



Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»



**МАТЕРИАЛЫ**  
**Международной научной конференции**

**«ГОРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ.**  
**ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АПК»**

**14-15 марта 2023 г.**

**ТОМ 4**



п. Майский, 2023

УДК 62+004(063)  
ББК 30/31+32.81я43  
М 34

Материалы Международной научной конференции «**Горинские чтения. Инновационные решения для АПК**» (14-15 марта 2023 года) : в 7 томах. Т. 4. – П. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. – 437 с.

В четвертый том вошли тезисы докладов студентов, аспирантов, молодых ученых по секциям: *электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве, технические системы в агробизнесе, технический сервис в АПК, инженерные науки и информационные технологии (СПО)*.

#### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

С.Н. Алейник (*председатель*),  
Ю.А. Китаёв (*заместитель председателя*),  
А.В. Акинчин, В.В. Дронов, Н.С. Трубчанинова,  
С.В. Стребков, О.В. Гончаренко, Г.В. Бражник,  
С.В. Вендин, Е.А. Мартынов, А.В. Бондарев, И.В. Цыпкина,  
И.И. Гуляев, Т.Н. Крисанова, А.А. Манохин, В.Э. Вацилин

© ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023

# ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 621.311.182; 536.24

## ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТЕНКИ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЕГО ВНУТРЕННЕМ ОБЪЕМЕ

**Абраменко Д.С., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Актуальной проблемой для сельского хозяйства является комплексная переработка органических отходов с получением биогаза и органических удобрений. Реализация данных технологий позволяет провести утилизацию отходов и обеспечить получение ценных продуктов. На практике для переработки органического сырья используются различные конструкции биогазовых реакторов в зависимости от применяемых технологий переработки [1-5]. Обеспечение высокой эффективности производства переработки органических отходов в биогаз напрямую связано с соблюдением температурных режимов и режимов перемешивания сырья. Температурные режимы при сбраживании могут поддерживаться за счет теплоты, выделяющейся в результате химических реакций при сбраживании. Однако, если этого количества теплоты недостаточно, то используется дополнительный теплоподвод (дополнительные источники теплоты). Выбором материала теплоизоляции стенки биогазового реактора могут быть уменьшены, как установленная мощность дополнительных источников теплоты, так и общие затраты энергии.

**Материалы и методы.** Были проведены расчеты по оценке влияния теплоизоляционных свойств стенки биогазового реактора на выбор мощности дополнительных источников теплоты. В расчетах были использованы результаты общего решения уравнения теплопроводности Фурье в слоистых средах [6-7].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Физическая модель биореактора представлялась в форме сплошного цилиндра радиусом  $R_1$  (рабочий объем реактора) и высотой  $H$ , окруженного цилиндрической оболочкой (стенкой) с толщиной  $\Delta$  с наружным радиусом конструкции  $R_2 = R_1 + \Delta$ . При этом допускалось, что источники теплоты распределены по объему реактора равномерно, а также учитывали температуру внешней среды и условия теплообмена на внешней поверхности реактора.

Расчеты проводились для разницы значений температурного поля между центром биореактора  $T_1(0)$  и у внутренней стенки биореактора  $T_1(R)$ :  $\Delta T_1 = T_1(0) - T_1(R)$ . При этом учитывалось влияние теплопроводности стенки биогазового реактора на распределение температуры во внутреннем объеме.

Была получена расчетная поверхность температурного поля внутри биореактора при изменении при изменении коэффициента теплопроводности теплоизоляции (стенки)  $\lambda_2$ .

**Заключение (выводы).** На основе проведенных расчетов можно заключить, что в исследуемом диапазоне изменения коэффициента теплопроводности теплоизоляции (стенки)  $\lambda_2$  от 0.03 Вт/(м·К) до 0.05 Вт/(м·К) уменьшение коэффициента теплопроводности повышает общую температуру в рабочем объеме реактора. Кроме того, допустимый перепад температур в биореакторе можно моделировать на стадии проектирования изменением теплопроводности стенки биогазового реактора и мощности дополнительных источников теплоты.

