И ЖИКЛЕРА
ПЕСКОСТРУЙНОГО АППАРАТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ**

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из наиболее эффективных методов очистки различного типа поверхностей является пескоструйная обработка. Она применяется для очистки металлических, каменных, бетонных, деревянных и кожных поверхностей [1–5].

Сущность данного метода заключается в обработке поверхностей путем воздействия песка, применяемого в качестве абразивного средства. Под действием перепада давления воздуха песок с высокой скоростью направляется на обрабатываемую поверхность. Такую обработку осуществляют при помощи пескоструйного аппарата.

Цель работы: обоснование параметров сопла и жиклера пескоструйного аппарата, которое позволит эффективно выполнять работы по очистке поверхностей деталей из различных материалов.

Материалы и методика исследований. Основным элементом пескоструйного аппарата является компрессор, необходимый для создания потока воздуха с требуемым давлением в магистралях установки. Поток воздуха проходя по основному шлангу параллельно рукава для забора абразивного материала, создает вакуум, способствуя абразиву всасываться в основную магистраль и смешиваться с воздушной струей. Для нормальной работы пескоструйного аппарата её конструкция должна включать в себя шланги требуемого диаметра, электрические кабели для обеспечения питания рабочей установки, соединительные штуцера, краны и дозаторы.

Помимо компрессора, важнейшим элементом пескоструйной установки, является сопло, создающее абразивную струю с требуемым давлением на расстоянии от 100 до 150 мм и во многом влияет на эффективность её работы.

Результаты исследования и их обсуждение. Держатели для резьбовых сопел должны монтироваться на шланге снаружи. Они могут быть поставлены для шлангов с внутренними диаметрами: 3/4", 1", 1 1/4" и 1.

Могут быть металлические, их цена выше, чем нейлоновые, но срок службы больше.

Выбор правильного сопла имеет важное значение. Существует много различных видов сопел, каждый для определенной области применения. Сопло должно рассматриваться, как штучный ручной инструмент. При выборе сопел следует обратить внимание на множество факторов.

Отверстие сопла должно определяться в зависимости от имеющегося в каждом отдельном случае количества воздуха. В зависимости от находящегося в конкретном распоряжении количества воздуха должно быть использовано сопло наибольшего размера.

Необходимо постоянно помнить основное правило: «Мощность струи прямо пропорциональна имеющемуся в нашем распоряжении объему воздуха, который проходит через сопло под высоким давлением».

Чтобы наглядно продемонстрировать разницу в мощности у сопел различного размера нужно обратить внимание на нижеприведенные процентные показатели:

Принимая за 100 % сопло с отверстием $1/4" = 6$ мм мы получим следующие показатели:

Если сопло с отверстием $1/4" = 6$ мм имеет поток смеси 100 %, то:

- сопло размером $5/16" = 8$ мм имеет поток смеси 157 %;
- сопло размером $3/8" = 9,5$ мм имеет поток смеси 220 %;
- сопло размером $7/16" = 11$ мм имеет поток смеси 320 %;
- сопло размером $1/2" = 12,5$ мм имеет поток смеси 400 %.

Таким образом, если, например, используя сопло размером $1/4"$ можно достичь средней мощности струи в размере 30 м^3 в час, то при использовании сопла размером $3/8"$ мощность составит уже 66 м^3 в час. Серийно изготавливаются сопла следующих размеров: диаметр 6 мм, 8, 10, 12 мм.

Помимо потока смеси, также нужно учитывать густоту, точности и качество смеси.

Если сопло с отверстием $1/4" = 6$ мм имеет густота распыления 100 %, то:

- сопло размером $5/16" = 8$ мм имеет густота распыления 76 %;
- сопло размером $3/8" = 9,5$ мм имеет густота распыления 45 %;
- сопло размером $7/16" = 11$ мм имеет густота распыления 35 %;
- сопло размером $1/2" = 12,5$ мм имеет густота распыления 25 %.

Если выбрать сопло диаметром 4 мм, то длина сопла определяется в зависимости от вида поверхности, которую надлежит очистить. Если

речь идет об объекте, который можно очистить легко, то достаточно короткого сопла длиной 6 см. Для трудноочищаемых поверхностей, с которых удаляется прокатная окалина или слои старой краски следует выбирать более длинное сопло.

Для пескоструйных работ в труднодоступных местах, например, между шпангоутами в судостроении или в других стальных конструкциях можно использовать короткие сопла длиной менее 6 см. Исходя из этого оптимальной длиной сопла можно считать 60 мм.

Сопла изготавливаются из различных материалов. Приводимый ниже перечень материалов касается только той области применения сопел, где они контактируют с воздухом и материалом.

Обзор применяемых материалов для сопел, и их долговечность дает следующую картину:

- стальные сопла – долговечность 1–2 часа;
- чугунные сопла – долговечность 6–8 часов;
- керамические сопла – долговечность 10–12 часов;
- сопла из карбида вольфрама – долговечность около 300 часов;
- сопла из карбида бора – долговечность около 750–1000 часов.

Показатели долговечности берутся с учетом того, что в качестве материала используется песок. При использовании в качестве материала стальных гранул долговечность примерно в 2–2,5 раза больше.

Сопла являются важным пунктом в пескоструйной обработке, на котором предприниматель не должен экономить. С точки зрения долговечности, самым дешевым решением является выбор наиболее долговечных и стойких сопел для пескоструйных работ несмотря на то, что их покупка обойдется значительно дороже.

Кроме того, значительно увеличивается потребление воздуха и материала. Тем самым производственные расходы на 1 м² обработанной поверхности становятся слишком высоки. Для подобных объектов должны применяться только сопла из твердых сплавов, у которых (как уже было сказано), цена, исчисленная на базе себестоимости за час обработки (несмотря на относительно высокие закупочные расходы).

Сопла из карбида вольфрама могут быть использованы для всех известных материалов, за исключением окиси алюминия и карборунда. Сопла, облицованные карбидом бора, могут использоваться для любых материалов. Но они очень дорогие.

Форма (конструкция) соплового отверстия также оказывает большое влияние на качество обработки. На протяжении долгих лет сопловое отверстие изготавливалось прямой цилиндрической формы. Подобные

сопла имели скорость выхода материала около 350 км/час при давлении струи 6 атмосфер. Сопло Вентури отличается от сопел с прямым цилиндрическим отверстием тем, что оно имеет внутри большое входное отверстие, которое постепенно конически сужается до очень короткой прямой части в середине сопла, чтобы затем опять расшириться до выходного отверстия сопла.

Благодаря этой новой форме сопла скорость выхода материала увеличивается в 2 раза и составляет около 720 км/час. Т.к. мощность струи определяется силой, с которой материал ударяется в обрабатываемую поверхность, то большее преимущество подобных сопел Вентури очевидно.

Предприятия, работающие в сфере пескоструйной очистки, достигают увеличения мощности от 15 до 70 % при использовании сопел Вентури по сравнению с предприятиями, использующими прямые сопла. Это увеличение достигается без применения специального материала и без повышения потребления сжатого воздуха.

Заключение. В работе проведено обоснование параметров сопла и жиклера пескоструйного аппарата, которое позволит эффективно выполнять работы по очистке поверхностей деталей из различных материалов. Установлено, что если средние расходы при работе одного пескоструйного аппарата за 8 часов работы составляют около 45 рубля, (включая издержки производства и зарплату рабочего), то это должно означать, что 30 % увеличение производительности приведет к экономии 13,5 рублей. Таким образом, сопло самоокупаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев, С. Н. Высокоэффективные технологии обработки / С. Н. Григорьев. – Москва: Машиностроение, 2014. – 566 с.
2. Повышение качества поверхности стальных деталей пескоструйной обработкой / Р. О. Азизов, А. А. Вохидов, И. М. Мирзамидинов, М. Дадоджонов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2019. – № 1(45). – С. 103–109.
3. Разработка мероприятий по охране труда при постановке на хранение сельскохозяйственных машин, агрегатов и оборудования / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, В. В. Талашов, М. В. Цайц. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.
4. Юцов, М. С. Обоснование конструкции пескоструйного аппарата для очистки деталей / М. С. Юцов, В. А. Левчук, Л. И. Савенок // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 234–237.
5. Юцов, М. С. Применение пескоструйной обработки для очистки металлов / М. С. Юцов, В. А. Левчук // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 95–98.

УДК 621.869.351(072)

АНУФРЕЙЧУК Т. П.

**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ БУЛЬДОЗЕРНОГО
ОТВАЛА С ПЕРЕДНЕЙ ПЕРЕМЕЩАЕМОЙ ЧЕЛЮСТЬЮ
К ПОГРУЗЧИКУ АМКОДОР 342С4**

Научный руководитель – КАЗАКОВ А. Л., канд. техн. наук, доцент
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из наиболее распространенных универсальных погрузчиков является Амкодор 342С4. Данная машина может оснащаться большим количеством сменных рабочих органов, что позволяет применять ее во многих сферах народного хозяйства. Погрузчик Амкодор 342С4 используется и в мелиоративно-строительных организациях для выполнения погрузочных работ с сыпучими материалами, погрузки длинномерных материалов, разработки легких грунтов. Использование многофункционального оборудования, позволяющего выполнять все указанные работы, вместо набора сменных рабочих органов позволило бы сократить эксплуатационные затраты и повысить мобильность погрузчика [1].

Известны конструкции ковшей для фронтальных погрузчиков 4 в 1, которые можно применить для достижения указанной цели, но существующие конструкции не имеют возможности подстраиваться под различные грунтовые условия и не всегда могут быть эффективными [2].

Цель работы: Целью работы является обзор и анализ патентных решений по бульдозерному и погрузочному рабочему оборудованию, которое позволит расширить эксплуатационные возможности погрузчика Амкодор 342С4 при выполнении строительных работ на мелиоративных объектах.

Материалы и методика исследований. Для отбора применимых конструктивных решений бульдозерного и погрузочного рабочего оборудования нами использовался поиск и анализ патентов, проспектов производителей современной строительной техники, а также материалы выставок строительной техники. Нами предпочтительно отби-

рались решения, не требующие существенных изменений в конструкции рычажной системы погрузчика, такие как быстросменные рабочие органы.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате патентного поиска нами выявлено конструктивное решение бульдозерного рабочего оборудования по а. с. SU 1647085 A1, основной целью которого является расширение эксплуатационных возможностей при работе на легких грунтах [3]. Рассмотрим и проанализируем его устройство и особенности работы (рисунок).

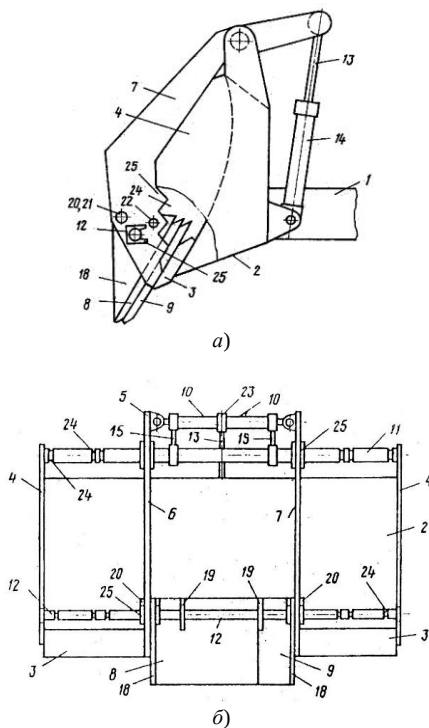


Рис. Схема бульдозерного оборудования с передней перемещаемой челюстью:
а – вид сбоку; *б* – вид спереди; 1 – толкающие брусья; 2 – отвал; 3 – нож; 4 – боковые щеки; 5 – передняя челюсть; 6, 7 – боковины; 8, 9 – секции ножей передней челюсти; 10, 14 гидроцилиндры; 11, 12 – верхняя и нижняя штанги; 13 – шток гидроцилиндра; 15 – кронштейны; 16, 17 – передняя и задняя режущие кромки; 18, 19 – проушины; 20 – фиксирующие пальцы; 21 – шпильки; 22 – дополнительные отверстия; 23 – разъемный шарнир; 24 – пазы; 25 – фиксаторы

Бульдозерное оборудование включает отвал 2 с ножом 3 и боковыми щеками 4, переднюю челюсть 5, шарнирно соединенную с отвалом 2 своими боковинами 6 и 7. Ножи передней челюсти 5 выполнены из секций 8 и 9, расположенных одна над другой и закрепленных секция 8 на боковине 6 и секция 9 – на боковине 7. Для раздвижения боковин 6 и 7 между их верхними концами смонтирован гидроцилиндр двухстороннего действия 10.

Верхняя штанга 11 прикреплена жестко обоими концами к боковым щекам 4. Нижняя горизонтальная штанга 12 установлена с возможностью поворота относительно штанги 11 в вертикальной плоскости между щеками 4. Шток 13 гидроцилиндра 14 поворота передней челюсти 5 присоединен к средней части корпуса гидроцилиндра 10, при этом боковыми частями корпус гидроцилиндра 10 шарнирно соединен с верхней штангой 11 кронштейнами 15. Ножи секций 8 и 9 выполнены с двумя противоположными режущими кромками 16 и 17. Каждая секция 8 и 9 шарнирно установлена на нижней штанге 12 посредством проушин 18 и 19, жестко соединенных с секциями 8 и 9. Проушины 18 соединены с соответствующими боковинами 6 и 7 посредством пальцев 20 со шпильками 21. Секции 8 и 9 имеют возможность фиксированного поворота на штанге 12. Для этого в боковинах 6 и 7 образованы дополнительные сквозные отверстия 22. Гидроцилиндр 14 соединен с корпусом гидроцилиндра 10 разъемным шарниром 23. Обе штанги 11 и 12 имеют пазы 24 под фиксаторы 25 осевого перемещения вдоль отвала боковин 6 и 7. Передние кромки боковых щек 4 выполнены с зубьями, расположенными против впадин зубьев, образованных на тыльной стороне боковин 6 и 7.

Бульдозерное оборудование работает следующим образом.

При резании грунта ножом 3 отвала 2 шток 13 гидроцилиндра втянут и передняя челюсть повернута вверх. При разработке более твердого грунта шток 13 гидроцилиндра выдвигается, воздействуя на корпус гидроцилиндра 10 и поворачивая вниз переднюю челюсть до упора секций 8 и 9 ножа челюсти в нож 3 отвала 2. Втянутые штоки гидроцилиндра 10 обеспечивают минимальную ширину копания грунта. Боковины 6 и 7 фиксируются в этом положении фиксаторами 25 в пазах 24 штанг 11 и 12 (рисунок, б).

При разработке менее твердого грунта фиксаторы 25 с внешней стороны боковин 6 и 7 вынимаются и при выдвигении штоков гидроцилиндра 10 боковины 6 и 7 раздвигаются, перемещая вдоль отвала параллельно друг другу секции 8 и 9 ножа челюсти до установки необ-

ходимой ширины копания грунта, после чего боковины 6 и 7 фиксируются фиксаторами 25 в пазах 24 штанг 11 и 12. Выдвижение штоков гидроцилиндра 10 ограничено боковыми щеками 4 отвала. Боковины 6 и 7 препятствуют потерям грунта при разработке сыпучих грунтов. При этом достигается максимальная ширина копания грунта ножом челюсти.

В случае необходимости работы в стесненных условиях, например, правым краем отвала, фиксаторы 25 боковины 6 вынимаются, штоки гидроцилиндра 10 выдвигаются и боковина 6 с секцией 8 перемещаются до необходимого положения, в котором фиксируется фиксаторами 25 в пазах 24 штанг 11 и 12.

При захвате сыпучих материалов пальцы 20 вынимаются, секции 8 и 9 поворачиваются относительно штанги 12 и фиксируются в свободных отверстиях 22 боковин 6 и 7. Шток 13 гидроцилиндра выдвигается, при этом задняя режущая кромка 17 внедряется в разрабатываемый материал до упора в нож 3 отвала 2. Разрабатываемый материал при этом находится в ковше, образованном боковинами 6 и 7, боковыми щеками 4 отвала, секциями 8 и 9 ножа челюсти и отвалом 2.

Заключение. Рассмотренная конструкция бульдозерного рабочего оборудования, является относительно простой по конструктивному исполнению, не требующей кардинальных изменений существующих конструкций отвалов, применяемых с фронтальными погрузчиками.

Дальнейшее обоснование параметров рассмотренного рабочего оборудования бульдозера будет выполнено нами в работе над дипломным проектом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Погрузчик универсальный АМКОДОР 342С4 [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://amkodor.by/catalog/pogruzchiki/pogruzchiki-universalnye/amkodor-342c4/> – Дата доступа: 10.03.2025.
2. Навесное оборудование для фронтальных погрузчиков: ковш 4 в 1 [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://catmann.by/katalog/navesnoe-oborudovanie-dlya-minitraktora/dlya-frontalnyh-pogruzchikov/4-in-1-kovsh> – Дата доступа: 11.03.2025.
3. Бульдозерное оборудование: а. с. 1647085 А1 СССР, МПК Е 02F 3/76 / А. Б. Ермаилов, М. А. Мирсадыков, В. В. Котов; заявитель Московский автомобильно-дорожный институт, Ташкентский автомобильно-дорожный институт – № 4411597/03; заявл. 10.03.1988; опубл. 07.05.1991 // Открытия. Изобрет. – 1991. – № 17.

БОСАК Д. Ю.

АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТКРЫТИЯ БОРТОВ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., зав. кафедрой, канд. техн. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Наиболее опасной отраслью в сельскохозяйственном производстве является растениеводство. На полях Беларуси всегда задействовано большое количество техники, а также людские ресурсы, работники шефских промышленных предприятий, которые не всегда понимают особенности сельскохозяйственного труда [1–7].

Несмотря на неоднократные рекомендации Департамента государственной инспекции труда, причины несчастных случаев ежегодно повторяются [2, 5].

В последние годы наибольшему риску травмирования и гибели на производстве подвергались работники следующих профессий: водители автомобилей, слесари, подсобные рабочие и животноводы [8].

Одной из самых серьезных опасностей, которой подвергается водитель, является возможность травмирования при выгрузке сыпучих грузов. Вид аварийной ситуации, характерной при эксплуатации машины, во многом определяет конструктивное исполнение открытия бокового и заднего борта. Так, для самосвальных автомобилей с выгрузкой набок и назад классической схемой компоновки возможны травмы водителей при открывании и закрывании бортов. Отсюда и требование к устройству автоматического открытия бортов предотвращающее травмы водителей и (или) обслуживающего персонала, безопасность при открытии бортов и увеличение производительности.