#### Список литературы

1. Зазуля, А.Н. Основные направления использования биогаза в мире / А.Н. Зазуля, Н.А. Хребтов // «Наука в центральной России» Научно-производственный периодический журнал. 2008. № 2. С. 31-35.
2. Голуб, Н.Б. Получение биогаза при очистке концентрированных сточных вод спиртзавода / Н.Б. Голуб, М.В. Потапова, М.В. Шинкарчук, А.А. Козловец // Альтернативная энергетика и экология. 2018. №25-30. С. 51-59.
3. Садчиков, А.В. Оптимизация теплового режима в биогазовых установках / А.В. Садчиков, Н.Ф. Кокарев // Фундаментальные исследования. 2016. № 2-1. С. 90-93.
4. Садчиков, А.В. Повышение качества метана, используемого для синтеза водорода / А.В. Садчиков // Альтернативная энергетика и экология. 2017. №10-12. С. 45-54.
5. Салюк, А.И. Метановая ферментация куриного помета при пониженной концентрации ингибиторов / А.И. Салюк, С.А. Жадан, Е.Б. Шаповалов, Р.А. Тарасенко // Альтернативная энергетика и экология. 2017. №4-6. С. 89-98.
6. Вендин С.В., Ульяновцев Ю.Н. Анализ свойств теплоизоляционных материалов для условий нестационарной теплопередачи / Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 30-36.
7. Vendin S.V. Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind / S.V. Vendin // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1993. Т. 65. № 2. С. 823-825.

## БИОГАЗОВЫЙ РЕАКТОР СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Андреев А.Е., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Для переработки органического сырья в биогаз применяют различные технологии и конструкции биогазовых реакторов. Но общими требованиями для всех являются: обеспечение оптимальных температурных режимов внутри биогазовой смеси и перемешивание сырья [1-5]. Основными температурными режимами при сбраживании субстрата являются психрофильный (20-25°C), мезофильный (25-40°C) и термофильный (свыше 40°C). Кроме того, необходимо также выдерживать требования по колебаниям температуры в течение определенного времени, которые в зависимости от рекомендуемых режимов могут составлять от  $\pm 0,5^\circ\text{C}/\text{ч}$  (при термофильном режиме) до  $\pm 2^\circ\text{C}/\text{ч}$  (при психрофильном режиме). Температурные режимы при сбраживании могут поддерживаться за счет теплоты, выделяющейся в результате химических реакций при сбраживании. При недостатке теплоты, производимой во время химической реакции брожения, для обеспечения технологического режима используется дополнительный теплоподвод (дополнительные источники теплоты). Это могут быть различные теплообменные аппараты или электрические нагреватели (ТЭНы). Величина мощности дополнительных источников теплоты, необходимых для поддержания режимов сбраживания зависит от многих факторов. В первую очередь учитываются теплофизические свойства сбраживаемого сырья (субстрата), а также размеры биореактора, толщина и теплофизические свойства стенок конструкции, условия внешней окружающей среды. В то же время получаемая при сбраживании газовая смесь, кроме метана может содержать и другие газы, например, сероводород.

**Материалы и методы.** Разработка конструкции биогазового реактора проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска. В расчетах по оценке влияния теплоизоляционных свойств стенки биогазового реактора на выбор мощности дополнительных источников теплоты были использованы результаты общего решения уравнения теплопроводности Фурье в слоистых средах.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Предлагается конструкция реактора, которая обеспечивает непрерывность процесса и повышает эффективность производства биогаза и органических удобрений за счет лопасть-мешалок, датчиков температуры, которые обеспечивают равномерное распределение твердой фазы субстрата по всему объему реактора, контроль температуры субстрата при сбраживании. Технологический результат достигается тем, что биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья содержит емкость, разделенную на камеры с устройствами перемешивания, теплоизоляционную защиту, нагревательные элементы и датчики температуры. Кроме того, биогазовая

установка оснащена устройством очистки биогаза для удаления сероводорода. Применение фильтра очистки позволяет удалить из биогаза углекислый газ и сероводород, благодаря чему доля метана в биогазе составляет 94-97%.

На основе решения уравнения теплопроводности Фурье в слоистых средах [6-7] был проведен теоретический анализ для выбора мощности дополнительных источников теплоты. Для математической постановки задачи физическая модель биореактора представлялась в виде сплошного цилиндра радиусом  $R_1$  (рабочий объем реактора) и высотой  $H$ , окруженного цилиндрической оболочкой (стенкой) с толщиной  $\Delta$ .

**Заключение (выводы).** Предлагается конструкция реактора, которая обеспечивает непрерывность процесса и повышает эффективность производства биогаза и органических удобрений. На основе проведенных расчетов было установлено, что диаметр реактора не определяет величину мощности дополнительных источников теплоты в реакторе. Более значимо на величину мощности дополнительных источников теплоты в реакторе оказывает высота реактора. Она также существенно влияет на допустимый перепад температур. Следовательно, увеличение высоты сооружения потребует дополнительных энергозатрат для поддержания температурных режимов внутри реактора.

#### Список литературы

1. Зазуля, А.Н. Основные направления использования биогаза в мире / А.Н. Зазуля, Н.А. Хребтов // «Наука в центральной России» Научно-производственный периодический журнал. 2008. № 2. С. 31-35.
2. Голуб, Н.Б. Получение биогаза при очистке концентрированных сточных вод спирт-завода / Н.Б. Голуб, М.В. Потапова, М.В. Шинкарчук, А.А. Козловец // Альтернативная энергетика и экология. 2018. № 25-30. С. 51-59.
3. Садчиков, А.В. Оптимизация теплового режима в биогазовых установках / А.В. Садчиков, Н.Ф. Кокарев // Фундаментальные исследования. 2016. № 2-1. С. 90-93.
4. Садчиков, А.В. Повышение качества метана, используемого для синтеза водорода / А.В. Садчиков // Альтернативная энергетика и экология. 2017. №10-12. С. 45-54.
5. Салюк, А.И. Метановая ферментация куриного помета при пониженной концентрации ингибиторов / А.И. Салюк, С.А. Жадан, Е.Б. Шаповалов, Р.А. Тарасенко // Альтернативная энергетика и экология. 2017. № 4-6. С. 89-98.
6. Вендин С.В., Ульяновцев Ю.Н. Анализ свойств теплоизоляционных материалов для условий нестационарной теплопередачи // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 30-36.
7. Vendin S.V. Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind / S.V. Vendin // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1993. Т. 65. № 2. С. 823-825.

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В САХАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**Анпилов Б.Д., Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Энергосбережение осуществляют путём реализации правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии (Закон РФ «Об энергосбережении») [1].

Экономия топливно-энергетических ресурсов и связанных с ними затрат энергии при производстве продукции и услуг можно получить при соблюдении технологических параметров, обеспечивающих их высокое качество, отвечающее требованиям всех нормативов и стандартов.

Энергосбережение стало одним из приоритетных направлений технической политики во всех развитых странах мира [2]. Это связано, во-первых, с ограниченностью и невозобновляемостью основных энергоресурсов, во-вторых, с непрерывно возрастающими сложностями их добычи и стоимостью, в-третьих, с глобальными экологическими проблемами, обозначившимися на рубеже тысячелетий [2].

Основные потери (до 90%) приходятся на сферу энергопотребления, в которой должны быть сконцентрированы основные усилия по энергосбережению электроэнергии [2]. Так как электроприводы потребляют до 70% вырабатываемой электроэнергии, наиболее существенная экономия электроэнергии может быть достигнута при использовании регулируемых электроприводов для управления технологическими процессами, что в сочетании с возможностями автоматизации может обеспечить оптимальное использование электроэнергии и других ресурсов [2].

Установки центрифугирования утфеля – один из наиболее ответственных участков в сахарном производстве. В большинстве случаев на сахарных заводах эксплуатация центрифуг осуществляется в течение длительного срока, что ведёт к физическому и моральному устареванию оборудования механической и электрической частей центрифуг. При этом требуется решение проблемы больших пусковых токов путём применения частотно-регулируемого электропривода для асинхронного двигателя центрифуги для обработки утфеля, что значительно снижает динамические перегрузки в кинематических звеньях механических передач: муфте, редукторе и др. [3], тем самым увеличивается надёжность и срок службы основного технологического оборудования.

### Список литературы

1. ГОСТ Р 51387-99 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения.
2. Энергосбережение в электроприводе. – URL: <https://studfile.net/preview/1743779/>.
3. Бахарев Д.Н. и др. Техническая механика. Курсовое проектирование. Москва : ИНФРА-М, 2020. 236 с. ISBN 978-5-16-015658-3. DOI 10.12737/1045057. EDN RPNJX.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОПОРШНЕВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

**Афанасьев А.А., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Качество и надежность поставляемой потребителям электроэнергии зависит от многих факторов. Это связано с особенностями производства, передачи и преобразования электрической энергии в другие виды энергии [1-7]. В то же время климатические факторы и условия эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения могут свести к минимуму конструктивные и технологические преимущества применяемого оборудования.