Цель работы: целью данной работы является анализ существующих конструкций устройств для автоматического открывания бортов, выявление их преимуществ и недостатков, а также обоснование параметров, позволяющих повысить эффективность и безопасность эксплуатации грузовых автомобилей и прицепов.

Материалы и методика исследования. В работе использованы материалы, содержащие описание существующих конструкций автоматических механизмов, включая механические и гидравлические устройства.

Результаты исследования и их обсуждение. Автоматические устройства открывания бортов можно разделить на две основные категории:

1. *Механические* – работают за счет системы рычагов, пружин, блоков и других механических элементов. Они отличаются простотой конструкции и надежностью, но требуют значительных физических усилий при эксплуатации.

2. *Гидравлические* – функционируют за счет гидроцилиндров, которые позволяют открывать борта без участия оператора. Эти системы обеспечивают высокую скорость и удобство разгрузки, но требуют регулярного технического обслуживания.

Рассмотрим основные модели грузовых автомобилей и полуприцепов, оснащенных автоматическими механизмами открывания бортов.

1. Самосвальные полуприцепы *Тонар-95236*.

Полуприцеп предназначен для перевозки сыпучих грузов и оснащен мощными гидравлическими цилиндрами, которые обеспечивают автоматическое открытие бортов.

К преимуществам конструкции данного полуприцепа можно отнести высокую грузоподъемность, возможность разгрузки в условиях ограниченного пространства, надежность конструкции. К недостаткам – сложность ремонта и обслуживания и высокую стоимость.

2. Полуприцеп самосвальный *ISON-8507*.

Используется для транспортировки сельскохозяйственных и строительных грузов. Обладает функцией автоматического открывания заднего борта.

К преимуществам конструкции данного полуприцепа можно отнести простоту конструкции, высокую маневренность, возможность эксплуатации в полевых условиях. К недостаткам – отсутствие боковой разгрузки.

3. Полуприцепы самосвальные тракторные *ПСТ-7-1Б*.

Предназначены для перевозки сельскохозяйственных и строительных грузов, оснащены гидравлической системой открывания бортов.

К преимуществам конструкции данного полуприцепа можно отнести возможность установки дополнительных бортов, простоту конструкции и надежность. К недостаткам – ограниченные возможности разгрузки.

4. Полуприцеп специальный *ПС-45*.

Используется для перевозки измельченной массы от кормоуборочных комбайнов. Оборудован боковыми и задними бортами с автоматическим открытием.

К преимуществам конструкции данного полуприцепа можно отнести высокую вместимость кузова, сокращение потерь при загрузке и перевозке.

К недостаткам – высокая стоимость и сложность конструкции.

5. Прицепы *ABS* с «живым» дном.

Отличаются инновационной системой разгрузки с помощью гидравлических механизмов.

К преимуществам конструкции данных прицепов можно отнести наличие полной автоматизация процесса разгрузки и отсутствие риска бокового разлива груза. К недостаткам – высокая стоимость оборудования.

Заключение. Автоматические устройства открывания бортов играют важную роль в повышении эффективности и безопасности грузоперевозок. Применение таких систем особенно актуально для самосвальной техники, эксплуатируемой в сельском хозяйстве, строительстве и логистике.

В результате проведенного анализа установлено, что существующие конструкции обладают как достоинствами, так и недостатками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
2. Босак, В. Н. Травматизм на производстве: причины, состояние и мероприятия по снижению / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 1 (32). – С. 2–6.
3. Долженко, Е. А. Анализ конструкций ступенек автотранспорта / Е. А. Долженко, М. М. Парфенов, М. В. Цайц // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 32–35.
4. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
5. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 188–193.
6. Мероприятия по улучшению состояния охраны труда в организациях АПК / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, М. В. Цайц, В. В. Талашов. – Горки: БГСХА, 2019. – 40 с.
7. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
8. Травматизм 2023. Итоги [Электронный ресурс]: Охрана труда в Беларуси. – Режим доступа: <https://otb.by/news/4939-travmatizm-2023-itogi>. – Дата доступа: 05.03.2025.

БАРАНОВ И. Ю., ЕРМОЛАЕВ Д. А.

**АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ГУСЕНИЧНЫХ
БУЛЬДОЗЕРОВ НА КАРЬЕРАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Научный руководитель – ГОРЕЛЬКО В. М., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В Республике Беларусь разрабатываются большое число месторождений полезных ископаемых, в том числе: калийные и каменные соли, мел, доломит, гранит, песчано-гравийные смеси, базальты и другие руды, их число составляет миллионы тонн. Также ежегодно добывается и перерабатывается около 2 миллионов тонн торфа. В Гомельской области на Брянско-Брагинском блоке размещены залежи редкоземельных металлов, добыче которых уделяется большое внимание. Разработка этих месторождению связанные с выполнением больших работ по перемещению и экскавации грунтов, что влияет на экологические показатели окружающей среды. Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 99 от 19.02.2021 г. «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 годы [1] предусматривается обеспечение экологически благоприятных условий для жизнедеятельности граждан, охраны окружающей среды, сохранение и устойчивое использование природных ресурсов.

Кроме того, в Республики Беларусь большое внимание уделяется мелиорации земель. Общая площадь мелиорированных сельскохозяйственных земель составляет более 3,4 миллиона гектар [2]. В перечень работ входят культур-технические работы, работы по устройству открытых и закрытых осушительно-оросительных систем. Эти работы также связаны с перемещением большого объема грунта тяжелыми бульдозерами типа Б10, Б12, Четра Т-9, Т-11, Т-15 и другие.

Наличие этих машин в организациях является одним из основных критериев механизации труда, снижение стоимости строительных и мелиоративных работ. Эти задачи решаются путем постоянного совершенствования и модернизации рабочих органов. Кроме того, эти машины должны соответствовать показателям высокой экономической эффективности в сравнении с ранее использовавшимися машинами и механизмами.

Цель работы. Обоснование применения модернизированного рабочего оборудования к бульдозеру Четра Т-11 и эффективность его применения в разработках рудных и нерудных материалов.

Материалы и методика исследования. Анализ конструкций рабочих органов бульдозеров и обоснование геометрических и кинематических параметров.

Результаты исследования и их обсуждение. Бульдозер Четра Т-11 предназначен для послойного срезания и продольного перемещения грунта на расстояния до 100 м [3].

Это тяжелый бульдозер тягового класса 10 т. Выпускается более 10 модификаций, мощностью двигателя от 150 до 170 кВт, массой от 19 до 23,4 т с неповоротным полусферическим отвалом, с давлением на грунт 0,56 кг/см² до 0,87 кг/см².

Нами проанализированы конструкции рабочих органов бульдозеров [4, 5, 6]. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Мы остановились на рабочем органе [6], который рекомендуем применить на бульдозере Четра Т-11.

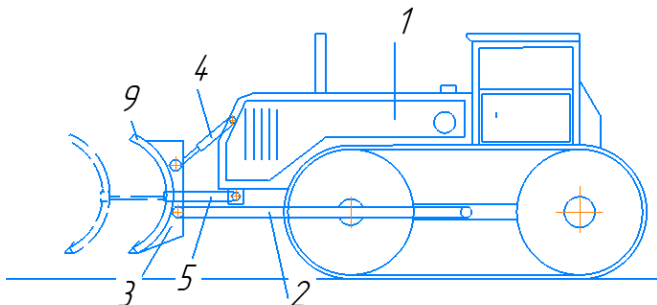
Недостатками известных бульдозеров является то, что они не позволяют производить разработку террас на крутых откосах в сложных условиях с потенциально нарушенными массивами из мягких и скальных пород после произведения буровзрывных работ, а также не позволяет обрушать зависшие глыбы породы при устройстве проходов и подъездов на косогорах.

Цель достигается тем, что с тыльной стороны отвала смонтированы дополнительные гидроцилиндры, на штоках которых закреплена подвижная балка с рыхлителями. Вне зоны потенциально нарушенного массива все операции по планировке и зачистке горизонтальных и наклонных площадок террас производятся собственным отвалом бульдозера, управляемым гидроцилиндрами. Грунт перемещается за границу потенциального нарушенного массива.

При подходе к упомянутой границе (опасной зоне) базовая машина останавливается и включает гидроцилиндры, при помощи которых подается вперед балка с рыхлителями и сталкивается перемещаемая или зависшая порода с опасной зоны, а базовая машина при этом находится вне опасной зоны и является противовесом.

Предлагаемое оборудование на бульдозер Четра Т-11 позволяет выполнить все операции по разработке и расчистке взорванной породы при устройстве проходов и подъездов в сложных косогорных условиях без применения экскаваторов. Выполнены необходимые тяговые и

статические расчеты по методике, предложенной [7]. Расчеты по предложенной конструкции может быть применена на бульдозерах, тяговых классов 10–15 т.



Заклучение. Для повышения эффективности применения бульдозеров на различных объектах по разработке рудных и нерудных материалов рекомендуется использовать имеющиеся бульдозеры и модернизированные рабочие органы. Это позволит расширить области применения базовых бульдозеров для выполнения специфических работ, например, работ на крутых откосах с потенциалом нарушенными массивами из скальных пород, характерных для разработки карьеров, например, гранитных. Расчет уточненных параметров может быть выполнен и использованием методик расчетов бульдозеров и рыхлителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19.02.2021 № 99.
2. Государственная программа развития агробизнеса на 2021–2025 г.: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 01.02.2021 № 59.
3. Интернет ресурс www/chetra.ru Бульдозер чetra Т-11.
4. Бульдозер: а. с. 1004545 СССР: Е 02 F3/76/ И. В. Шебанов, В. А. Шебанов, И. Г. Юрченко; № 3356509/29-03; заявл.30.07.81; опубл. 25.03.83. – С. 12.
5. Бульдозер: а. с. 1627617 СССР: Е 02 F 3/76/ В. В. Ничке, М. В. Маслеников, Ю. Л. Хаскин, А. А. Чебурашкин, Е. Ю. Ткаленко, С. П. Свиридов; № 4450322/03; заяв. 27.06.88; опубл.15.02.91. – № 6 – С. 142.
6. Бульдозер-Террасер: а. с. 1055834 СССР: Е 02 F 3/76/ Н. В. Тивелев, Б.Г. Семин; №3381686/29-15; заяв. 21.01.82; опубл. 23.11.83. – № 43. – С. 29.
7. Вавилов, А. В. Проектирование строительных машин / А. В. Вавилов, А. А. Котобай. – Минск: БНТУ, 2013. – 392 с.

БРОНИЦКИЙ А. П.

**КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ
И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЫХЛИТЕЛЕЙ**

Научный руководитель – РУБЕЦ С. Г., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Рыхлитель – землеройная машина для рыхления мерзлых грунтов, скальных трещиноватых пород средней крепости, искусственных покрытий с использованием тягового усилия базового трактора [1]. В комплексе с другими землеройными машинами применяется при открытой разработке месторождений, при сооружении котлованов, каналов, траншей и т. п.

Опыт применения рыхлителей для разработки мерзлых грунтов как у нас в стране, так и за рубежом показывает, что наиболее целесообразно применять навесные рыхлители для больших площадей рыхления.

Все более эффективное использование рыхлителей при разработке скальных и мерзлых грунтов обусловлено, с одной стороны, значительным ростом мощности базовых тракторов, а с другой – модернизацией навесных устройств и конструкции рабочих органов [2].

Цель работы. Представить классификацию рыхлителей по основным признакам, а также обозначить и проанализировать перспективные направления их развития.

Основная часть. Конструктивные и классификационные отличия современных рыхлителей обусловлены тяговым классом и ходовым устройством базового трактора, назначением рыхлителя, видом его навесного устройства, способом установки, числом зубьев и их креплением.

Для разработки прочных грунтов в строительстве различают рыхлители на базе тракторов тягового класса 10, 15, 25, 35. Предусмотрено создание рыхлителей на базе более мощных тракторов тягового класса 50, 75, 100. Тяговый класс трактора является основным параметром, определяющим максимальное заглубление зубьев в грунт, число зубьев, ширину наконечника, наименьшее расстояние от нижней точки рабочей балки до опорной поверхности, расстояние от наконечника в крайнем нижнем положении до оси ведущей звездочки трактора, а также ресурс рыхлителей до первого капитального ремонта.

По типу ходового устройства базового трактора различают гусеничные и колесные рыхлители. Широко распространены гусеничные рыхлители, обеспечивающие высокую производительность при работе в наиболее тяжелых условиях в результате реализации больших тяговых усилий и высокой проходимости. Современные гусеничные рыхлители монтируют на тракторах мощностью от 19 до 735 кВт.

По целевому назначению рыхлители подразделяют на основные и вспомогательные.

Основные рыхлители, как правило, монтируют в агрегате с передним бульдозерным оборудованием. Они служат для разрыхления мерзлых и скальных грунтов, которые не могут разрабатывать обычные землеройные машины без предварительного разрыхления.

Вспомогательные рыхлители монтируют в агрегате с основным оборудованием на легких класса до 10 бульдозерах, погрузчиках, автогрейдерх, скреперах или навешивают на бульдозерные отвалы для сокращения технологического цикла землеройных работ. Эти рыхлители предназначены для рыхления плотных немерзлых грунтов или слежавшихся материалов, что позволяет увеличить производительность, несколько расширить область применения и удлинить сроки службы основного рабочего оборудования.

По мощности двигателя базового трактора рыхлители бывают малой (менее 80 кВт), средней (80–150 кВт) мощности, мощные (150–300 кВт) и сверхмощные (свыше 300 кВт).

По виду навесного оборудования различают трехзвенные, четырехзвенные, параллелограммные и многозвенные рыхлители. Они могут быть как с регулируемым, так и нерегулируемым углом рыхления, с изменяемым шагом зуба. Прогрессивно создание рыхлителей четырехзвенного и многозвенного типа с регулируемым углом рыхления и траекторией заглубления.

В зависимости от *способа установки оборудования* различают рыхлители с креплением к корпусу заднего моста или к раме гусеничной тележки. Наибольшее распространение получило крепление рыхлительного оборудования к корпусу заднего моста базового трактора.

По числу зубьев различают рыхлители одно- и многозубые. Однозубые рыхлители предназначены для разработки особо прочных материалов. Их можно использовать для специальных работ: глубокого рыхления траншей, прокладки кабелей на глубину до 2,5 м и т. п. Многозубые рыхлители содержат в комплекте нечетное число зубьев и в зависимости от тягового класса трактора имеют три или пять зубьев.

По способу крепления различают рыхлители с жестким и шарнирным креплением. При жестком креплении исключается возможность поворота зуба в горизонтальной плоскости относительно продольной оси рыхлителя. Шарнирное крепление обеспечивает возможность поворота зуба в горизонтальной плоскости, а также уменьшение воздействия боковых нагрузок на рабочий орган и базовый тягач при работе на слоистых породах и грунтах с высокопрочными включениями.

Повышение мощности базовых тракторов позволяет значительно расширить область применения рыхлителей, обеспечить их большую эффективность при разработке высокопрочных, мерзлых и скальных грунтов, чем при буровзрывных работах. Удельная энергоемкость процесса рыхления в зависимости от физико-механических характеристик составляет на мерзлых грунтах не более 0,2...0,66 кВт-ч/м³ по сравнению с 1...2 кВт-ч/м³ при других методах разработки [1].

Для интенсификации процесса рыхления на зубья рыхлителей устанавливают уширители, которые позволяют за один проход разрушать большие объемы материала и выталкивать каменные глыбы на поверхность. Уширители обеспечивают более устойчивое движение базового трактора и работу рыхлителя, практически сплошное разрушение материала между соседними бороздами, снижение общего количества проходов. Навесной рыхлитель крепится сзади к базовому трактору, управляется из кабины и имеет гидравлический привод.

Дальнейшее развитие навесных рыхлителей направлено на создание машин повышенной единичной мощности, улучшение параметров оборудования, повышение эффективности работы, износостойкости, надежности и срока службы наконечников зубьев, гидрофиксацию перестановок зубьев рабочего органа; создание рабочих органов, активно воздействующих на разрыхляемый грунт с помощью удара, взрыва, вибрации.

Заключение. В статье приведены и проанализированы основные классификационные признаки рыхлителей и представлены наиболее перспективные направления развития их конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубец, С. Г. Машины для земляных работ / С. Г. Рубец, Е. И. Мажугин. – Горки: БГСХА, 2021. – 101 с.
2. Максименко, А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин / А. Н. Максименко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 400 с.

ЕРМОЛАЕВ Д. А., БАРАНОВ И. Ю.

**АНАЛИЗ РАБОЧИХ ОРГАНОВ БУЛЬДОЗЕРОВ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЧНЫХ И МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ**

Научный руководитель – СЕНТЮРОВ Н. С., ст. преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Основной целью сельскохозяйственных мелиораций является создание оптимальных условий для производства продукции сельского хозяйства и, в первую очередь, продукции растениеводства. Для подготовки пахотных земель и построения мелиоративной сети используют, в том числе и бульдозеры [1].

Бульдозеры применяют для послойной разработки и перемещения на небольшое расстояние (до 50–150 м) грунтов I–IV категорий, а также предварительно разрыхленных скальных и мерзлых грунтов [2].

Цель работы. При разработке мерзлых и прочных грунтов рабочее оборудование бульдозеров часто выходит из строя, поэтому для повышения его производительности и качества работ необходима модернизация.

Материалы и методика исследований. Анализ технической информации о новых научных исследованиях, конструктивных и патентных решений в области создания и проектирования бульдозеров указывает, что в настоящее время нет рациональной конструкции рабочего оборудования бульдозера, удовлетворяющий мелиоративному строительству, и позволяющего проводить разработку прочных и мерзлых грунтов без применения дополнительных машин.

Новые и модернизированные машины должны отвечать высоким показателям производительности, долговечности и надежности. Кроме того, эти машины должны соответствовать показателям высокой экономической эффективности в сравнении с ранее использовавшимися машинами и агрегатами. Кроме того, отсутствие необходимости монтажно-демонтажных работ по замене отвала бульдозера под определенную категорию грунта, а также в технологической настройке основных параметров отвала за счет их самостоятельной адаптации под действием нагрузки, способствует повышению технологичности и скорости выполнения землеройно-транспортных работ.

Результаты исследований и их обсуждения. Нами проанализированы рабочие органы бульдозеров [3, 4, 5]. Каждый из рассмотренных рабочих органов имеет свои преимущества и недостатки. Эти недостатки в некоторой степени можно устранить применением конструкции рабочего органа [6], направленное на повышение качества работы при разработке прочных и мерзлых грунтов.

Конструкция относится к навесному оборудованию землеройной технике, а именно к машинам для предварительного рыхления прочных и мерзлых грунтов, которая представлена на рисунке.

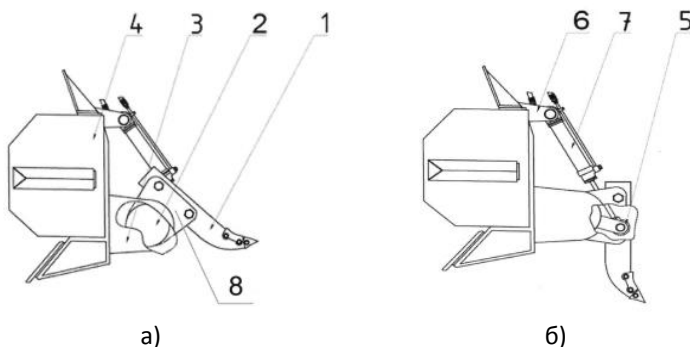


Рис. Рабочее оборудование бульдозера с рыхлительными зубьями: а) нерабочее положение рыхлительных зубьев; б) рабочее положение рыхлительных зубьев; 1 – рыхлительные зубья, 2 – поворотная балка, 3 – кронштейны; 4 – тыльная сторона отвала; 5 – кронштейны, для крепления штоков гидроцилиндров; 6 – кронштейн; 7 – гидроцилиндры; 8 – кронштейны зубьев

Рабочее оборудование бульдозера с рыхлительными зубьями содержит рыхлительные зубья 1, установленные на поворотной балке 2 посредством кронштейнов зубьев 8, закрепленной шарнирно кронштейнами 3, к тыльной стороне отвала 4. На поворотной балке 2 установлены два кронштейна 5, для крепления штоков гидроцилиндров 7, которые поворачивают балку 2 для изменения положения зубьев рыхлителя. Гидроцилиндры управления зубьями закреплены на отвале корпусами посредством кронштейнов 6.

Рабочее оборудование бульдозера с рыхлительными зубьями работает в двух режимах. Первый режим - рыхление грунта. Рыхлительные зубья 1 опускаются посредством поворота балки 2 с помощью гидро-

цилиндров 7. При опущенных зубьях 1 отвал не касается поверхности грунта. Бульдозер движется задним ходом.

Второй режим работы - резание грунта отвалом производится после рыхления грунта при поднятых зубьях. Отвал 4 опускается на грунт посредством гидроцилиндров и производится резание предварительно разрыхленного грунта.

К параметрам, которыми характеризуются бульдозеры, относятся тяговое усилие; мощность двигателей базовой машины; положение центра масс; передняя рабочая и задняя скорости; длина продольной базы ходовой части; колея гусениц или колес; ширина гусениц или размер шин колес; дорожный просвет; радиус поворота; удельное давление и эпюра давлений на грунт; габаритные размеры. Часть основных и конструктивных параметров регламентированы ГОСТ 27721-88 (ИСО7131-ВА) и поэтому могут задаваться.

Расчет уточненных параметров бульдозера с модернизированным рабочем оборудованием может быть выполнен с использованием методик расчетов бульдозеров.

Заключение. Таким образом, использование отвала бульдозера на тыльной стороне которого смонтированы рыхлительные зубья с механизмом изменения положения, позволяет повысить качество выполнения работ и эффективность разработки прочных и мерзлых грунтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базылев, Д. А. Анализ рабочих органов бульдозеров для повышения качества работ при разработке слабонесущего грунта / Д. А. Базылев, Н. С. Сентюров // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 3–5.
2. Рубец, С. Г. Машины для земляных работ / С. Г. Рубец, Е. И. Мажугин. – Горки: БГСХА, 2021. – 101 с.
3. Патент SU 1796000, МПК E02F 3/76. Бульдозер / А.Д. Рогов, Е.К. Наум, Б.Г. Лисновский, А.А. Квач. – № 4881940, заявл. 18.02.1991; опубл. 15.02.1993.
4. Патент RU 319690 A1, МПК E02F 5/30. Навесное оборудование для рыхления мерзлого грунта, монтируемое на базовой машине / Г. П. Ананьин, А. А. Горобец, М. А. Двойных. – № 1479554; заявл. 19.10.1970; опубл. 01.01.1971.
5. Патент RU 1086085 A1, МПК E02F 3/76. Бульдозерное оборудование / В. И. Астафичев. – № 3509776; заявл. 11.11.82; опубл. 15.04.84.
6. Патент RU 177947 U1, МПК E02F 3/76 (2006.01). Отвал бульдозера с рыхлительными зубьями / С. В. Репин, Н. С. Бойков, К. В. Рулис, А. В. Зызыкин. – № 2017137048; заявл. 20.10.2017; опубл. 16.03.2018.

ЕРОЩЕНКО В. А.

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
ОДНОКОВШОВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ**

Научный руководитель – РУБЕЦ С. Г., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Главной землеройной машиной в мире является одноковшовый гидравлический экскаватор. В настоящее время во всем мире почти прекращено производство экскаваторов-драглайнов. Очень мало выпускают экскаваторов с ковшом – прямая лопата. При этом существенно увеличилось производство экскаваторов с ковшом – обратная лопата, а также количество их типоразмеров [1]. Как проявление универсальности, многие производители начали производство экскаваторов-погрузчиков, экскаваторов на колесных тракторах, являющихся относительно универсальными машинами и совмещающих в себе две машины: экскаватор с ковшом – обратная лопата, пневмоколесный фронтальный ковшевой погрузчик, и другое навесное оборудование.

Цель работы. Рассмотреть и проанализировать современные тенденции развития одноковшовых гидравлических экскаваторов.

Материалы и методика исследования. Ведущие мировые производители экскаваторов уделяют большое внимание расширению типоразмерного ряда и номенклатуры этих машин, т.е. основной тенденции развития строительной техники в условиях рыночной экономики. Производители экскаваторов России и стран СНГ пока по этому показателю значительно уступают. Следует отметить только достаточно широкий ряд моделей экскаваторов Тверского ЭЗ.

Результаты исследования и их обсуждение. Сокращение эксплуатационных издержек стало одной из основных проблем, стоящих перед машиностроителями. Так, компании Volvo удалось добиться снижения уровня потребления топлива на 10% в новых мини-экскаваторах серии С, а сокращение расходов на техническое обслуживание составит до 20 %. Кроме того, сокращение эксплуатационных издержек также стало возможным благодаря внедрению на моделях EC35C, ECR48C и EC55C новых гидравлических механизмов управления углом установки бульдозерных отвалов «Angle blade». Теперь в ходе

выполнения конкретных работ оператор может выбрать наиболее эффективный угол установки, который регулируется в пределах ± 25 градусов [2].

Все модели экскаваторов компании Terex в свою очередь сконструированы по схеме «Knickmatik», т.е. имеют механизм поворота стрелы, позволяющий производить экскавационные работы в непосредственной близости от препятствий. При этом элементы поворотной платформы не выходят за габариты ходовой части.

Второй серьезной проблемой является повышение комфортности работы оператора. В частности, Volvo предоставляет теперь возможность на своих новых экскаваторах заказать систему кондиционирования воздуха в кабине. В целях безопасности компания также использует световой индикатор, напоминающий водителю о необходимости пристегнуться в кресле, а также варианты кабин с сертифицированными конструкциями защиты при опрокидывании (ROPS), системой защиты оператора от падающих предметов (FOPS) и конструкцией защиты оператора при переворачивании машины (TOPS) [2].

Третья тенденция развития экскаваторов – многофункциональность техники. Кроме ковшей различной вместимости, современные экскаваторы имеют и другое рабочее оборудование.

Экскаваторы фирмы «Komatsu» имеют сменное рабочее оборудование: ковши различной вместимости; вращающиеся ударные головки; виброуплотнители; гидравлические молоты; клещи для разрушения бетонных конструкций; ножницы для разрушения металлоконструкций.

Экскаваторы фирмы «Caterpillar» имеют: блок быстрой смены рабочего оборудования; ковши общего назначения, скальные и опрокидываемые, с прижимом; грейферы для строительных работ, клещи для дробления и сноса строений, для мусора и другие; механические навесные ножницы; гидромолоты; виброплиты; бетонолом; бетоноизмельчитель; бурильный молоток и шнековый бур; механический распылитель.

Экскаваторы фирмы «Hitachi» имеют сменное рабочее оборудование: ковши различной вместимости; грейферы двух типов; клещи для разрушения бетона; ножницы для резки металла; измельчитель кусковых материалов: камня, бетона; разрушитель дорожного асфальтобетонного покрытия; магнитный подъемник металлолома; вильчатый и другие захваты; захват для металлолома; шнековый бур; свайный копер; захваты для лесоматериалов.

Экскаваторы фирмы «Unex» имеют сменное рабочее оборудование: ковши 7 типов; рылительный зуб; трамбующее оборудование; бур; гидромолот; магнит; грейферы 6 типов; крюк.

Указанное оборудование обеспечивает выполнение большого перечня земляных, погрузочных, строительных, конструкционных и ремонтных работ в промышленном, химическом, дорожном, мелиоративном и других видах строительства.

Конструкторы экскаваторов считают, что борьба машин с нулевым свесом и обычной схемы будет продолжаться с переменным успехом. Инженеры Bobcat полагают, что модели с нулевым свесом поворотной платформы все-таки приобретут большую популярность по сравнению со стандартной конфигурацией, несмотря на видимые преимущества обоих типов машин.

Тегех также планирует выпускать оба типа экскаваторов. В то же время Volvo стремится к обновлению модельного ряда компактных экскаваторов обычной схемы, именно с этой целью были запущены в производство EC35C и ECR48C, а EC27C и EC55C [2].

Усовершенствование двигателей для экскаваторов в первую очередь направлено на сокращение выброса загрязнений. Среди других требований, предъявляемых к современным машинам этого типа, оборудование их противоугонными системами, системами контроля за течами в гидросистеме, а также системой автоматического перевода двигателя на режим холостого хода при отсутствии нагрузки.

В будущем для снижения уровня выбросов загрязнений на экскаваторах возможно внедрение силовых установок электрических или гибридных схем.

Классические экскаваторы и сегодня остаются группой строительных машин, которая постоянно развивается. Практически все ведущие фирмы-производители экскаваторов ежегодно предлагают на рынке новые модельные ряды и новинки техники.

Заключение. Рассмотрены и проанализированы основные тенденции развития одноковшовых гидравлических экскаваторов от ведущих зарубежных производителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубец, С. Г. Машины для земляных работ / С. Г. Рубец, Е. И. Мажугин. – Горки: БГСХА, 2021. – 101 с.
2. Первый экскаваторный портал // Новости и обзоры [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: http://exkavator.ru/articles/inf_articles/~id=668/_html/. – Дата доступа: 03.03.2025.

КАЗАКОВ П. Д., ЗИНЬКОВ А. Н.

ПРИМЕНЕНИЕ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ В МЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Научный руководитель – КАЗАКОВ А. Л., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Мелиоративное строительство характеризуется разноплановостью видов работ, при выполнении которых используются различные по конструкции и характеру работы типы машин. Это могут быть как узкоспециализированные машины, для выполнения конкретных видов работ: например, экскаваторы-каналокопатели, дренаукладчики; так и общестроительные машины: бульдозеры, одноковшовые экскаваторы, фронтальные погрузчики, краны и др. Как правило общестроительные машины приспособляют к условиям мелиоративного строительства – используется гусеничное ходовое оборудование с увеличенной опорной поверхностью, специальные исполнения рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов – удлиненные рукояти, уширенные и профильные ковши.

Наиболее универсальными машинами общестроительного назначения являются фронтальные одноковшовые погрузчики. Универсальность этих машин обеспечивается наличием большого количества сменных рабочих органов. Существуют сменные рабочие органы для навесных и для специальных погрузчиков [1, 2].

Цель работы: обоснование возможности применения фронтальных погрузчиков при выполнении строительных работ на мелиоративных объектах путем анализа возможностей имеющихся у них сменных рабочих органов.

Материалы и методика исследований. Проанализировано наличие и применение погрузчиков в технологических комплексах машин, рекомендованных Системой машин для комплексной механизации мелиоративных работ. Для оценки возможности использования погрузчиков в мелиоративном строительстве проведен анализ имеющихся у них сменных рабочих органов.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате анализа состава технологических комплексов, нами выявлено, что в системе машин недостаточно внимания уделено применению при выполнении

работ фронтальными одноковшовыми погрузчиками. Использование погрузочных машин запланировано только в технологическом комплексе машин для скашивания и удаления растительности на каналах – для удаления скошенной растительности со дна на берму канала (универсальное погрузочное средство ПФС-1 на базе Беларус 1221) и для удаления заторов, перемычек каналов, кочек, травы, камней со дна канала (погрузчик одноковшовый фронтальный Амкодор 332С4).

Существенно расширить сферу применения погрузчиков в мелиоративном строительстве можно максимально используя их сменные рабочие органы. Например, для погрузчика Амкодор 332С имеется 38 сменных рабочих органа, из которых восемь возможно явно применить для условий мелиоративного строительства: ковш сельскохозяйственный с прижимом, захват челюстной, ковш для камней, ковш двухчелюстной, ковш-бетоносмеситель 332С.68.00.000, отвал бульдозерный 342С.59.00.000, стрела крановая безблочная 342С.54.00.000, стрела телескопическая 332.54.00.000. Эти рабочие органы могут использоваться как для уборки и погрузки камней, древесно-кустарниковой массы, приготовления бетонной смеси, бульдозерных работ (например, взамен бульдозера ДЗ-42Г), погрузочно-разгрузочных работ.

Взамен рекомендованному Системой машин погрузчик ПФС-1 возможно применение погрузчика ПФС-0,75, выпускающегося Мозырским машиностроительным заводом и имеющим 12 видов сменных рабочих органа.

Применение погрузчиков может быть обосновано и тем фактом, что часть специальных машин, указанных в технологических процессах производства работ, только требует их разработки и производства.

Заключение. Необходимо существенно пересмотреть состав технологических комплексов производства мелиоративных работ с целью расширения сферы применения фронтальных одноковшовых погрузчиков, замены ими ряда машин, производство которых не налажено в Республике Беларусь. Требуется рассмотрения и анализа вопрос об исключении ряда отдельных технологических операций при производстве мелиоративных работ, путем совмещения операций фронтальными одноковшовыми погрузчиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Погрузчик универсальный АМКОДОР 332С4 [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://amkodor.by/catalog/pogruzchiki>. – Дата доступа: 10.03.2025.
2. Погрузчик фронтальный ПФС-0,75 [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://mozyrmash.by/catalog/pogruzchiki-frontalnye>. – Дата доступа: 11.03.2025.

КУТЕРГИН Н. Ю., БИРЮКОВ А. Л.

**РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИИ БИОМИНЕРАЛЬНОЙ
ТОПЛИВНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

*Научный руководитель – ПЛОТНИКОВ С. А., д-р. техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация*

Введение. Современное человечество сталкивается с рядом серьезных экологических и экономических вызовов, вызванных зависимостью от ископаемых видов топлива. Одним из многообещающих решений данной проблемы является использование альтернативных топлив, таких как этанол и его смеси с дизельным топливом. Эти энергоресурсы предлагают способы снижения выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ, что делает их особенно актуальными в свете глобальных изменений климата и ухудшения качества воздуха [8, 11, 12].

Цель работы – разработка композиции биоминеральной топливной смеси для двигателей внутреннего сгорания

Материалы и методика исследования. Составляет проведение экспериментов и обобщение полученных данных.

Результаты исследования и их обсуждения. Этанол, экологически чистое топливо, производимое из биомассы, имеет высокий потенциал для замещения традиционного дизельного топлива. При смешивании этанола с дизельным топливом можно достичь улучшения характеристик сгорания, увеличивая эффективность двигателей и снижая уровень выбросов. Исследования показывают, что такие смеси способны снижать содержание сажи и окислов азота в выхлопах, что положительно сказывается на состоянии окружающей среды.

Актуальность применения альтернативных топлив на основе дизельного топлива и этанола подкрепляется также необходимостью перехода к устойчивым источникам энергии в условиях глобальной экономики. В этом контексте разработки, направленные на создание эффективных и безопасных технологий использования таких топлив, оказывают значительное влияние на развитие транспортной инфраструктуры и энергосистемы в целом. Введение альтернативных видов топлива не только способствует решению экологических проблем, но

и может стимулировать экономический рост благодаря созданию новых рабочих мест и поддержке местных производителей.

Отдельного внимания в данном случае заслуживает вопрос разработки стабильных топливных смесей, обладающих свойствами схожими с исходным дизельным топливом [8, 11, 12].

Нами разработана биоминеральная топливная смесь для двигателей внутреннего сгорания. Изобретение относится к топливам, в частности, к топливным композициям и смесям для дизельных двигателей.

Известно достаточно большое количество топливных композиций на основе смеси дизельного топлива и этанола.

Так, например, известна топливная композиция, содержащая от 50 % до 95 % нефтяного дизельного топлива и от 5 % до 50 % этанола. Топливная композиция также содержит от 0,6 % до 1 % присадок [1].

Недостатком данной топливной композиции является слабая пожарная безопасность. Наиболее близкой из рассмотренных к предложенной топливной смеси по технической сущности и достигаемому результату, является многокомпонентная биотопливная композиция на основе дизельного топлива с добавлением рапсового масла, этанола и присадок, содержащая, %, масс.: биоэтанол – 31,0; рапсовое масло – 34,5; цетанповышающая присадка ЭКОЦЕТАН – 0,5; алкенилсукцинимид – 0,5; дизельное топливо – до 100 [2].

Недостатком указанной топливной композиции также является слабая пожарная безопасность.

Целью нашей разработки является повышение пожарной безопасности топливной смеси.

Существенным отличием предлагаемой топливной смеси от всех, ранее известных решений, является введение в топливную композицию присадки МАКСОИЛ В3-02 на основе полиметакрилата в объеме – 2,0...3,0 %.

Преимущества предлагаемой биоминеральной топливной смеси обуславливаются следующими обстоятельствами.

Известно, что температура вспышки паров дизельного топлива, в первую очередь, определяет показатели его самовоспламеняемости, а, значит, показатели пожаробезопасности топлива, что, в конечном счете, определяет показатели надежной работы самого дизеля и надежно функционирования топливной инфраструктуры [3, 4].

В предлагаемой биоминеральной топливной смеси:

Дизельное топливо (до 100 %) является горючей фазой.