В настоящее время не имеет централизованного электроснабжения более 50% территории России с малой плотностью населения и электрической нагрузкой 0,1... 12 кВт/км<sup>2</sup> (тундра, лесные и степные зоны и т.д.). Это также ряд районов централизованного электроснабжения Нечерноземной зоны, Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока (неперспективные удаленные деревни и хутора, отгоны пастбищного животноводства и др.) с постоянно или временно проживающим там сельским населением (около 9,5 млн. человек). Обеспечить электроснабжение таких потребителей можно за счет применения средств и систем малой автономной энергетики с использованием местных энергоресурсов. Целесообразность выбора той или иной системы автономного энергоснабжения объекта, включающей различные источники энергии, определяется технико-экономическими расчетами.

**Материалы и методы.** Систематизация конструкций автономных источников электроснабжения проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Автономные системы малой энергетики как независимые источники электроэнергии являются эффективным средством повышения надежности электроснабжения потребителей.

Резервирование электроприемников первой и второй категорий может осуществляться с использованием различных типов альтернативных источников электроснабжения, включая ветровые и солнечные электростанции, дизельные электростанции и др. На замену традиционным лопастным ветряным турбинам приходят безлопастные ветрогенераторы, которые более эффективны и просты по конструкции. Главное отличие таких генераторов отсутствие лопастей. Недостаток лопастных ветряков заключается и в использовании тихоходных генераторов, нуждающихся во вращении [1].

Существенным дополнением к существующим системам энергоснабжения является использование возобновляемых и альтернативных источников энергии: солнечного излучения, ветра, потоков воды, геотермальной энергии и энергии биомассы. Наиболее перспективным вариантом построения автономных энергетических комплексов представляется интеграция в дизельную си-



стему электроснабжения ветровых и фотоэлектрических станций. В то же время, для автономных электростанций малой мощности, интеграция ВИЭ с дизельными электростанциями удорожает энергетическую систему.

Наиболее эффективно резервирование электроприемников первой и второй категорий с помощью местных электростанций, в том числе газопоршневых и газотурбинных [6, 7]. Они полностью исключают аварийные и плановые перерывы электроснабжения и дают экономический эффект даже при наличии сетевого резервирования.

В качестве автономные системы малой энергетики предлагается использовать газопоршневые электростанции [6]. Модуль ГПЭС размещается в двух транспортабельных блоках (модулях) – энергетическом и управления, представляющих металлические транспортабельные конструкции. Два комплекта ГПЭС размещаются в технологическом модуле, имеющем опорную платформу – раму, стеновое ограждение, крышу, дверной и технологические проемы [7].

**Заключение (выводы).** Наиболее эффективно резервирование электроприемников первой и второй категорий с помощью местных газопоршневых и газотурбинных электростанций.

#### Список литературы

1. Автономные источники энергоснабжения малых форм хозяйствования: Справочник. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 116 с.
2. Нестеров А.М., Вендин С.В. Обзор возможности строительства ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ в Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 200-203.
3. Виноградов, А.В. Анализ основных составляющих эффективности систем электроснабжения сельских потребителей / А.В. Виноградов, А.В. Виноградова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (54). – С. 96-102.
4. Вендин С.В., Ульяновцев Ю.Н. Анализ свойств теплоизоляционных материалов для условий нестационарной теплопередачи // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 30-36.
5. Виноградов, А.В. Отключения в электрических сетях 0,4 кВ: количество, причины и контрмеры / А.В. Виноградов, В.Е. Большев, А.В. Виноградова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (58). – С. 77-81.
6. Газопоршневые мини-ТЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.aerkom.ru/miniTES>.
7. Техническое описание газопоршневого электроагрегата с утилизацией тепла (Контейнерное и открытое исполнение) [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://dgset.ru/pic/File/apk200.pdf>