Этанол (10,0...25 %) служит для замены дизельного топлива альтернативным.

Сурепное масло (10,0...25 %) служит для замены дизельного топлива альтернативным.

Присадка МАКСОИЛ ВЗ-02 на основе полиметакрилата (2,0...3,0 %) служит для повышения стабильности топливной смеси и, одновременно, позволяет улучшить пожаробезопасные свойства топливной смеси.

Цифровые значения температуры вспышки паров биоминеральной топливной смеси на основе дизельного топлива с различным содержанием этанола, сурепного масла и присадки МАКСОИЛ ВЗ-02 представлены в таблице 1.

Как видно из данных таблицы, введение в биоминеральную топливную смесь присадки МАКСОИЛ ВЗ-02 (2,0...3,0) позволяет повысить температуру вспышки паров биоминеральной топливной смеси на 20...36 градусов, улучшая ее пожаробезопасные свойства.

Биоминеральная топливная смесь готовится следующим образом.

Готовят количество, кратное 100 г. Для этого нужное количество присадки МАКСОИЛ ВЗ-02 растворяют в этаноле, затем добавляют нужное количество дизельного топлива с предварительно добавленным нужным количеством сурепного масла и подвергают диспергированию.

Топливные смеси на основе дизельного топлива с различным содержанием этанола

Содержание этанола и сурепного масла в топливной смеси, %	Температура вспышки без присадки, °С	Температура вспышки с присадкой МАКСОИЛ ВЗ-02, °С	
		2,0 % присадки	3,0 % присадки
100% дизельного топлива	+ 52...54	-	-
10% этанола + 10% сурепного масла + 80% дизельного топлива	+ 64	+ 72	+ 78
25% этанола + 25% сурепного масла + 50% дизельного топлива	+ 72	+ 82	+ 90

Технико-экономическое обоснование предполагаемого изобретения заключается в возможности улучшения пожаробезопасных свойств биоминеральной топливной смеси, что позволяет повысить показатели

надежности работы самого дизеля и надежного функционирования топливной инфраструктуры.

Даная топливная композиция может быть использована как в готовом виде на двигателях внутреннего сгорания, так и быть приготовлена непосредственно на борту энергетического средства при помощи насос-дозаторов или смесителей [5–8], а также модернизации систем топливоподачи, например, по [9, 10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Топливная эмульсия. - Патент РФ № 2668225, МПК C10L 1/32.
2. Многокомпонентная биотопливная композиция. – Патент РФ № 2752565, МПК C10L 1/10.
3. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия.
4. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности.
5. Патент RU 167119 МПК C10J3/20 (2006.01). Заявл. 08.04.2016; опубл. 20.12.2016. – Бюл. № 35.
6. Патент № 144071 РФ, МПК F02M 25/022 (2006.01). Система для получения и подачи топливно-водной смеси в ДВС/ А.Л. Бирюков, Молин А.А.; заявл. 25.11.13; опубл. 10.08.2014. – Бюл. №22.
7. Патент № 2382229 РФ, МПК F02M25/022 (2006.01). Способ и устройство для получения и подачи топливно-водной смеси в ДВС / А. Л. Бирюков, В. А. Коптяев, С. Р. Ножнин. Заявл. 13.11.07; опубл. 20.02.10. – Бюл. № 5. – 5 с.
8. Бирюков, А. Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путем применения топливно-водных смесей: дисс.... канд. технич. наук / А. Л. Бирюков. –Санкт-Петербург, 2011 – 177 с.
9. Плотников, С. А. Исследование работы автотракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом / С. А. Плотников, П. Н. Черемисинов, А. Н. Карташевич, А. Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №1 (25) – С. 110–118.
10. Карташевич, А. Н. Перспектива применения возобновляемых источников энергии для автотракторной техники / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 286 – 290.
11. Плотников, С. А. Разработка технологий применения нетрадиционных топлив в дизелях / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, Е. Г. Зыков, Н. Ю. Кутергин // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 2 (141). – С. 7–18.
12. Плотников, С. А. Исследование эффективных показателей тракторного дизеля при работе на активированном топливе / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, М. В. Мотовилова // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2019. – №. 4 (127). – С. 179–186.

КЛУОНИС А. С.

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТИТАНА

Научный руководитель – ПЛОТНИКОВ С. А., д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,

Киров, Российская Федерация

Введение. Автоматизация в машиностроении сегодня требует повышенного внимания к показателю стойкости режущего инструмента, одновременно акцентируя внимание на применении технологий, бережно относящихся к ресурсам и окружающей среде [1–3].

Цель работы – исследовать концепцию разработки многослойного композиционного покрытия и определить требования к функциональным слоям.

Материалы и методика исследования. Основу составляют теоретические исследования.

Результаты исследования и их обсуждения. Учитывая специфику работы инструментов (трение, силовые и температурные нагрузки, адгезионные и диффузионные процессы, окисление), выделяются основные требования к покрытиям, которые можно сгруппировать следующим образом [4]:

- 1) Требования с учетом условий эксплуатации:
 - повышенная микротвердость [5];
 - минимальная адгезия покрытия к обрабатываемому материалу;
 - коррозионная и термическая устойчивость;
 - прочное сцепление с инструментальной основой;
 - высокая износостойкость в широком диапазоне температур и напряжений.
- 2) Требования к взаимодействию с инструментом:
 - сходство строения покрытия и материала инструмента;
 - оптимальные физико-механические характеристики;
- 3) Требования к реакции во время резания:
 - снижение тенденции к диффузионным реакциям при различных температурах и нагрузках.
- 4) Общие требования к покрытиям для режущих инструментов:
 - высокая плотность;
 - минимальные отклонения в толщине покрытия;
 - стабильные характеристики.

Для выполнения перечисленных требований необходимо решить ряд задач:

1) минимизация адгезии с обрабатываемым материалом за счет положительных значений изобарного потенциала на границе соприкосновения.

2) обеспечение прочного сцепления с инструментальной базой путем отрицательного изобарного потенциала в зоне взаимодействия.

3) поддержание рациональных параметров: микротвердости, состава, структуры, толщины покрытия и прочего.

Отмеченные требования невозможно полностью удовлетворить при использовании однослойных покрытий. Применение многослойных композиционных покрытий, обладающих способностью к пластической деформации и высокотемпературной ползучести, особенно актуально для прерывистого резания. На рисунке представлена схема многослойного покрытия.

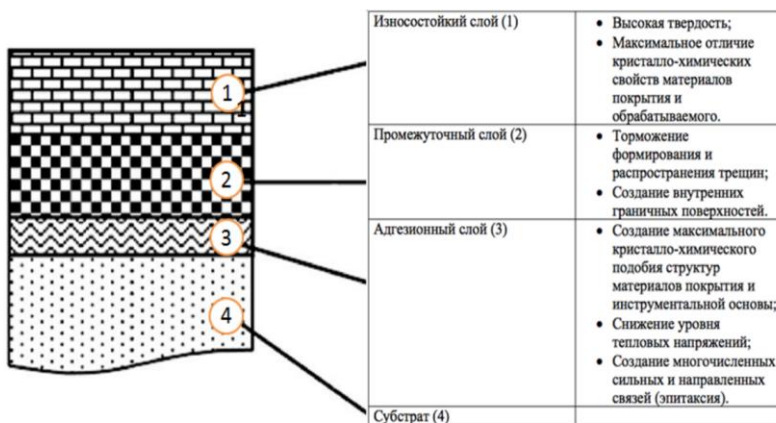


Рис. Схема многокомпонентного композиционного покрытия и требования к каждому из функциональных слоев: 1 – износостойкий слой; 2 – промежуточный (барьерный) слой; 3 – адгезионный подслой; 4 – субстрат (инструментальный материал) [6]

Адгезионный подслой (3) обеспечивает прочное сцепление с инструментальной основой за счет максимального сходства материалов. Промежуточный (барьерный) слой (2) препятствует образованию и развитию трещин, способствует формированию внутренних границ.

Износостойкий слой (1) характеризуется высокой твердостью и пассивностью к обрабатываемому материалу.

При выборе стратегии многослойного наноструктурированного покрытия, которое обладает износостойкостью, необходимо учесть, каким будет его состав. Этот состав должен быть выбран, учитывая требования, предъявляемые к инструментам, работающим в условиях прерывистого резания [6]. Особое внимание уделяется условиям концевой фрезерования. Следует рассмотреть ключевые факторы, влияющие на этот выбор:

- титановые сплавы обладают значительной вязкостью и ограниченной пластичностью. Они выделяются высоким коэффициентом упрочнения. Это приводит к выраженному тепловому воздействию в зоне резания, что, наряду с низкой теплопроводностью титана, создает дополнительные тепловые нагрузки на режущий инструмент.

- адгезионная активность титана представляет собой значительное препятствие в обработке, так как титановые сплавы склонны к прилипанию к инструментальному материалу. Для того чтобы уменьшить этот эффект, необходимо, чтобы на границе покрытия с обрабатываемым материалом наблюдался положительный изобарный потенциал реакции.

- химическая реактивность титана приводит к его взаимодействию с атмосферными газами, что сокращает площадь контакта стружки с передней поверхностью инструмента.

При операциях концевой фрезерования, важно учитывать, что силы резания варьируются по дуге контакта между зубом фрезы и заготовкой. Это обусловлено изменением сечения реза на зуб, что создает циклические изменения силовых и температурных нагрузок. Поэтому устойчивость к такому износу становится ключевым критерием при выборе материала покрытия.

Без применения COTS особую важность обретают термические свойства покрытия. Высокая теплостойкость становится критически важной, как и снижение коэффициента трения при высоких температурах.

Требования к покрытию для фрез, используемых при обработке титановых сплавов: обеспечение значительной теплостойкости, снижение адгезионной способности по отношению к обрабатываемым материалам, химическая инертность по отношению к титану, повышенная твердость и сопротивление абразивному износу, устойчивость эксплуатационных характеристик при воздействии переменных сил и тепло-

вых нагрузок, а также механических воздействий, минимизация коэффициента трения на фоне высоких температур [7].

Заключение. Указаны основные требования, касающиеся функциональности покрытых слоев. Практический опыт в производстве свидетельствует о том, что однослойные покрытия не способны в полной мере отвечать современным запросам к износостойкости. Именно по этой причине многокомпонентная композиционная архитектура покрытых материалов приобретает значительное преимущество и считается более подходящей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плотников, С. А. Определение периода стойкости режущих инструментов, участвующих в технологическом процессе механической обработки детали «Крыльчатка» / С. А. Плотников, А. С. Клуонис // Общество. Наука. Инновации (НПК-2024). – Киров: Вятский государственный университет, 2024. – С. 127–131.
2. Клуонис, А. С. Трибологические характеристики концевой твердосплавной фрезы с поверхностным покрытием TiAlN / А. С. Клуонис, С. А. Плотников // Механика и машиностроение. Наука и практика. – Санкт-Петербург: ИП Жукова Е.В., 2024. – С. 63–65.
3. Плотников, С. А. Методика испытаний концевых твердосплавных фрез при осевом нагружении / С. А. Плотников, А. С. Клуонис // Современные проблемы теории машин. – 2024. – № 17. – С. 139–141.
4. Верещака, А. С. Анализ основных аспектов проблемы совершенствования инструментальных материалов путем модификации их поверхностных свойств / А. С. Верещака А. С. // Вопросы механики и физики процессов резания и холодного пластического деформирования: сборник научных трудов Института сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины. Серия Г: Процессы механической обработки, станки и инструменты. – Киев, 2002. – С. 301–315.
5. Composition of the Hardened Surface of a Carbide Cutting Tool / S. A. Plotnikov, P. N. Cheremisinov, A. S. Kluonis, E. V. Kozlov // Russian Engineering Research. – 2024. – Vol. 44, No. 4. – P. 534–536.
6. Патент РФ № 2198243 Многослойнокомпозиционное износостойкое покрытие // Верещака А. А. и др. – 2003.
7. Клуонис, А. С. Обзор современных методов нанесения износостойких покрытий и их сравнительный анализ / А. С. Клуонис, С. А. Плотников // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 284–287.

ЛУПАШКО Н. О.

ОБЗОР СИСТЕМЫ ВПРЫСКА ТОПЛИВА COMMON RAIL

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Первый прототип системы впрыска Common Rail был разработан в далеких 60-х годах, но более плотно к конструированию этой системы приступили только в середине 90-х годов. Независимо друг от друга итальянская компания Fiat и японская фирма Denso начали быстрыми темпами дорабатывать систему Common Rail. Компания BOSCH быстро оценила перспективность и заманчивость данного проекта, она выкупила у Fiat патент на производство системы, дорабатывает ее и запускает в массовое производство. На сегодняшний день более 70 % новых дизельных автомобилей оснащены данной системой, и их доля постоянно растет. Сегодня почти каждый производитель двигателей, не зависимо от их размеров, использует систему впрыска Common Rail [1–4].

Свое название система получила от английских слов Common Rail, что переводится, как общая магистраль. Это аккумуляторная топливная система, которая накапливает топливо в рейке (общей магистрали) для нескольких циклов впрыска, тем самым сглаживает пульсации давления от работы ТНВД. Такая конструкция позволяет производить впрыскивание топлива в любой момент времени, точно дозировать количество впрыскиваемого топлива, время впрыскивания топлива, и все это никак не связано с положением коленчатого вала, как это было в старых конструкциях дизелей. Эта система впрыска позволяет во много раз сократить выбросы оксидов азота, выбросы твердых частиц (сажи), существенно сократить расход топлива при одновременном увеличении мощности двигателя.

Цель работы: обзор системы впрыска топлива Common Rail.

Основная часть. Конструктивно система Common Rail во многом похожа на систему многоточечного бензинового впрыска. Количество топлива, которое впрыскивается в цилиндр, определяется давлением и временем открытия распылителя форсунки. Управление форсункой производится ЭБУ (электронным блоком управления) автомобиля при помощи электромагнитного клапана, расположенного в верхней части форсунки (рисунок). Благодаря высокой скорости работы этого клапа-

на впрыск топлива осуществляется несколькими порциями: одна или несколько частей топлива впрыскивается предварительно, а уже следом происходит основной впрыск топлива. Благодаря такому многоступенчатому впрыску и высокому давлению сжатия топлива (от 250–1400 бар) двигатель работает «мягко», тихо, снижается нагрузка на рабочие узлы двигателя, достигается наиболее полное сгорание топлива, что ведет к снижению токсичности выхлопа.

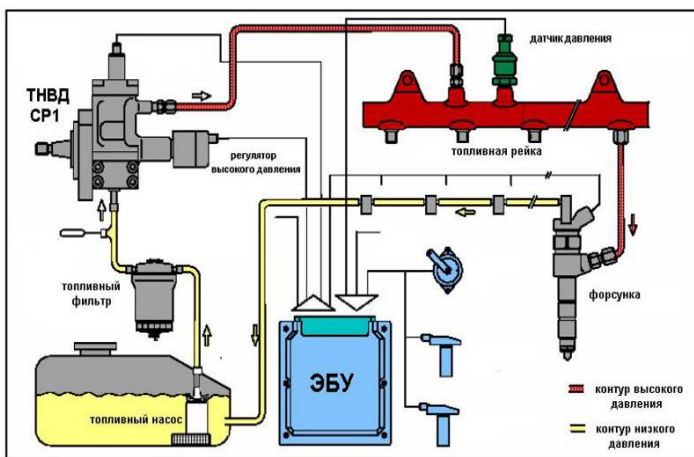


Рис. Система впрыска Common Rail

Рассмотрим устройство системы Common Rail. Эта система состоит из двух контуров: контур высокого давления, контур низкого давления.

Контур низкого давления отвечает за подачу топлива из бака, очистку (фильтрацию) топлива от различных примесей, подогрев топлива и возврат излишков топлива в бак.

Для подачи топлива из бака используется топливоподкачивающий насос. Топливоподкачивающий насос бывает электрический и механический, в некоторых автомобилях используется два вида насосов.

Электрический топливоподкачивающий насос может быть погружной (установлен в топливном баке) и подвесной (установлен в топливной магистрали).

Механический топливopодкачивающий насос в зависимости от конструкции двигателя приводится в действие распределительным валом или валом топливного насоса высокого давления.

Когда топливopодкачивающий насос не может создать необходимое давление для работы ТНВД, автомобиль перестает заводиться.

Также в контуре низкого давления находится устройство для предварительного подогрева и охлаждения топлива. Устройство это очень простое, так как энергия для подогрева и охлаждения топлива используется от охлаждающей жидкости автомобиля. Кроме того, подогрев и охлаждение топлива происходит за счет топлива, находящегося в баке. Для непрерывной работы двигателя топливopодкачивающий насос должен качать топливо в большем объеме, чем требуется, а лишнее топливо при помощи клапана сбрасывается обратно в бак. Под действием давления сжатия в ТНВД топливо сильно разогревается и при попадании его обратно в бак подогревает находящееся там топливо. А летом такой же процесс снижает температуру топлива, поступающего в топливную систему. Поэтому очень важно, чтобы летом в баке было достаточно топлива. Из-за повышенной температуры топлива очень часто происходят поломки топливopодкачивающих насосов, появляются течи ТНВД.

Следующим элементом контура низкого давления является топливный фильтр. Этой запчасти дизельного автомобиля следует уделять большое внимание. Ни в коем случае нельзя экономить на качестве топливного фильтра. Следует покупать только фильтры известных марок, таких как BOSCH, KNECHT, DELPHI и т.д. Данные производители гарантируют фильтрацию топлива до 2-микрон. От степени фильтрации топлива очень сильно зависит работа дизельного двигателя, так как неотфильтрованные частицы, находящиеся в топливе, действуют, как абразивный материал и «убивают» все элементы дизельной системы с огромной скоростью. На автомобиль с системой Common Rail губительно действует крашеное топливо, загрязненное топливо, вода в топливе. Все это ведет к преждевременным поломкам системы. При низких температурах на улице топливо становится более густым, и забитый топливный фильтр может способствовать остановке двигателя в самый неподходящий момент.

В контуре высокого давления происходит сжатие топлива до необходимого давления, иногда достигающего 1800 бар, продвижение топлива к форсункам и впрыск топлива в цилиндры.