## **ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

**Банченко М.С., Китаёва О.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

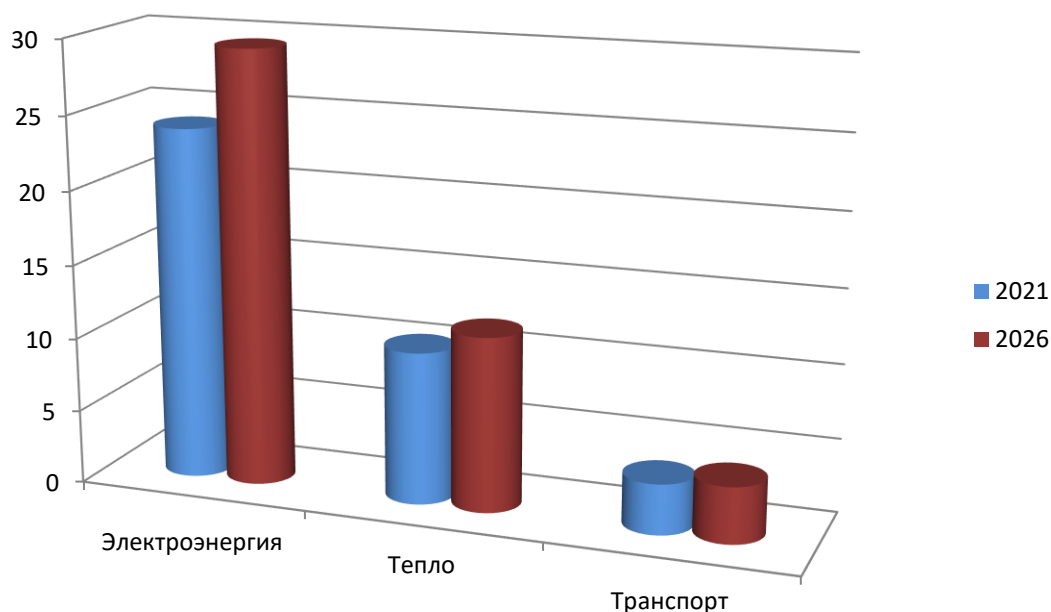
Основной причиной неконкурентоспособности местной сельскохозяйственной продукции является ее высокая цена, которая зависит от производственной мощности ресурсов, определяемой производительностью труда и применяемыми технологиями, методами производства и техниками. Они обуславливают уровень продуктивности животноводства, продуктивность и комфортность труда, качество выпускаемой продукции и, наконец, рентабельность сельского хозяйства. В то же время технология и технические методы определяют уровень усилий, необходимых для разведения и производства животных [1].

Именно поэтому эффективное использование энергетических ресурсов в сельском хозяйстве, снижение их затрат на единицу продукции и повышение энергоэффективности является сегодня одной из важнейших задач. Уровень усилий в последние годы увеличил издержки производства и их снижение для производства сельскохозяйственной продукции, управления и экономии использования энергетических ресурсов являются основными и принципиальными проблемами рыночной конъюнктуры [2].

Энергосбережение с каждым годом становится актуальной темой. Дефицит энергетических ресурсов, высокая стоимость энергии, негативное влияние на окружающую среду, связанное с ее производством, все эти факторы показывают, что лучше снизить потребление энергии, чем продолжать увеличивать ее работу, и тем самым вызвать массу проблем [3]. Речь идет не только о поиске способов снижения потребления энергии за счет ее правильного использования во всем мире, но и об очень эффективном ее использовании.

Аграрная политика правительства в последние годы направлена на внедрение новых видов деятельности в сельском хозяйстве. Современные методы ведения сельского хозяйства направлены на получение экономической выгоды от инвестиций в использование новых технологий, новых машин, инструментов и других новых разработок, позволяющих экономить ресурсы электроэнергии. Понятно, что традиционные методы возделывания, использование дорогостоящих, энергоемких технологий, старых механических моделей, некачественной техники, неэффективных методов хозяйствования не могут обеспечить конкурентоспособных результатов. Именно поэтому вопрос использования возобновляемых источников энергии является актуальным.

Доли возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии, тепла и транспорта представлена на рисунке 1 [4].



**Рис. 1 – Доли возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии, тепла и транспорта в 2021 году**

В основе перехода к низкоуглеродной и устойчивой энергетической системе лежат возобновляемые источники энергии. Энергетический сектор является наиболее важным для возобновляемых источников энергии, и в последние годы увеличилось использование солнечной и ветровой энергии. Однако на электричество приходится только одна пятая часть мирового энергопотребления, и роль возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве важна.