Сжатие топлива до нужного давления производится в топливном насосе высокого давления (ТНВД). ТНВД представляет собой радиально-поршневой насос, который в зависимости от устройства двигателя может приводиться в действие от распределительного вала или от ремня ГРМ. Топливные насосы высокого давления системы Common Rail очень надежны и выходят из строя достаточно редко. Основными неисправностями этих ТНВД является механический износ деталей вследствие попадания в насос недоброкачественного топлива или воды, а также течь уплотнительных резинок и сальников. При попадании в насос грязи или недоброкачественного топлива насос «умирает» практически сразу или начинает гнать стружку (мельчайшие частички металла, появившиеся вследствие механического износа частей ТНВД и другие инородные части). Стружка циркулирует по всей топливной системе, с огромной скоростью изнашивает регулятор давления топлива, форсунки, топливную рейку и все соприкасающиеся с топливом детали. Так как излишки топлива через обратку попадают в бак, происходит загрязнение бака этой стружкой и избавиться на 100 % от нее можно только полной заменой топливной системы.

В зависимости от конструкции системы давление в топливной рейке регулируется регулятором высокого давления топлива или регулятором низкого давления топлива. Регулятор высокого давления и низкого давления может быть установлен на ТНВД или на топливной рейке. В современных автомобилях может использоваться несколько регуляторов давления топлива в разных комбинациях. Регулятор давления топлива представляет собой электромагнитный клапан быстрого действия с запорным клапаном, через который производится сброс лишнего давления. Регулятор давления топлива управляется электронным блоком управления двигателя, ЭБУ при помощи силы тока, подаваемого на электромагнит, регулирует открытие или закрытие запорного клапана, тем самым снижая или повышая давление в системе. При использовании недоброкачественного топлива или при наличии стружки в топливе происходит износ запорного клапана регулятора давления, и регулятор уже не в состоянии держать необходимое давление, машина начинает глохнуть при нажатии на педаль газа, а позже перестает заводиться. Также ведет себя машина и при загрязнении сеточки регулятора давления. Мойка регулятора давления топлива в ультразвуковой ванне дает либо кратковременный эффект, либо не дает вообще. Снимать (срезать) эту сетку нельзя, так как без нее регулятор «умирает» в несколько раз быстрее. Чаще всего после всех манипуля-

ций с мойкой и чисткой регуляторов давления люди покупают новый регулятор давления топлива.

Еще одним элементом топливной системы впрыска Common Rail является топливная рейка. Рейка служит для накопления топлива, на ней может быть установлен:

- регулятор давления топлива;
- клапан аварийного сброса давления;
- датчик регулировки давления.

Клапан аварийного сброса давления запирается жесткой пружиной и сбрасывает давление топлива, если по какой-то причине давление превысило допустимый предел, чтобы избежать разрыва топливной рейки.

Датчик давления фиксирует изменения давления в рейке и передает эту информацию в электронный блок управления. При отсутствии сигнала с датчика давления топлива автомобиль завести невозможно.

Заключение. Как уже отмечалось выше, использование в дизелях системы питания Common Rail вместо классической системы питания дает ощутимый прирост мощности, экологичности и экономичности двигателю. Уменьшение расхода топлива, выброса вредных веществ, шума. Наряду с повышением динамических показателей достигается возможностью компьютерного управления всеми процессами впрыска, что невозможно осуществить в традиционных системах питания, даже самых сложных и совершенных.

Система подачи дизельного топлива Common Rail на сегодняшний день считается одной из наиболее надежных, применяемых в силовых агрегатах современных автомобилей и тракторов. Однако ее долговечность и качество эксплуатационных параметров зависит от соблюдения правил эксплуатации и своевременного выполнения регламента технического обслуживания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – 137 с.
2. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – 322 с.
3. Лупиченко, Д. В. Анализ оборудования для диагностирования топливной аппаратуры Common Rail / Д. В. Лупиченко, В. И. Коцуба // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 132–134.
4. Разработка мероприятий по охране труда при постановке на хранение сельскохозяйственных машин, агрегатов и оборудования: рекомендации / А. С. Алексеев, В. Н. Босак, В. В. Талашов, М. В. Цайц. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.

МАКОЕД К. И.

**ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПУСКА
ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ
ТЕМПЕРАТУРАХ**

*Научный руководитель – ГОРДЕЕНКО А. В., канд. техн. наук, доцент
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь*

Введение. Пусковые качества дизелей значительно хуже, чем бензиновых двигателей. В условиях низких температур вязкость дизельного топлива увеличивается, что вызывает затруднения в качественном его распылении и полном сгорании. Низкая текучесть моторного масла повышает сопротивление между трущимися поверхностями. При температуре ниже -10°C холодный запуск дизельного двигателя будет затруднен; при температуре ниже -40°C он вообще не запустится без принятия некоторых мер по запуску при низких температурах.

При отрицательных температурах окружающего воздуха надежный пуск дизеля можно получить только при создании в цилиндрах условий, обеспечивающих как устойчивое воспламенение топлива, так и необходимую величину крутящего момента, достаточную для разгона дизеля после пускового устройства [1–4].

Организация «холодного пуска» (пуск непрогретого двигателя в условиях пониженных температур окружающего воздуха) всегда требует дополнительного оборудования, а его осуществление всегда сопровождается сокращением моторесурса, перерасходом топлива, повышенными выбросами токсичных компонентов.

Цель работы – обзор методов уменьшения негативного воздействия отрицательных температур на пусковые свойства дизелей.

Результаты и методика исследования. Работа двигателей в условиях низких температур имеет ряд особенностей, обусловленных как непосредственным снижением температуры воздушного заряда, поступающего в двигатель, так и снижением его общего теплового состояния. На функционировании двигателя и его систем сказывается также изменение физических свойств топлива. Одно из важнейших требований к качеству дизельного топлива – легкая прокачиваемость при различных температурах окружающей среды. Это качество определяется вязкостью и температурой застывания топлива, вязкость дизельного топлива зависит от температуры (табл. 1).

Таблица 1. Зависимость кинематической вязкости дизельного топлива от его температуры

Дизельное топливо	Кинематическая вязкость, мм ² /с при температуре			
	плюс 20°С	0°С	минус 10°С	минус 20°С
Летнее	6.36	12.94	20.59	50,92
Зимнее	4.26	В 36	12.43	20,6

При пуске холодного двигателя, за счет усиленного теплообмена между воздушным зарядом и стенками цилиндра, повышение температуры сжимаемого воздуха замедляется, а, следовательно, ухудшаются условия самовоспламенения топлива. Кроме того, впрыск холодного топлива в камеру сгорания приводит к увеличению поверхностного натяжения и кинематической вязкости капель. Это сказывается на том, что увеличивается масса, и кинетическая энергия каждой капли, уменьшается суммарная сила их аэродинамического торможения. В результате интенсивность торможения капель уменьшается, и лишь небольшая часть цикловой подачи оказывается взвешенной в объеме факела. Все это приводит к тому, что увеличивается время на прогрев, испарение и воспламенение топлива, и как следствие происходит нарушение процесса горения и повышается жесткость работы двигателя.

Предельная температура пуска дизельного двигателя в первую очередь зависит от режимов запуска двигателя, которые определяются вязкостно-температурными характеристиками моторного масла и эффективностью пусковой системы, т.е. – частоты прокручивания коленчатого вала. Эта частота у «холодного» дизеля снижается, так как растёт сопротивление прокручиванию вала, в результате уменьшается давление и температура сжимаемого воздуха, что не дает возможности достичь необходимой температуры для самовоспламенения топлива, величина которой возрастает с понижением давления в камере сгорания (табл. 2).

Таблица 2. Зависимость температуры самовоспламенения от давления среды

Давление среды, МПа	0,3	0,9	1,5	3
Температура самовоспламенения, °С	400	262	222	210

На пусковых режимах, в зависимости от частоты вращения коленчатого вала, давление в конце такта сжатия достигает 1,5–2,5 МПа. При таком давлении температура самовоспламенения дизельного топлива 215...220 °С. Однако, для обеспечения устойчивого воспламе-

ния впрыскиваемого топлива с небольшим периодом задержки, температура в конце такта сжатия должна составлять $300 \dots 345 \text{ }^{\circ}\text{C}$ [1, 2]. Как видно из диаграммы, представленной на рис. 1 при температуре окружающей среды -20 и -10°C эта температура может быть достигнута при пусковой частоте вращения вала 350 и 200 мин^{-1} соответственно [3]. Но такие относительно высокие частоты вращения при пуске негативно влияют на двигатель, ведь масло еще холодное и густое. В результате этого увеличивается износ деталей и снижается рабочий ресурс двигателя.

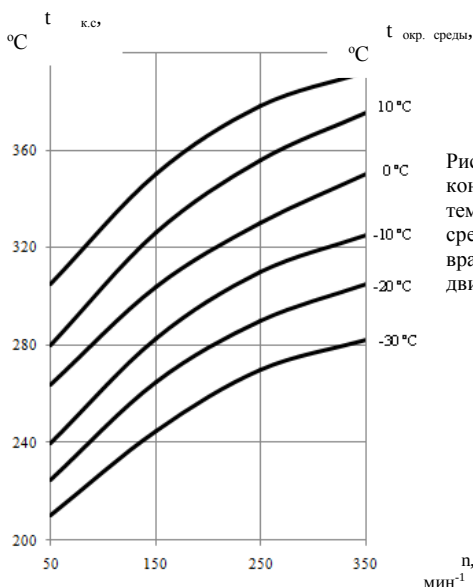


Рис. 1. Зависимость воздуха в конце такта сжатия ($t_{\text{к.с.}}$) от температуры окружающей среды ($t_{\text{окр. среды}}$) и частоты вращения коленчатого вала (n) двигателя

Температура в конце такта сжатия определяется в первую очередь температурой в конце такта впуска (рис. 1), что указывает на большую целесообразность предварительного разогрева воздуха, поступающего в цилиндры при пуске холодного дизельного двигателя. Температура и давление в камере сгорания в конце такта сжатия в большей степени зависят от частоты вращения коленчатого вала и связанными с ними утечками воздуха через зазор между поршневым кольцом и зеркалом цилиндра.

Таким образом, к основным причинам затруднения пуска холодного дизельного двигателя можно отнести следующие:

1. низкая температура воздушного заряда;

2. увеличенная вязкость масла по причине чего увеличивается противодействие проворачиванию коленчатого вала;

3. смещение в худшую сторону критерия распыления дизельного топлива;

4. повышение отдачи тепла в стенки цилиндра ДВС;

5. потеря доли воздушного заряда.

Заключение. С целью снижения отрицательного воздействия низких температур на пусковые свойства дизелей необходимо применять разнообразные меры, наиболее существенными из которых являются:

– средства подогрева воздуха на впуске (свечи подогрева впускного воздуха, электрофакельные подогреватели);

– средства улучшающие низкотемпературные свойства дизельного топлива (депрессорные присадки, подогреватели топлива);

– средства колоризаторного воспламенения топлива (свечи накаливания);

– пусковые приспособления для впрыскивания легковоспламеняющихся пусковых жидкостей;

– средства улучшения пусковых качеств дизеля (декомпрессионный механизм, устройства, изменяющие фазы газораспределения и угол опережения подачи топлива при пуске);

– пусковые устройства повышенной мощности (электростартеры повышенной мощности и внешние источники электроэнергии).

В некоторых случаях целесообразно увеличивать пусковую подачу топлива до 1,5–2 раз превышающую подачу топлива номинальном режиме. Сочетание оптимальных вариантов из вышеперечисленного позволяет облегчить пуск дизельного двигателя при низких температурах окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеенко, А. В. Улучшение низкотемпературных свойств дизельного топлива / А. В. Гордеенко, В. А. Белоусов, В. Г. Костенич // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 246–252.

2. Карташевич, А. Н. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка, А. В. Гордеенко. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 421 с.

3. Суранов, Г. И. Предпусковая подготовка двигателя зимой / Г. И. Суранов // Автомобильный транспорт. – 1987. – № 3.

4. Улучшение пусковых качеств автотракторных дизелей в зимний период эксплуатации / А. Н. Карташевич, Г. М. Кухаренок, А. В. Гордеенко, Д. С. Разинкевич. – Горки: БГСХА, 2005–172 с.

ОШМАРИН А. А.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ
ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ В РАЗРАБОТКЕ
ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДВС**

*Научный руководитель – ПЛОТНИКОВ С. А., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация*

Введение. Цифровые двойники (ЦД) стали неотъемлемой частью современных разработок в области двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Они позволяют проводить виртуальные испытания, оптимизировать конструкцию и прогнозировать эксплуатационные характеристики, сокращая время и стоимость разработки. Ключевую роль в создании ЦД играют специализированные программные комплексы, обеспечивающие математическое моделирование физико-химических процессов, тепломассообмена, газодинамики и механики [1–5].

Цель работы – анализ возможностей российских программных комплексов в разработке цифровых двойников ДВС, включая оценку их функциональности, ограничений и преимуществ.

Материалы и методика исследования. Основным являются поисковые исследования.

Результаты исследования и их обсуждения. Долгое время доминирующее положение на рынке занимали зарубежные продукты, такие как ANSYS Fluent, GT-Power, AVL FIRE и COMSOL Multiphysics. Однако в условиях необходимости импортозамещения и повышения технологической независимости России акцент смещается на отечественные решения. Среди них выделяются: Engee – облачная платформа для моделирования энергетических систем, включая инструменты для анализа рабочих процессов ДВС, Дизель-РК – программа для расчёта термодинамических циклов и оптимизации дизельных двигателей. FlowVision – CFD-пакет, применяемый для моделирования газодинамики в камерах сгорания, ЛОГОС – многофункциональный комплекс для многодисциплинарного моделирования.

Эти решения соответствуют российским стандартам и активно внедряются в промышленность и научные исследования.

Платформа Engee представляет собой уникальное решение для создания цифровых двойников, основанное на облачных вычислениях и интеграции данных в реальном времени. Ее архитектура позволяет:

- автоматизированную калибровку моделей с использованием данных с датчиков, установленных на реальных двигателях. Например, алгоритмы машинного обучения, встроенные в модуль EngEE Engine, корректируют параметры модели на основе отклонений между экспериментальными и расчетными значениями давления в цилиндре.

- тестирование альтернативных сценариев, таких как переход на водородно-топливные смеси или биотопливо. Платформа предоставляет библиотеку параметризованных моделей, что сокращает время настройки.

- удаленный мониторинг и прогнозную аналитику. EngEE поддерживает подключение к IoT-платформам, что актуально для цифровых двойников судовых ДВС, где критична диагностика износа в условиях длительной эксплуатации.

Программный комплекс Дизель-РК специализируется на моделировании рабочих процессов дизельных и газовых двигателей. Его ключевые функции в контексте цифровых двойников:

- расчет параметров цикла с учетом нестационарных режимов. Например, алгоритм решения системы уравнений энерго- и массообмена позволяет прогнозировать динамику изменения температуры газов при резком изменении нагрузки.

- оптимизация эмиссии вредных веществ. Модуль эмиссии в Дизель-РК использует полуэмпирические модели образования NO_x и сажи, калиброванные под российские стандарты топлива (например, ГОСТ 32511-2013).

- совместимость с экспериментальными данными. Программа поддерживает импорт CSV-файлов с результатами стендовых испытаний, что упрощает верификацию моделей.

CFD-пакет FlowVision применяется для детального анализа процессов в камере сгорания. Его особенности:

- адаптивные сетки, позволяющие увеличивать разрешение в зонах высоких градиентов (например, у форсунок). Это снижает погрешность расчета скорости впрыска до 1–2 %.

- модели турбулентности (SST k- ω , LES), которые критичны для прогноза неравномерности смесеобразования в быстроходных двигателях.

- интеграция с системами автоматизированного проектирования (CAD). Поддержка форматов STEP и IGES ускоряет перенос геометрии цилиндра из CAD-системы в расчетную модель.

Комплекс ЛОГОС обеспечивает сопряжение CFD-расчётов с прочностным и тепловым анализом. Его применение включает:

- термоупругую модель блока цилиндров. Алгоритмы ЛОГОС рассчитывают деформации под действием тепловых нагрузок, что необходимо для прогноза зазоров в подвижных соединениях.

- анализ усталостной прочности. На основе данных FlowVision о давлении газов программа прогнозирует ресурс шатунных болтов с учетом цикличности нагрузки.

Преимущества отечественных комплексов:

1. Локализация: Адаптация под ГОСТы (например, нормы эмиссии ГОСТ Р 58489-2019).

2. Экономия: Лицензии в 2–4 раза дешевле зарубежных аналогов (ANSYS, GT-Power).

3. Гибкость: Возможность кастомизации под требования предприятий (например, интеграция Engee с АСУ ТП).

Заключение. Отечественные программные комплексы демонстрируют высокий потенциал для разработки цифровых двойников ДВС. Их ключевые преимущества – адаптация к российским технологическим требованиям, модульность и экономическая доступность.

Переход на отечественное ПО не только решает задачи импортозамещения, но и открывает новые возможности для инноваций в области двигателестроения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Engee [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://start.engee.com/>. — Дата обращения: 10.03.2025.

2. Официальный сайт Дизель-РК [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://diesel-rk.ru/Rus/>. — Дата обращения: 10.03.2025.

3. Официальный сайт Российский программный продукт Логос [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://logos.plm-ural.ru>. — Дата обращения: 10.03.2025.

4. Руководство пользователя FlowVision [Электронный ресурс] // TESIS. Режим доступа: <https://tesis.com.ru/flowvision>. — Дата обращения: 10.03.2025.

5. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication / M. Grieves. — 2014.

ПЛЕХОВ Д. В.

**ОБЗОР УЛУЧШЕНИЯ ВРЕМЕНИ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ
ТОПЛИВА ДВИГАТЕЛЯ Д-245.5S2**

*Научный руководитель – ПЛОТНИКОВ С. А., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация*

Введение. Дизельные двигатели играют ключевую роль в различных отраслях, включая сельское хозяйство, строительство и транспорт. Однако их работа зависит от невозобновляемых ресурсов, таких как нефть, что делает поиск альтернативных видов топлива одной из приоритетных задач современной науки. Ученые активно исследуют возможности использования биотоплив, включая смеси на основе растительных масел и спиртов. Такие топлива не только снижают зависимость от ископаемых ресурсов, но и обладают экологическими преимуществами [1–8].

В данной работе изучались пусковые характеристики трактора Беларусь-922 с двигателем Д-245.5S2 на многокомпонентных топливах с добавлением рапсового масла и этанола. Основной задачей было улучшение пусковых характеристик двигателя, особенно в условиях низких температур, где традиционные дизельные топлива демонстрируют сниженную эффективность. Для этого применялось устройство для предварительного подогрева топлива перед форсунками, что позволило снизить вязкость смесей и улучшить их воспламеняемость.

Цель и задачи исследования – обзор современных методов повышения пусковых характеристик автотракторных двигателей.