#### Список литературы

1. Обзор мировой энергетики 2021 г. [Электронный ресурс] : Режим доступа: [https://www-iea-org.translate.google.com/reports/world-energy-outlook-2021?\\_x\\_tr\\_sl=auto&\\_x\\_tr\\_tl=ru&\\_x\\_tr\\_hl=ru&\\_x\\_tr\\_pto=wapp](https://www-iea-org.translate.google.com/reports/world-energy-outlook-2021?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=wapp)
2. Бондарева И.А. Инновационные пути решения проблемы обеспеченности энергетическими ресурсами [Текст] / И.А. Бондарева и др.// Инновационные перспективы Донбасса, 2019. С. 209-214.
3. Ужик В.Ф., Китаёва О.В. Энергетический баланс [Текст] // В сборнике: Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ 2023. С. 218-222.
4. Официальный сайт международного агентства [Электронный ресурс] : Режим доступа: [www.iea.org](http://www.iea.org).

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОАЭРОЗОЛЕЙ ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Бекетов Е.С., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Современное животноводство характеризуется промышленными технологиями содержания животных с высокой степенью концентрации поголовья на ограниченных территориях. Это порождает ряд проблем эпизотического и экологического характера. Для обеспечения сохранности поголовья животных необходимо проводить дезинфекцию животноводческих помещений [1-4]. Существуют различные способы и приемы обработки помещений с целью их дезинфекции. При этом одним из эффективных приемов является электроаэрозольная обработка, основанная на создании заряженных капель химических препаратов и электрическим осаждением их на поверхность объекта обработки [5-7]. При этом можно использовать механические и пневматические способы распыления полученной дезинфицирующей жидкости. Применение электротехнологий позволяет решить многие практические задачи для обеззараживания среды.

**Материалы и методы.** Исследования по применению электроаэрозолей для дезинфекции животноводческих помещений проводились с применением методов анализа технических решений и патентного поиска.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для образования электроаэрозоля необходимо создать жидкостную пленку, после чего провести ее зарядку и распыление на отдельные капли [5]. Полученные капли с зарядом, попав в электрическое поле, создают электрический ток, называемый током переноса, который является главной характеристикой при создании потока частиц электроаэрозоля и, следовательно, существенно влияет на эффективность процесса заряда частиц и их размеров при дроблении. Этот ток называют еще током конвекции.

Каждая частица получает объемный электрический заряд, который в свою очередь также оказывает влияние на величину конвективного тока. Эффективность процесса зависит также от электрофизических параметров среды, напряженности электрического поля при заряде, кинематических и конструктивных параметров генератора электроаэрозолей. Для моделирования процессов создания электроаэрозолей используют условия сохранения электрического заряда и уравнение непрерывности плотности полного тока.

Вопросы генерации заряженных частиц показывают, что способ зарядки частиц в электрическом поле наиболее хорошо сочетается с механическим и пневматическими способами распыления жидкости. Процесс образования электрически заряженного аэрозоля состоит в формировании специальными устройствами пленки жидкости с последующей ее зарядкой и распадком в электрическом поле на отдельные заряженные капли. Наиболее ответственным и

громоздким аппаратом высоковольтных выпрямительных устройств является повышающий трансформатор. Поэтому в выпрямительных устройствах нашли применение схемы умножения напряжения, позволяющие получать на выходе напряжение, в несколько раз превышающее напряжение вторичной обмотки трансформатора.

Для аэрозольной обработки помещений предлагается конструкция электроаэрозольного генератора. Принцип работы генератора заключается в следующем: жидкость для дезинфекции через патрубок, распределительный стакан и отверстия поступает на вращающиеся чашеобразные элементы и крыльчатку. Под действием центробежной силы пленка жидкости дробится на мелкие шарики, которые отбрасываются к периферии крыльчатки, где получают электрический заряд от кольцевого высоковольтного электрода и распыляются в помещение через отверстия. Высокое напряжение подводится через щеточный контакт.

**Заключение (выводы).** Приведен анализ исследований по применению электроаэрозолей для дезинфекции животноводческих помещений. Рассмотрена конструкция электроаэрозольного генератора и схемы выпрямителей для повышения напряжения при зарядке капель дезинфицирующей жидкости.

#### Список литературы

1. Обзор прогрессивных технологий содержания кур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.curiatnik.ru>. (дата обращения 27.01.2023 г.).
2. Кудрявцев М.Ф., Карасенко В.А. Электрический нагрев и электротехнологии / М.Ф. Кудрявцев, В.А. Карасенко. – М. : Агропромиздат, 2001. – 384 с.
3. Мануйленко А.Н. Перспективы применения озона для очистки воздуха в животноводческих помещениях / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // В сборнике: Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения. 2018. С. 185-189.
4. Мануйленко, А.Н. Электроозонирование животноводческих помещений / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 22-23.
5. Лекомцев П.Л. Электроаэрозольные технологии в сельскохозяйственном производстве. Автореф. дисс. д.т.н. / П.Л. Лекомцев. – Москва. – 2006. – 40 с.
6. Электроаэрозольные технологии в сельскохозяйственном производстве [Электронный ресурс] <http://www.dslib.net/agroprom-elektrotex/jelektroajerozolnye-tehnologii-v-selskohozjajstvennom-proizvodstve.html>
7. Корякин Ю.А. Электроаэрозольная обработка животноводческих помещений / Ю.А. Корякин, С.В. Вендин // В книге: Материалы Международной студенческой научной конференции. Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. 2016. С. 175.

## **СВЕТОДИОДНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА**

**Богомолов С.С., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п.Майский, Россия

Современные агрокомбинаты являются энергоемкими промышленными предприятиями, применяющими электротехнические и светотехнические средства для выращивания рассады и ведения светокультуры растений. Вместе с тем в настоящее время обострилось положение с использованием энергоресурсов в тепличном овощеводстве, что связано с ростом тарифов [1]. При существующих тарифах на энергоносители их доля в структуре затрат на производство овощной продукции составляет 50-70% [2]. На получение оптического излучения в сельском хозяйстве расходуется примерно 20% потребляемых энергоресурсов. Снижение удельной установленной мощности облучательных установок в теплицах до минимально возможных уровней в соответствии с требованиями технологий выращивания растений является важной задачей повышения экономии в АПК.

Оптическое излучение имеет очень важное влияние на фотосинтез и другие биологические процессы в растениях. Известно, что спектр излучения воспринимается пигментным комплексом растения. Параметры спектра такого излучения оказывают влияние на биохимические реакции, физиологические процессы, происходящие в растении, а также развитие растения в целом.

Спектральные характеристики традиционных источников света для теплиц не соответствуют оптимальному значению, а применение современных светодиодов для облучения растений позволяет создавать любой спектр света, и при необходимости изменять спектральный состав и спектральную интенсивность облучения с течением времени в соответствии с протекающими биологическими процессами в растениях, при этом, чем ближе спектральные характеристики источника оптического излучения к требуемым значениям, энергоемкость облучения растений будет снижаться, в связи с этим применение светодиодных установок с регулируемым спектром излучения может быть наилучшим источником оптического излучения для тепличных хозяйств [3]. В то же время известные существующие светодиодные установки для облучения растений не в полной мере отвечают технологическим требованиям. Кроме того, для получения максимальной энергоэффективности необходимо автоматизировать процесс облучения. Потому была поставлена задача разработать светодиодный модуль, позволяющий создать оптимальный световой поток для осуществления процессов фотосинтеза в растениях и повысить эффективность использования энергии оптического излучения в условиях защищенного грунта за счет обеспечения равномерности потока излучения и управления спектральным составом излучения.

В основу разработки светодиодного модуля для облучения растений в условиях защищенного грунта, обеспечивающего равномерность потока излучения и управление спектральным составом излучения, положены научные исследования, проведенные с 2020 по 2022 год на кафедре электрооборудования и электротехнологий в АПК Белгородского ГАУ.

В разработанной конструкции светодиодного модуля устройство для облучения выполнено в виде двух плат с толстым алюминиевым основанием, на которых расположены светодиодные группы в виде светодиодных лент красного, оранжевого, синего и ультрафиолетового спектра оптического излучения, причем эти ленты расположены по ширине светильника с ассиметричным чередованием на платах. На конструкцию получен патент на полезную модель №206336 «Устройство для облучения растений».

Основными преимуществами разработки по сравнению с известными светодиодными устройствами являются: модульность конструкции; равномерность облучения при малых высотах подвеса (от 0,3 м) [4]; возможность регулировки спектрального состава облучения по полосам спектра; возможность изменения общей облученности поверхности; наличие защиты светодиодов от перегрева путем уменьшения тока или отключения устройства при аварийных значениях температуры; модульность и автономность конструкции позволяет использовать разработку для облучения растений в различных помещениях.