Рассмотрим мы как улучшение непосредственно конструкции двигателя, так и изменение состава топлива.

Материалы и методы. Основными методами следует считать теоретические расчеты, практические лабораторные эксперименты и полевые испытания непосредственно дизельных двигателей.

Результаты исследования и их обсуждение. Использование дизельных двигателей связано с высокой зависимостью от нефтяных ресурсов, которые являются невозобновляемыми. Кроме того, сжигание традиционного дизельного топлива приводит к выбросам вредных веществ, что негативно влияет на экологию. В связи с этим поиск альтернативных видов топлива, таких как смеси на основе растительных масел и спиртов, становится все более актуальным. Однако их приме-

нение ограничено из-за различий в физико-химических свойствах, таких как повышенная вязкость и плотность, что затрудняет пуск двигателя, особенно в холодное время года.

В Европе уже активно используются биодизельные топлива, такие как B5 (95 % ДТ + 5 % биодизеля) и B100 (100 % биодизеля). Эти топлива производятся на основе метилового эфира рапсового масла и обладают экологическими преимуществами. Однако их применение требует модификации двигателей и дополнительных мер, таких как подогрев топлива, для улучшения пусковых характеристик.

В таблице представлены три состава используемых топлив и результаты показаний времени воспламенения на разных температурах подогрева.

Значения времени воспламенения на разных составах в зависимости от температуры предварительного подогрева

БЕЛАРУС - 922, ДТ - 100%				БЕЛАРУС - 922, ДТ - 70%, РМ - 15%, Э - 15%				БЕЛАРУС - 922, ДТ - 50%, РМ - 25%, Э - 25%			
Температура подогрева, °С	n, об/мин	Время опыта, с	Среднее арифметическое время, с	Температура подогрева, °С	n, об/мин	Время опыта, с	Среднее арифметическое время, с	Температура подогрева, °С	n, об/мин	Время опыта, с	Среднее арифметическое время, с
14,8	850	3,5	3,075	15,1	850	3,2	3,125	15,2	850	3,6	3,6
	850	3,2			850	3,2			850	3,4	
	850	2,8			850	3,3			850	3,8	
	850	2,8			850	2,8			850	3,3	
98,5	850	1,8	2,133333	102	850	3	2,833333	101	850	3,1	3,1
	850	2,3			850	2,7			850	2,9	
	850	2,3			850	2,6			850	3,7	
	850	1,4			850	2,5			850	3,7	
151,5	850	1,8	1,6	153	850	2,6	2,566667	151,9	850	3,5	3,633333
	850	1,8			850	2,6			850	3,5	
	850	1,9			850	2,6			850	2,8	
	850	1,6			850	2,5			850	2,5	
204	850	1,3	1,6	198	850	2,3	2,466667	203	850	2,6	2,633333
	850	2,2			850	2,4			850	2,4	
	850	1,4			850	2,3			850	2,7	
	850	1			850	2			850	2,6	
253	850	1,4	1,533333	252	850	2,3	2,233333	252	850	2,7	2,566667
	850	1,4			850	2,3			850	2,7	
	850	1,4			850	2,3			850	2,7	
	850	1			850	2			850	2,6	

Для улучшения пусковых характеристик использовалось устройство для предварительного подогрева топлива перед форсунками (рисунк). Подогрев осуществлялся с помощью электрического фена, который позволял достичь температуры топлива до $250 \pm 10^\circ\text{C}$. В ходе экспериментов измерялись время пуска двигателя, стабильность работы и иные параметры.

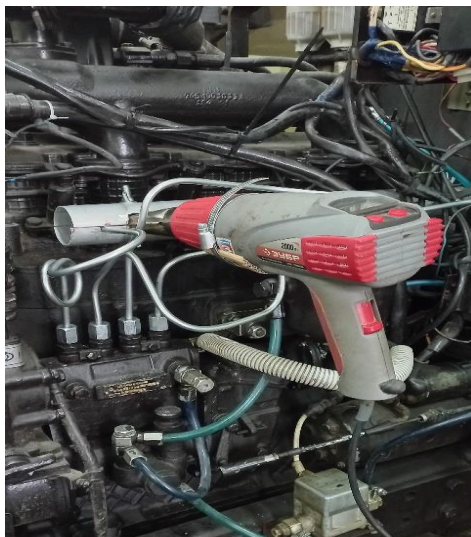


Рис. Устройство предварительного подогрева топлива

Исследования и показали, что добавление РМ и Э в дизельное топливо увеличивает его кинематическую вязкость и плотность. Это требует применения предварительного подогрева для улучшения пусковых характеристик. Подогрев топлива в пределах 250°C ускоряет процесс сгорания, снижает время воспламенения и уменьшает жесткость работы двигателя.

Наиболее эффективным оказался состав 70 % ДТ + 15 % РМ + 15 % Э, где время пуска без подогрева составляло 3,13 с, а с подогревом – 1,54 с. Наименее эффективным показал себя состав 50 % ДТ + 25 % РМ + 25 % Э, где время пуска без подогрева достигало 3,6 с, а с подогревом – 2,57 с. Это можно связать с повышенной вязкостью смеси из-за высокого содержания РМ, что требует более продолжительного прогрева.

Графики и данные экспериментов подтверждают, что, подогрев топлива значительно улучшает пусковые характеристики двигателя. Наблюдается ускорение начала тепловыделения, уменьшение скорости нарастания давления и снижение жесткости работы двигателя. Это делает его работу более стабильной и эффективной, особенно в условиях низких температур.

Заключение. Многокомпонентные топлива на основе ДТ, РМ и Э имеют высокий потенциал для применения в дизельных двигателях.

Добавки РМ и Э увеличивают вязкость и плотность топлива, что требует применения подогрева для улучшения пусковых характеристик.

Подогрев топлива до 250°C обеспечивает устойчивый пуск двигателя и сокращает время пуска в 1,5–2 раза.

Наиболее эффективным составом является 70 % ДТ + 15 % РМ + 15 % Э, который демонстрирует характеристики, близкие к чистому дизельному топливу.

Использование многокомпонентных топлив с подогревом позволяет снизить зависимость от ископаемых ресурсов и улучшить экологические показатели работы двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузиков, Ш. В. Влияние начальной температуры топлива на характеристики топливоподачи и период задержки воспламенения в дизеле / Ш. В. Бузиков // Концепт. – 2014. – № 10. – С. 6–10.
2. Исследование свойств новых топлив для автотракторной техники / С. А. Плотников, Г. Э. Заболотских, П. Я. Кантор, М. Н. Втюрина // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48345255>.
3. К вопросу обеспечения надежного пуска дизельных двигателей в условиях низких температур / М. Ю. Манзин, А. А. Заикин, С. В. Рослов, В. В. Иванов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2017. – № 3(55). – С. 88–94.
4. Козлов, А. А. К вопросу о повышении эффективности пуска дизеля / А. А. Козлов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2018. – Т. 15, № 5 (63). – С. 650–659.
5. Патрахальцев, Н. Н. Применение легковоспламеняющейся жидкости для повышения эффективности холодного пуска дизеля / Н. Н. Патрахальцев, П. П. Ощепков, И. С. Мельник // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36513869>.
6. Плотников, С. А. Исследование составов и способов подачи новых топлив с добавками сурепного масла в дизель / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, Г. Э. Заболотских // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50381870>.
7. Плотников, С. А. Оценка показателей процесса сгорания и тепловыделения в дизеле с предварительным подогревом топлива / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, М. В. Мотовилова // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46593874>.
8. Плотников, С. А. Теоретические предпосылки применения многокомпонентных биотопливных композиций в дизеле / С. А. Плотников, А. И. Шипин // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=65602505>.

ПОПОВ Н. Е., КРАПИВИН В. С.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ
КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Научный руководитель – БИРЮКОВ А. Л., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия имени Н.В. Верещагина», Вологда, Российская Федерация*

Введение. В настоящее время активно внедряется использование компьютерного зрения во все сферы деятельности. Огромный потенциал имеет его использование и в агропромышленном комплексе.

Цель работы – сформировать и обобщить перспективы применения машинного зрения в сельском хозяйстве.

Материалы и методика исследования. Ведущим методом являлся анализ.

Результаты исследования и их обсуждения. Компьютерное зрение (Computer Vision, CV) – область искусственного интеллекта, занимающаяся анализом и интерпретацией визуальной информации [1]. Визуальная информация включает в себя фото- и видеоизображения, их можно получить с помощью камер, сенсоров или захвата изображения на экране дисплея, чаще при помощи программного обеспечения. Дисциплина компьютерного зрения включает в себя методы, позволяющие компьютерам «видеть» и извлекать информацию из изображений и видео, что позволяет им идентифицировать и классифицировать объекты, а также принимать решения на основе визуальных данных.

Компьютерное зрение может применяться для классификации объектов по категориям, определять их количество и местоположение на изображении, анализа отдельных аспектов объектов (например, лиц людей, для установления их личности), определения перемещения объектов со временем на видеоряде, распознавания символов и текста [4].

Для реализации CV используются различные технологии, такие как:

1. Машинное обучение (ML), глубокое обучение (DL) – система обучается на большом объеме данных (в основном с метками) [9], выявляя признаки объектов для их дальнейшей классификации;

2. Сверточные нейронные сети (CNN) – архитектуры нейросетей, специально разработанные для обработки изображений и позволяющие добиться высокой точности в распознавании объектов;

3. Алгоритмы обработки изображений – используются для преобразования изображений в цифровую форму (например, сериализация данных или преобразование в цифровую матрицу), что позволит лучше извлекать важные элементы из визуальной информации.

В одной из статей мы уже рассматривали принцип работы машинного обучения, в этот раз вкратце обратим внимание на сверточные сети, являющиеся важным компонентом компьютерного зрения. В качестве примечания отмечу, что для простейших программ, использующих изображения в градациях серого и применяющихся для распознавания, например, белых фигур на чёрном фоне, применять CNN необязательно, так как с задачей классификации достаточно хорошо может справиться метод опорных векторов [9], однако в таком случае точность будет ниже.

Свёрточные нейронные сети (Convolutional Neural Network, CNN) – алгоритм, которые принимают входное изображение и может присвоить определённые веса (weight и bias) аспектам или объектам изображения и, как итог, отличить одно от другого. Также CNN отличается от других алгоритмов более низким временем предварительной обработки входных данных. Архитектура свёрточных сетей напоминает структуру связей нейронов человека в районе зрительной коры головного мозга, и действует по схожему принципу – отдельные нейроны реагируют на стимулы только в некоторой области поля зрения, также известного как перцептивное поле. Множество перцептивных полей перекрывается, полностью покрывая поле зрения CNN [5].

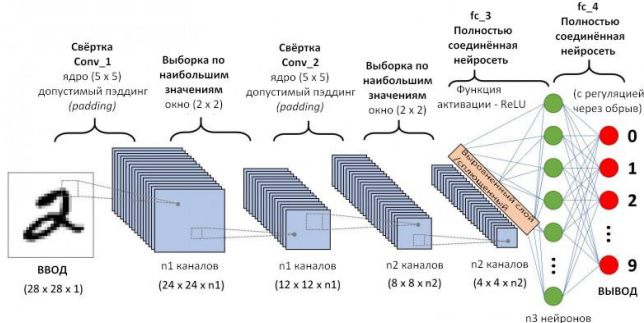


Рис. 1. Общее представление свёрточной нейросети

Особенность CNN – возможность с успехом схватывать пространственные и временные зависимости через применение определённых фильтров, постепенное сокращение числа задействованных парамет-

ров через процесс свертки и возможность повторного использования весов, что позволяет научить сеть лучше понимать сложность изображения через приведение в форму, в которой входные данные проще обрабатывать, но при этом признаки в процессе не теряются, что также позволяет масштабировать свёрточные сети для массивных наборов данных.

В качестве входа на CNN обычно поступает изображение, у которого есть три «пространственных» вектора – длина, ширина, цветовые каналы. Длина и ширина измеряются в пикселях. Для цветовых пространств RGB или HSV количество каналов будет равно трем (значения «красный, синий, зелёный» для RGB и значения «тон, насыщенность, значение (яркость)» для HSV). Для оттенков серого «глубина» изображения будет равна одному, и в таком случае можно работать только со значениями по длине и ширине.

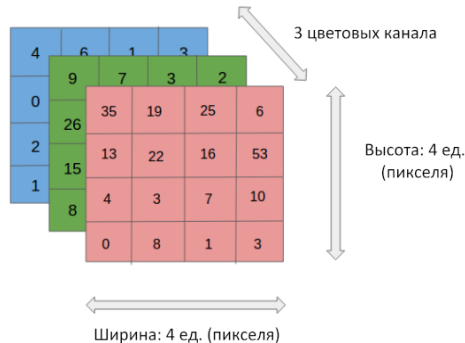


Рис. 2. Изображение в пространстве RGB, 4x4x3

Ядро – фильтр, представляющий из себя матрицу, участвующий в процессе свертки, и всегда меньше, чем входная матрица значений. Ядро K «перемещается» по входному изображению I , чаще с шагом, равным 1, и производит сверточную матрицу O , являющуюся выводом операции свёртки, путём умножения ядра на часть изображения, которую оно пересекает в данной итерации. Ядро начинает свой «путь» в верхней левой части матрицы изображения и перемещается вправо, а затем смещается в самое начало и на одну единицу высоты вниз. При этом во входную матрицу могут добавлять зазор (пэддинг, padding), в зависимости от размеров матриц и архитектуры используемой сети. Увеличенная таким образом размерность в матрице заполняется нуля-

ми. Допустимым зазором называется ситуация, когда результат свёртки по размерности равен размерности ядра.

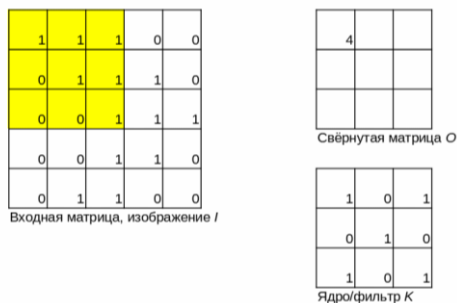


Рис. 3. Общий вид свёрточного процесса

Для более наглядного представления вариаций свертки можно посетить веб-ресурс с соответствующими анимациями [6, 7].

Благодаря свертке можно извлечь различные признаки, такие как края изображения, низкоуровневые признаки вроде ориентации градиента на изображении, цвета, кромок. При этом разбиение изображения на несколько сверток позволяет извлекать более высокоуровневые признаки.

Дальше происходит объединение по среднему или максимальному значению по принципу, подобному свёртке, таким образом результат снова будет меньше, чем вход. Объединение по максимальному значению, помимо уменьшения размерности, выполняет функцию шумоподавления, в то время как среднее объединение справляется с подавлением шумов гораздо хуже, просто снижая размерность.

Затем в сеть вводят полносвязный слой, на выходе слоя свёртки, для обучения нелинейным комбинациям высокоуровневых признаков. Изображение сглаживается в вектор-столбец, что аналогично сериализации данных, и затем такая матрица подаётся на полностью соединённую нейронную сеть, в которой происходит обучение по выделенным признакам. Как итог, в зависимости от функции активации и задачи нейросети, мы получаем вывод в виде классификации изображения по признакам, идентификации определённых признаков или их комбинации, и т. д.

Заключение. Перспективы применения данной технологии в сельском хозяйстве довольно обширны, и включают в себя мониторинг

здоровья растений, обнаружение плодов и автоматизацию сбора урожая, сбор и анализ данных о состоянии посевов и животных, например, включая наблюдение за активностью и поведением животных, что может позволить сделать выводы об их здоровье; более точное применение, включая автоматическое, удобрений и пестицидов. Интеграция компьютерного зрения в сельское хозяйство позволит как повысить эффективность производства, так и устойчивость в борьбе с вредителями и болезнями [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Зуйкова, А. Что такое компьютерное зрение и где его применяют / А. Зуйкова [Электронный ресурс] // РБК Тренды. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/>. – Дата обращения: 12.03.2025.
2. Крутов, Д. Компьютерное зрение: что это, где применяется / Д. Крутов [Электронный ресурс] // Облачная платформа Рег. ру: сайт – URL: <https://www.reg.ru/blog/kompyuternoe-zrenie>. – Дата обращения: 12.03.2025.
3. Компьютерное зрение OpenCV: где применяется и как работает в Python [Электронный ресурс] // SkillBox Media. – URL: <https://skillbox.ru/media/code/kompyuternoe-zrenie-opencv>. – Дата обращения: 12.03.2025.
4. Что собой представляет компьютерное зрение? [Электронный ресурс] // Microsoft Azure. – URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-computer-vision>. – Дата обращения: 12.03.2025.
5. Наглядно о том, как работает сверточная нейронная сеть [Электронный ресурс] // Хабр, Блог компании Skillfactory. – URL: <https://habr.com/ru/companies/skillfactory/articles/565232/>. – Дата обращения: 12.03.2025.
6. Франческо В., Винсент Д. A technical report on convolution arithmetic in the context of deep learning / Д. Винсент [Электронный ресурс] // Github : сайт – URL: https://github.com/vdumoulin/conv_arithmetic. – Дата обращения: 12.03.2025.
7. Франческо В., Винсент Д. A guide to convolution arithmetic for deep learning / Д. Винсент [Электронный ресурс] // ArXiv, архив Корнеллского Университета : сайт – URL : <https://arxiv.org/pdf/1603.07285>. – Дата обращения: 12.03.2025.
8. Абдельрахман, Э. Компьютерное зрение в сельском хозяйстве: Трансформация обнаружения плодов и точного земледелия / Э. Абдельрахман [Электронный ресурс] // Ultralytics. – URL: <https://www.ultralytics.com/ru/blog/computer-vision-in-agriculture-transforming-fruit-detection-and-precision>. – Дата обращения: 12.03.2025.
9. Воронцов, К. В. Лекции по методу опорных векторов / К. В. Воронцов. – Москва: ВЦ РАН им. А. А. Дородницына, 2007. – 18 с.
10. Применение беспилотных летательных аппаратов для создания ортофотопланов и мультиспектральной съемки посевных площадей / Н. Е. Попов, Е. Н. Мойсеев, А. Л. Бирюков, Г. Г. Рапаков // Передовые достижения науки в молочной отрасли. – Вологда-Молочное, 2024. – С. 357–360.
11. Попов, Н. Е. К вопросу использования беспилотной авиации для оценки вегетационных индексов в задачах фотограмметрии площадей / Н. Е. Попов, А. Л. Бирюков, Г. Г. Рапаков // Передовые достижения науки в молочной отрасли. – Вологда-Молочное, 2024. – С. 360–363.

ПОПОВ Н. Е., КРАПИВИН В. С., БИРЮКОВ А. Л.
**ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
В ЗАДАЧАХ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА**

Научный руководитель – РАПАКОВ Г. Г., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
Вологда, Российская Федерация

Введение. Цифровая картография (ЦК) сельскохозяйственных угодий (СУ), как комплекс мероприятий по учету, количественной и качественной оценке характеристик земель сельскохозяйственного назначения востребована при решении задач рационального природопользования. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга СУ и посевных площадей в агропромышленном комплексе (АПК) относится к инновационным технологиям в области природообустройства, которые позволяют снизить риски аграрного природопользования, что обуславливает актуальность работы.

Цель работы – карты сельскохозяйственных объектов (включая особо ценные сельхозугодья), а также рыбопромысловых и рыбоводных участков публикуются на геопорталах субъектов Российской Федерации (РФ). Цели эффективного управления земельными ресурсами предполагают проведение работ по крупномасштабному картографированию и созданию цифровой основы мониторинга СУ в задачах землеустройства. На основе сравнительного анализа применения БПЛА в сельском хозяйстве исследование позволяет оценить перспективы использования полученных ЦК для целей агро- и природообустройства и определить перечень практических работ.

Материалы и методика исследования. Ознакомление и сравнительный анализ литературных источников позволил выполнить сопоставление целей и методов работы с аналогичными задачами [1–5]. Изыскания с использованием БПЛА и последующим анализом данных дают возможность построить цифровые модели местности (ЦММ), облако связующих точек для 3D пространства ЦММ и ортофотопланы. Квадрокоптер, оснащенный мультиспектральной камерой, выполняет съемку в нескольких спектральных диапазонах. Использование результатов обработки мультиспектральных изображений, полученных с дрона, позволяет рассчитать NDVI и ряд индексов растительности для

анализа состояния растительного покрова, его видового состава и сезонной динамики развития.

Благодаря загрузке данных цифровых растровых карт вегетационного индекса NDVI с детализацией до 40 см в онлайн-геоинформационную систему (ГИС-онлайн) специалист может построить карты изменчивости и контролировать проведение агротехнических мероприятий. Разработка системы поддержки принятия управленческих решений (СППР) позволит автоматизировать формирование отчета о выявленных нарушениях с их описанием (вид нарушения, характеристики, площадь и координаты участка), а также предоставить рекомендации по устранению. Дифференцированное внесение азотных удобрений и пестицидов на основе применения карт предписаний позволяет экономить до 25 % затрат производителя. Экономический эффект от использования ЦК составляет до 2700 руб. на гектар [6, 7].

Результаты исследования и их обсуждение. Разработка технологий цифрового картография, предусматривает: сбор и интеграцию геопространственных данных; выполнение пространственной интерполяции и визуализацию данных для лица, принимающего решения (ЛПР).

Для улучшения сельскохозяйственных практик используются:

- мониторинг вегетации NDVI;
- контроль агротехнических мероприятий;
- создание карт для дифференцированного внесения гербицидов;
- создание карт для дифференцированного внесения удобрений;
- контроль всхожести сельскохозяйственных культур;
- оценка полегания сельскохозяйственных культур в результате воздействия неблагоприятных погодных условий;
- подготовка карт для дронов-опрыскивателей и прицепных сельхозмашин.

Решение задач цифровой картографии с применением БПЛА выполняется в ходе следующих этапов:

- получение разрешительных документов на выполнение аэрофотосъемочных работ;
- изучение состояния вопроса и постановка задач исследования;
- проведение экспериментальных работ по мониторингу сельхозугодий;
- выполнение теоретических исследований в части пространственной оценки данных о состоянии сельскохозяйственных культур на ос-

нове геопространственной интерполяции данных аэрофотосъемки, что обуславливает научную новизну результатов;

– оформление и утверждение отчета, сдачи-приемка работ.

Разработка соответствует направлениям из «Перечня приоритетных направлений развития науки и техники на территории Вологодской области», утвержденного Постановлением Правительства Вологодской области и задачам, указанным в «Стратегии социально-экономического развития Вологодской области на период до 2030 года». Результаты работы могут быть тиражированы для применения предприятиями АПК региона.

Заключение. Внедрение технологий точного земледелия в природообустройстве при решении задач по цифровизации агропромышленного комплекса при помощи беспилотных летательных аппаратов способствует оптимизации затрат, повышению эффективности и улучшению социально-экономических показателей деятельности сельскохозяйственных предприятий региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, О. В. Беспилотные летательные аппараты: использование в организациях по землеустройству и ближайшая перспектива их развития / О. В. Волков // Земля Беларуси. – 2023. – № 1. – С. 39–42.
2. Дорожко, Н. В. Моделирование надежности персонала беспилотных авиационных систем для мониторинга территориальных природных комплексов / Н. В. Дорожко, А. Г. Давыдовский // ГИС-технологии в науках о Земле. – Минск: БГУ, 2022. – С. 62–66.
3. Шарох, Н. Н. Практика и перспективы использования малых беспилотных летательных аппаратов для целей землеустройства / Н. Н. Шарох, О. В. Волков // Земля Беларуси. – 2020. – № 1. – С. 18–24.
4. Романкевич, А. Применение беспилотных летательных аппаратов с целью крупномасштабного картографирования и создания цифровой основы для мониторинга растительности / А. Романкевич, Д. Качановская, Г. Черняков // Земля Беларуси. – 2017. – № 3. – С. 46–48.
5. Иванов, С. А. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / С. А. Иванов, Н. А. Майданников, Ю. А. Бондарева // Мелиорация и водное хозяйство. – Новочеркасск: ООО «Лик», 2016. – Вып. 16. – С. 210–214.
6. Применение беспилотных летательных аппаратов для создания ортофотопланов и мультиспектральной съемки посевных площадей / Н. Е. Попов, Е. Н. Моисеев, А. Л. Бирюков, Г. Г. Рапаков // Передовые достижения науки в молочной отрасли. – Вологда-Молочное, 2024. – С. 357–360.

САВЧЕНКО И. А.

ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИЗВЕСТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТОРМОЗОВ

Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., зав. кафедрой, канд. техн. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В мобильных энергетических средствах (МЭС), используемых в сельском хозяйстве, тормоза служат для удержания на подъемах и уклонах, для обеспечения поворота, а также для снижения скорости движения. Помимо удовлетворения общих требований, которые предъявляются ко всем механизмам, тормоза должны обеспечивать быстрое и плавное торможение МЭС. Они не должны быть самозатормаживающимися [1–6].

Возможность удержания тормоза в течение длительного времени в затянутом состоянии и легкость управления им зависят от конструкции привода. Выбор тормоза того или иного типа обуславливается конструкцией механизма поворота и общей компоновкой комбайнов [2, 6].

Цель работы. Изучить и сравнить известные конструкции тормозов с точки зрения надежности и обеспечения условий безопасности работников в условиях сельскохозяйственной организации. Проанализировать конструкции тормозных устройств в разрезе их возможного использования в мобильных энергетических средствах используемых в отраслях АПК.

Материалы и методика исследования. В работе использованы материалы, содержащие описание существующих конструкций тормозных устройств.

Результаты исследования и их обсуждение. Основные требования, предъявляемые к тормозным устройствам: эффективность торможения, надежными и не подвержены отказам, спроектированы так, чтобы их можно было легко обслуживать и ремонтировать, должны сохранять свою эффективность при длительном использовании и не перегреваться.

Современные тормозные системы могут быть оснащены индикаторами или сигналами, которые предупреждают водителя о неисправностях (например, низкий уровень тормозной жидкости).

Тормозные системы должны соответствовать национальным и международным стандартам безопасности (например, ISO, SAE, ECE), которые регулируют требования к тормозным устройствам.

Материалы, используемые для изготовления тормозных колодок и дисков, должны соответствовать определенным стандартам по прочности, износостойкости и термостойкости.

Эти требования могут варьироваться в зависимости от типа транспортного средства и специфики его эксплуатации. Поэтому важно учитывать конкретные нормативные документы и стандарты для каждого типа транспортного средства.

Существует несколько видов тормозных систем, которые используются в различных транспортных средствах. Основные из них включают:

Механические тормоза.

Драмные тормоза. В этих системах тормозные колодки прижимаются к внутренней поверхности барабана, создавая трение. Драмные тормоза часто используются на задних колесах легковых автомобилей и грузовиков.

Дисковые тормоза. В этой системе тормозные колодки прижимаются к диску, который вращается вместе с колесом. Дисковые тормоза обеспечивают более эффективное торможение и лучшее охлаждение, чем барабанные.

Гидравлические тормоза. Эти системы используют жидкость для передачи силы от педали тормоза к тормозным механизмам. Гидравлические тормоза могут быть как дисковыми, так и барабанными.

Пневматические тормоза. Используются в основном на грузовых автомобилях и автобусах. В этих системах сжатый воздух передает силу от педали к тормозным механизмам. Пневматические системы обеспечивают высокую эффективность и надежность.

Электрические тормоза. Эти системы используют электрические сигналы для активации тормозов. Они могут быть частью более сложных систем, таких как системы рекуперативного торможения в гибридных и электрических автомобилях.

Антиблокировочные системы (ABS). Это не отдельный вид тормозов, а система, которая предотвращает блокировку колес во время экстренного торможения, улучшая управляемость автомобиля.

Тормоза с рекуперацией энергии. Используются в гибридных и электрических автомобилях для преобразования кинетической энергии в электрическую во время замедления или остановки.

Тормоза с автоматическим регулированием. Эти системы автоматически регулируют усилие на тормозах в зависимости от условий движения и нагрузки на транспортное средство.

Тормоза с системой распределения усилия (EBD). Эта система оптимизирует распределение усилия между передними и задними колесами в зависимости от нагрузки и условий дороги.

Ленточные тормоза. Эффективность ленточных тормозов определяется способом крепления концов тормозной ленты.

Простые ленточные тормоза. Эти тормоза выполняются по двум схемам: простой тормоз без серводействия, т. е. без самозатормаживания и тормоз с серводействием.

В первом случае концы тормозной ленты крепятся к рычагу, при воздействии на который оба конца ленты одновременно затягиваются.

Преимуществом тормоза этого типа по сравнению с другими является то, что в нем отсутствует серводействие, т. е. самозатягивание тормозных лент при торможении, что обеспечивает плавное, без «захвата» торможение. Другим положительным качеством данного тормоза является независимость тормозного эффекта от направления вращения тормозного барабана.

Недостатком тормозов этого типа является неравномерное распределение удельного давления по длине тормозной ленты, что ведет к неравномерному износу тормозных накладок. Недостатком тормоза является также большая радиальная нагрузка на вал.

Двойные ленточные тормоза. В этих тормозах оба конца ленты подвижные, они шарнирно укреплены на тормозном рычаге. В средней части тормозная лента закреплена с помощью кронштейна. Положительным качеством тормоза является то, что у него тормозной эффект не зависит от направления вращения тормозного барабана.

Следовательно, при прочих равных условиях тормозной момент двойного тормоза примерно в 1,5 раза меньше, чем у простого тормоза в том случае, когда неподвижный конец ленты набегающий.

Плавающие тормоза. В плавающих тормозах нет жесткого крепления тормозной ленты. В зависимости от направления вращения тормозного барабана пальцы, имеющиеся на обоих концах лент, упираются в кронштейн, вследствие чего соответствующий конец тормозной ленты становится неподвижным. Тормоз превращается в простой. Таким образом, тормозной эффект в данном случае не зависит от направления вращения тормозного барабана.

Представляет интерес предложение об использовании ленточных и других типов тормозов с плавающими накладками. В этом случае на внутренней стороне тормозной ленты, обращенной к барабану, делаются гнезда, куда свободно вставляются элементы тормозной накладки, выполненные в виде прямоугольников. Как показывают испытания, эффективность тормозов такой конструкции значительно выше, чем у тормозов с наклепанными накладками. В настоящее время ведутся работы по доводке этих конструкций.

Дисковые тормоза. Тормозной эффект дискового тормоза не зависит от направления вращения тормозного барабана. Кроме того, к положительным качествам этого тормоза следует отнести то, что вал разгружен от радиальных нагрузок. В отличие от ленточных и колодочных тормозов, у дисковых тормозов нагрузка по поверхности тормозного элемента распределяется равномерно, что приводит к равномерному износу накладок и увеличивает их срок службы. Возможность достаточной герметизации тормозов тоже существенно увеличивает их срок службы.

Заключение. Практика применения известных конструкций тормозов показывает: что, у каждой конструкции есть свои как достоинства, так, и недостатки. На наш взгляд в МЭС сельскохозяйственного назначения, таких как комбайн или трактор наиболее целесообразно применение, дисковые тормоза с гидравлическим приводом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
2. Макаренко, П. А. Тормозные системы грузовых автомобилей / П. А. Макаренко // Качество в производственных и социально-экономических системах. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 255–258.
3. Охрана труда / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
4. Пильников, А. П. Совершенствование конструкции ходовой части грузовых автомобилей / А. П. Пильников, А. Е. Кондраль // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 175–177.
5. Разработка мероприятий по охране труда при постановке на хранение сельскохозяйственных машин, агрегатов и оборудования: рекомендации / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, В. В. Талашов, М. В. Цайц. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.
6. Тормозная система: виды и принцип работы / Ю. Е. Ткаченко, М. Л. Трофимов, А. Н. Косарев, И. М. Новокионов // Вопросы науки 2021: Потенциал науки и современные аспекты. – Анапа: ООО «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2021. – С. 84–89.

СОСНОВИЧ О. Д.

ФОРСУНКИ COMMON RAIL И ИХ НЕИСПРАВНОСТИ

Научный руководитель – ЛЕВЧУК В. А., канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В настоящее время на станциях техобслуживания и ремонтных предприятиях отсутствуют доступные для широкого использования технологии и оборудование для точной оценки технического состояния форсунок аккумуляторных топливоподающих систем типа Common Rail. Реализованные на практике методы в основном дают обобщенную оценку работоспособности форсунки без выявления конкретного дефекта, что влечет за собой необоснованную замену еще работоспособных деталей электроуправляемых форсунок [1–9].

Цель работы: анализ неисправностей форсунок Common Rail.

Основная часть. Один из основных и сложных элементов – это форсунки (инжекторы). При помощи форсунок происходит впрыск топлива в цилиндры, поэтому от работоспособности форсунок зависит и работа двигателя в целом. Форсунки бывают: электромагнитные и пьезоэлектрические.

Пьезоэлектрические форсунки ремонту не подлежат, поэтому рассмотрим подробнее электромагнитную форсунку. Электромагнитная форсунка имеет несколько основных деталей: мультипликатор форсунки (седло клапана), распылитель и электромагнит (рисунок).

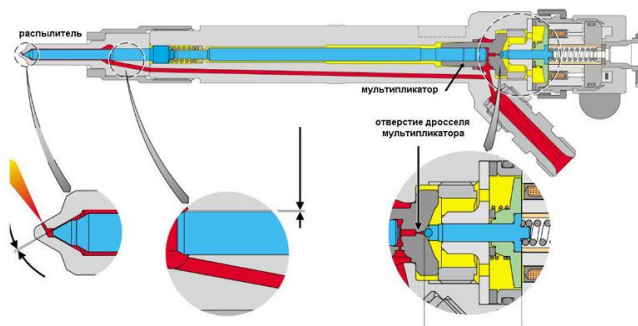


Рис. Форсунка Common Rail

Форсунка Common Rail управляется при помощи электромагнита. Когда напряжение на электромагните отсутствует, форсунка находится в закрытом состоянии и топливо не впрыскивается в цилиндр. При подаче напряжения на электромагнит происходит приподнимание шарика, который запирает отверстие дросселя в мультипликаторе, и через образовавшееся отверстие топливо поступает к распылителю. Давление топлива приподнимает иглу распылителя, и происходит впрыск. Количество впрыскиваемого топлива регулируется временем и силой тока, поступившей на электромагнит. При выработке своего ресурса форсунка начинает работать неправильно.

В отверстии дросселя мультипликатора образуются канавки, и шарик уже не может полностью перекрыть это отверстие. Происходит слив топлива в обратную магистраль. Устранением данной неисправности является замена изношенного мультипликатора на новый мультипликатор.

Еще одной неисправностью форсунки является износ или заклинивание распылителя. При износе распылителя происходит перелив или недолив топлива в цилиндр. И если недолив топлива может сказаться на плохой «заводке» двигателя и на неустойчивой работе двигателя, то при переливе топлива есть вероятность прогорания поршней, что выливается в очень дорогостоящий ремонт двигателя.

Также при заклинивании распылителя в открытом состоянии есть вероятность прогорания поршней. При заклинивании распылителя давление в топливной рейке сразу падает, и двигатель глохнет. Распылитель ремонту не подлежит, он меняется на новый.

Большинство двигателей энергонасыщенных тракторов оборудованы системой впрыска топлива Common Rail. Элементы которой при замене весьма дорогостоящие. Поэтому для экономии средств необходимо организовать на предприятиях ремонт форсунок системы впрыска топлива Common Rail. А также проектировать специальное устройства для разборки форсунок. Так как при использовании инструмента общего назначения (тиски, ключ накидной, трубка слесарная) есть большая вероятность повреждения форсунки.

Заключение. Выполнение современных требований к технико-экономическим и экологическим показателям дизельных двигателей невозможно обеспечить без электронного управления процессом топливоподачи. Изменение технического состояния любого элемента форсунки приводит к ухудшению экологических и эксплуатационных

показателей двигателя, поэтому все форсунки должны проходить регулярное тестирование в рамках планового техобслуживания.

Конструкция электроуправляемых форсунок постоянно совершенствуется, соответственно, меняются методы и оборудование для их диагностирования и регулировки. Даже специализированные центры по ремонту топливной аппаратуры не владеют в полном объеме технологиями ремонта форсунок типа Common Rail вследствие отсутствия технической информации от заводов-производителей.

Производители оборудования для диагностики и ремонта в настоящее время не предлагают методики и устройства для документального подтверждения соответствия отремонтированных форсунок заводским требованиям в условиях производства, например, путем фиксации и оценки характеристики топливоподачи, которая является наиболее информативным показателем качества работы форсунок дизелей с электронным управлением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – 137 с.
2. Жигадло, А. П. Теоретические исследования и техническое обслуживание форсунок с электрогидравлическим управлением / А. П. Жигадло, Ю. П. Макушев // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2022. – Т. 19, № 6 (88). – С. 842–857.
3. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства / В. В. Гусаров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – 322 с.
4. Краснокутский, В. В. Системы питания дизельных двигателей / В. В. Краснокутский, М. А. Русанов, И. П. Троянская. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – Ч. 3. – 86 с.
5. Лупиченко, Д. В. Анализ оборудования для диагностирования топливной аппаратуры Common Rail / Д. В. Лупиченко, В. И. Коцуба // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 132–134.
6. Оценка технического состояния электроуправляемых форсунок дизелей по характеристике топливоподачи / И. И. Габитов, А. В. Неговора, Ф. Р. Сафин [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2021. – Т. 31, № 2. – С. 207–226.
7. Разработка мероприятий по охране труда при постановке на хранение сельскохозяйственных машин, агрегатов и оборудования / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, В. В. Талашов, М. В. Цайц. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.
8. Сидоров, М. В. Тракторы и автомобили. Конструкция тракторных и автомобильных двигателей / М. В. Сидоров, О. А. Царев, С. А. Плахов. – Старый Оскол: ТНТ, 2023. – 108 с.
9. Федотов, А. И. Диагностика автомобиля: лабораторный практикум / А. И. Федотов. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2024. – 247 с.

СТАРОДУМОВ М. А.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

*Научный руководитель – ПЛОТНИКОВ С. А., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация*

Введение. В современном мире дизельные двигатели играют ключевую роль в области производства сельскохозяйственной техники. Они обеспечивают достаточно высокую эффективность и надежность.

Однако, с увеличением объемов их эксплуатации остро встает вопрос о влиянии выбросов токсичных веществ, выделяемых при работе двигателя, на экологию.

Основными компонентами выбросов дизельных двигателей являются оксиды азота (NO_x), углеводороды (HC), оксиды углерода (CO , CO_2) и сажа (C).

В условиях ужесточения экологических норм и требований к снижению выбросов разработка эффективных методов расчетов эмиссии токсичных веществ является актуальной задачей. Решение данного вопроса усложняется за счет появления новых присадок и катализаторов для дизельного топлива, а также использованием альтернативных топлив.

Цель работы – рассмотрение основных методов расчета экологической показателей дизельных двигателей, анализ их преимуществ и недостатков.

Методика исследования. Исследование проводилось на основе анализа и обобщения научных данных.

Основная часть. В ходе проведения анализа научной литературы и публикаций было условно выделено две основные методики расчета экологических показателей дизеля.

К первой методике можно отнести использование формул, которые содержат в своем составе эмпирические коэффициенты и взаимосвязаны с параметрами рабочего процесса двигателя и свойствами топлив.

Так, например, количество оксидов азота в отработанных газах можно определить по формуле (1), предложенной А.С. Пунодой [1-3],

которая позволяет оценить удельные выбросы NO_x в течение всего процесса сгорания:

$$\frac{d(\text{NO}_x)}{d\varphi} = K \frac{P}{n} \cdot \frac{(\alpha - 1) \cdot e^{7550/T}}{\alpha}, \quad (1)$$

где $d(\text{NO}_x)/d\varphi$ – скорость образования оксидов азота;

K – эмпирический коэффициент;

P – давление в цилиндре двигателя;

n – частота вращения коленчатого вала;

α – коэффициент избытка воздуха;

T – средняя температура газов.

Также эмиссию оксидов азота возможно рассчитывать иначе, в работах [4–7] наглядно представлена последовательность расчета. Для расчета используется формула (2):

$$\frac{\text{NO}_x}{\rho_{\text{ог}}} = \exp \left[\frac{K_T \cdot \rho_m \cdot m_{vi}}{2 \cdot q_H \cdot \sqrt[3]{T_{50} \cdot \alpha}} \right], \quad (2)$$

где $\rho_{\text{ог}}$ – плотность дизеля;

K_T – характеристический фактор, характеризующий свойство топлива;

ρ_m – плотность применяемого топлива;

m_{vi} – масса испарившегося топлива за период задержки воспламенения;

q_H – цикловая подача топлива;

T_{50} – среднеобъемная температуры выкипания 50% фракций топлива

α – коэффициент избытка воздуха.

Преимуществами данной методики является возможность расчета выбросов токсичных веществ при работе дизельных двигателей на альтернативных топливах, а также отсутствие длительных и сложных расчетов. Расчет, проведенные по данной методике показывают достаточно высокую степень совпадения расчетных и экспериментальных значений эмиссии.

К недостаткам методики можно отнести необходимость установления эмпирических коэффициентов для каждого конкретного вида топлива, например, дизельного топлива, биодизеля и т. п.

Данная методика является перспективной, однако определение коэффициентов регрессии для смесей со сложным составом вызывает определенные трудности и может потребовать корректировки формул.

Второй методикой, с помощью которой можно определить экологические характеристики дизеля является расчет параметров продук-

тов сгорания топлива. Для проведения данных расчетов необходимы следующие исходные данные:

- горючее и окислитель, заданные условной химической формулой или химической формулой;
- давление, при котором осуществляется процесс сгорания топлива P_k ;
- коэффициент избытка воздуха α .

При осуществлении расчета необходимо установить состав продуктов сгорания, то есть количество элементов и их соединений, температуру горения T_k .

При определении состава предпочтительнее использование метода, изложенного в [8, 9], где в зависимости от заданного топлива и избытка окислителя назначается ориентировочная температура продуктов реакции. После чего устанавливается качественный состав продуктов сгорания, составляется система уравнений для расчета состава. К ним относятся уравнения материального баланса, диссоциации, а также уравнение, составленное по закону Дальтона. Важно, что количество уравнений равно числу установленных в продуктах сгорания веществ.

При составлении уравнения теплового баланса, определяется истинная температура и состав смеси газов. В случае, если энтальпия продуктов сгорания при назначенной температуре и полная энтальпия топлива равны, то выбранная температура и состав продуктов сгорания будут являться истинными.

Благодаря определению истинной температуры возможно установить значение константы равновесия $K_{2\alpha}$ и из системы уравнений вычислить парциальные давления газов и, следовательно, количественную величину токсичных продуктов.

Так, данная методика позволяет получить достоверные количественные значения выбросов токсичных веществ при работе дизеля. Высокая степень совпадения расчетных и экспериментальных данных объясняется тем, что при вычислениях акцентируется внимание на составе топлива. Такая методика подходит для расчета эмиссии отработавших газов любого топлива, если известна его химическая или условная химическая формула.

К основным недостаткам относится обязательное установление химического состава топлива, а также длительное проведение расчета, связанное с большим количеством вычислений.

Анализируя вышеописанные методы, можно с уверенностью сказать, что все они являются достаточно эффективными.

При выборе способа расчета следует в первую очередь обращать внимание на вид топлива, которое участвует в процессе работы двигателя.

Заключение. Таким образом, наиболее рационально использовать эмпирические формулы и зависимости в случае, если в качестве топлива выступает дизельное топливо или бинарная топливная смесь.

Если же в топливной смеси присутствуют присадки, катализаторы, то наиболее объективно рассчитать экологические параметры возможно в зависимости от состава смеси.

Так, разработка универсальных методов расчетов и оценки экологических параметров при работе дизеля является актуальной и перспективной для дальнейших исследований. Установление взаимосвязей и корреляционных зависимостей для упрощения расчетов также заслуживает отдельного внимания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулешов, А. С. Развитие методов расчета и оптимизация рабочих процессов ДВС / А. С. Кулешов. – Дисс. ... д-ра техн. наук. – Москва, 2011. – 228 с.
2. Болоев, П. А. Моделирование процесса сгорания газомоторного топлива в двигателях внутреннего сгорания / П. А. Болоев, Т. П. Очирова, О. Н. Хороших // Вестник ИрГСХА. – 2013. – № 57. – С. 7–13.
3. К вопросу определения концентрации оксидов азота в отработанных газах авто-тракторных двигателей / П. А. Болоев, Т. П. Очирова, Т. П. Перфильева, Н. О. Шелкунова // Вестник ИрГСХА. – 2010. – № 38. – С. 32–36.
4. Исследование моторных свойств смесей дизельного топлива с рапсовым маслом / С. А. Плотников, П. Я. Кантор, И. С. Козлов, М. Н. Втюрина // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2018. – № 2 (121). – С. 169–174.
5. Безмоторные методы оценки эксплуатационных свойств топлив для сельскохозяйственной техники / С. А. Плотников, Г. П. Шишкин, П. В. Гневашев, Е. Н. Резник // Вестник РГАТУ. – 2021. – № 2 (13). – С. 110–115.
6. Безмоторная оценка экспресс-методом свойств биотоплив на основе трех компонентов / П. В. Гневашев, С. А. Плотников, М. В. Смольников, Г. П. Шишкин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 265–268.
7. Определение токсичности при работе тракторного дизеля на топливах с добавкой рапсового масла / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов [и др.] // Вестник НГИ-ЭИ. – 2024 – №1 (152). – С. 29–40.
8. Xiaohong Wang, Qiong Lu, Guangzhi Wu, Jialing Shi, Zhi Sun. Термодинамический расчет и экспериментальные исследования синтеза сгорания // Journal of Alloys and Compounds. — 2015. — № 8. — URL: www.sciencedirect.com/.../s092583881501069.
9. Алемасов, В. Е. Теория ракетных двигателей / В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегалли, А. П. Тишин. – Москва: Машиностроение, 1980. – 535 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве

<i>Бараиш В. П., Сергеева И. И.</i> Обеспечение техносферной безопасности в современных условиях производства	3
<i>Босак Д. Ю., Цайц М. В.</i> Повышение безопасности и эффективности эксплуатации автотранспорта в АПК	5
<i>Жук Д. А., Мацкевич В. Д., Сергеева И. И.</i> Технологии в пожаротушении	8
<i>Козлов Р. П., Цайц М. В.</i> Современные требования охраны труда к осмотровым канавам мастерских АПК	11
<i>Любченко А. П., Ионас Е. Л.</i> Киберпреступность в Беларуси: понятие и ответственность	15
<i>Мастерова П. А., Ионас Е. Л.</i> Требования по охране труда при проведении полевых уборочных работ	18
<i>Морозов Н. Н., Левчук В. А.</i> Факторы, влияющие на безопасное управление автомобилем	21
<i>Лецинский Р. С., Гайдуков В. А.</i> Исследование процесса и техники торможения механического транспортного средства	24
<i>Ребковец А. А., Сергеева И. И.</i> Искусственный интеллект в сфере охраны труда	28
<i>Савченко И. А., Симоненко Д. Ю., Цайц М. В.</i> Техногенное воздействие на почву мобильных транспортных средств	31
<i>Симоненко Д. Ю., Цайц М. В.</i> Технические средства автоматического тушения пожаров мобильной сельскохозяйственной техники	35
<i>Синяевский В. А., Левчук В. А.</i> Основные ошибки при самостоятельной замене колес и шин	39
<i>Шик А. В., Босак Д. Ю., Цайц М. В.</i> Внесении агрохимикатов авиационным и наземным способом – аспекты безопасности	42

Машины, оборудование и технологии в растениеводстве

<i>Артимович А. А., Левчук В. А.</i> Равномерный посев зерновых культур однодисковым сошником с опорно-прикатывающим катком	45
<i>Балботкин А. С., Иванчиков Г. О.</i> Анализ эффективности GPS-навигации в точном земледелии	47
<i>Богатырев Я. Р., Иванчиков Г. О.</i> Оптимизация работы тракторов и комбайнов в условиях белорусских хозяйств	50
<i>Бортник Ю. М., Сысоев А. А.</i> Оценка эффективности применения чизельных культиваторов и плугов в современном земледелии	54
<i>Головки И. В., Лабурдов О. П.</i> О повышении эффективности технологических процессов предпосевной обработки семян	58
<i>Дюрдев М. М., Иванчиков Г. О.</i> Механизация процесса уборки урожая	62
<i>Иванов Е. А., Левчук В. А.</i> Обзор и анализ технологий и средств механизации получения и применения смешанных минеральных удобрений	65
<i>Жерносек Е. А., Мельников В. А., Гордеенко О. В.</i> Использование ветрозащитных устройств в штангах полевых опрыскивателей	68
<i>Кириченко М. С., Сысоев А. А.</i> Машины, оборудование и технологии в растениеводстве	71
<i>Козел Н. И., Левчук В. А.</i> Внесение твердых минеральных удобрений центробежными дисковыми распределителями	75

<i>Шик А. В., Козлов Р. П., Цайц М. В.</i> Преимущества и недостатки сенсорных модальностей для восприятия внешней среды в условиях сельского хозяйства .	77
<i>Мэн Фаньчжао, Клименко В. И.</i> Исследование характеристик осаднения распыления с использованием ветровой энергии	80
<i>Сухаревский В. Б., Козел Н. И., Левчук В. А.</i> Повышение равномерности распределения твердых минеральных удобрений центробежным разбрасывающим диском	92
<i>Тимановский Д. С., Левчук В. А.</i> Разработка глубокорыхлителя на базе правооборотного плуга	95
<i>Трофимов А. А., Левчук В. А.</i> Пневматический посев мелкосемянных культур дисковыми сошниками	97
<i>Туроль М. А., Иванчиков Г. О.</i> Особенности механизации в растениеводстве ...	100
<i>Шутов С. К., Конг Цзяли, Лян Энъян, Астахов В. С.</i> Использование пневмосистем в сеялках точного высева	103
<i>Чжан Сяньлэй, Курзенков С. В.</i> Анализ факторов, принимаемых во внимание в ходе очистки и селективной сортировки семян сельскохозяйственных культур	107

Механизация животноводства и электрификация сельскохозяйственного производства

<i>Анищенко М. И., Острейко А. А.</i> Методы интенсификации процесса метанового брожения	110
<i>Балан В. Д., Пузевич К. Л.</i> Осмотическая электростанция	113
<i>Вычиков А. Н., Мелехов А. В.</i> Совершенствование технологии машинного доения коров при доении в магистральный молокопровод	116
<i>Жоглич Д. П., Козлов С. И.</i> Исследование проблемы энергосбережения при приготовлении кормов	118
<i>Ржеутский Н. А., Понталёв О. В.</i> Анализ существующего оборудования для влаготепловой обработки смеси фуражного зерна и вторичных кормовых добавок	121
<i>Рябиков А. Ю., Симченков А. С.</i> Влияние температурных режимов на показатели семенного материала при его стимулировании СВЧ полем	124
<i>Симченков А. С., Пузевич К. Л.</i> Исследование параметров микроклимата птичника и усовершенствование системы автоматического регулирования температуры воздуха	126
<i>Хадыко А. В., Рендов А. К.</i> Современные скреперные системы для удаления навоза в животноводстве	129
<i>Шабуня И. В., Крупенин П. Ю.</i> Расчет мощности на привод очистителя корнеклубнеплодов шнекового типа	132

Технический сервис в АПК

<i>Ельницкий В. А., Левчук В. А.</i> Виды наплавков для восстановления деталей машин и механизмов, их преимущества и недостатки	135
<i>Лагунцов А. С., Иванчиков Г. О.</i> Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственных машин	141
<i>Могучий С. С., Цайц М. В.</i> Анализ конструкций и устройства огнепреградительных клапанов	144
<i>Синяевский В. А., Левчук В. А.</i> Автоматическая система контроля давления в шинах	147

<i>Шик А. В., Цайц М. В.</i> Анализ конструкций устройств канавных подъемников .	150
<i>Юцов М. С., Левчук В. А.</i> Анализ видов загрязнений МТП и пути их устранения	153
<i>Юцов М. С., Левчук В. А.</i> Обоснование параметров сопла и жиклера пескоструйного аппарата для очистки деталей	156

Тракторы, автомобили и машины для природообустройства

<i>Ануфрейчук Т. П., Казаков А. Л.</i> Обоснование конструкции бульдозерного отвала с передней перемещаемой челюстью к погрузчику Амкордор 342С4	160
<i>Босак Д. Ю., Цайц М. В.</i> Анализ систем автоматического открытия бортов грузовых автомобилей	164
<i>Баранов И. Ю., Ермолаев Д. А., Горелько В. М.</i> Анализ использования тяжелых гусеничных бульдозеров на карьерах Республики Беларусь	167
<i>Броницкий А. П., Рубец С. Г.</i> Классификационные признаки и направления развития рыхлителей	170
<i>Ермолаев Д. А., Баранов И. Ю., Сентюров Н. С.</i> Анализ рабочих органов бульдозеров для повышения качества работ при разработке прочных и мерзлых грунтов	173
<i>Ерощенко В. А., Рубец С. Г.</i> Современные тенденции развития одноковшовых гидравлических экскаваторов	176
<i>Казаков П. Д., Зиньков А. Н., Казаков А. Л.</i> Применение фронтальных погрузчиков в мелиоративном строительстве	179
<i>Кутергин Н. Ю., Бирюков А. Л., Плотников С. А.</i> Разработка композиции биоминеральной топливной смеси для двигателей внутреннего сгорания	181
<i>Клуонис А. С., Плотников С. А.</i> Принципы создания многослойных износостойких покрытий для обработки титана	185
<i>Лунашко Н. О., Левчук В. А.</i> Обзор системы впрыска топлива Common Rail	189
<i>Макоед К. И., Гордеев А. В.</i> Обзор существующих методов пуска дизельных двигателей при отрицательных температурах	194
<i>Ошмарин А. А., Плотников С. А.</i> Использование отечественных программных комплексов в разработке цифровых двойников ДВС	198
<i>Плехов Д. В., Плотников С. А.</i> Обзор улучшения времени воспламенения топлива двигателя Д-245.5S2	201
<i>Попов Н. Е., Крапивин В. С., Бирюков А. Л.</i> Перспективы применения технологии компьютерного зрения в сельском хозяйстве	205
<i>Попов Н. Е., Крапивин В. С., Бирюков А. Л., Рапаков Г. Г.</i> Цифровая картография с использованием беспилотных летательных аппаратов в задачах природообустройства	210
<i>Савченко И. А., Цайц М. В.</i> Обзор и сравнительная оценка известных конструкций тормозов	213
<i>Соснович О. Д., Левчук В. А.</i> Форсунки Common Rail и их неисправности	217
<i>Стародумов М. А., Плотников С. А.</i> Методы расчета экологических показателей автотракторного дизеля	220

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Материалы международной научной конференции
студентов и магистрантов

(Горки, 27–28 марта 2025 г.)

Ответственный за выпуск В. А. Левчук

Материалы изложены в авторской редакции

Подписано в печать 21.05.2025. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Цифровая. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 13,18. Уч.-изд. л. 13,08.
Тираж 20 экз.

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.