Данная модульная установка обеспечивает надежность работы за счет пассивной системы охлаждения, защиту светодиодов и драйверов от перегрева с помощью датчиков температуры, равномерность облучения и простоту управления интенсивностью облучения, поддержание заданного спектрального состава с помощью микроконтроллера и датчиков, а также осуществление дистанционного мониторинга показателей светодиодной установки для облучения растений.

Расчет технико-экономической эффективности применения светодиодной установки для облучения растений показал, что при замене ламп НЛВД на светодиодные установки для облучения растений, эксплуатационные затраты разработанного устройства ниже, чем при обычных системах с натриевыми лампами досвечивания на 35%. Дополнительным экономическим результатом является повышение оптического КПД с возможным увеличением уровня продуктивности растений.

#### Список литературы

1. Шарый С.В., Водолазская Н.В., Шарая О.А. Инновационные решения для тепличных комплексов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 3 (35). – С. 109-116.
2. Неменуца Л.А. Энергосберегающие технологии освещения для АПК. Инновации в сельском хозяйстве, 2016. № 4. С. 238-241.
3. Рогатовских Т.М., Кирина В.А. Сравнительный анализ технологии досвечивания тепличных культур, с применением натриевых ламп и комбинированной технологии (натриевые + светодиодные лампы). Аллея науки, 2019. № 12. С. 255-259.
4. Богомоллов С.С., Вендин С.В. Расчет параметров светодиодной установки для облучения растений. Инновации в АПК: проблемы и перспективы, 2022. № 3 (35). С. 9-19.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКТЕРИЦИДНЫХ РЕЦИРКУЛЯТОРОВ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Бондаренко А.А., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** СанПиН 2.3.2.560-96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» обязует предприятия пищевой и перерабатывающей отрасли соблюдать бактерицидную чистоту воздуха. Необходимо это не только для поддержания здоровья работников и улучшения работоспособности предприятия, но и обеспечения чистоты воздуха [1, 2].

Реализация полуфабрикатов должна осуществляться в обособленных помещениях первой категории, где бактерицидная эффективность не может быть менее 99%. Обусловлено это тем, что наличие повышенной влажности воздуха, а также питательных веществ способствует активному размножению и развитию спор плесневых грибов, дрожжей, патогенных микробов, которые влияют на сроки годности ингредиентов. Как итог – выпуск некачественной продукции и потеря прибыли.

**Материалы и методы.** Методология исследований предполагала использование методов анализа научной литературы.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Решением достаточно серьезной проблемы может являться установка бактерицидных рециркуляторов воздуха закрытого типа для обеззараживания.

Использование установок закрытого типа позволяет обеспечить обеззараживание воздуха в присутствии сотрудников, что не влечет дополнительные простои подразделения. Кроме того, данный конструктив позволяет достичь заданный уровень бактерицидной эффективности в рабочей среде, с возможностью обеспечения поддержания микробной обсемененности воздуха помещения на заданном уровне.

Типовая модель устройства состоит из ультрафиолетовых ламп, вентилятора для циркуляции воздуха, фильтра очистки, защитной решетки, блока питания, пускорегулирующего аппарата, а также выключателя [3].

Все эти составляющие позволяют самостоятельно собрать установку, производительностью 3000 м<sup>3</sup>/час и обеспечить его работу по следующему алгоритму:

- закачивание грязного воздуха из помещения в камеру рециркулятора;
- воздействие ламп УФ на принятый воздух;
- выпуск чистого, обеззараженного воздуха в производственное помещение;
- начало нового цикла.



При разработке данного устройства стоит также учитывать следующие моменты:

- производительность должна быть обусловлена объёму производственного помещения;
- соответствие уровню бактерицидной эффективности в помещениях, в нашем случае не менее 99%;
- удобный крепеж устройства;
- оптимальный уровень шума, так как установка будет работать в непосредственной близости с людьми.

Эффективность использования рециркуляторов может быть достигнута при правильном выборе количества установок, мощности и времени работы.

При включении бактерицидного рециркулятора на ограниченный период времени минимальную продолжительность его работы ( $T_{\text{мин}}$ ) рекомендуется определять так, чтобы можно было обеспечить минимум однократное прохождение всего объема воздуха помещения ( $V_{\text{п}}$ ) через установку.

Для этого необходимо использовать следующую формулу:

$$T_{\text{мин}} = \frac{V_{\text{п}}}{Q_{\text{рец}}}$$

Небольшой цех по производству полуфабрикатов имеет площадь объемом 15 000 м<sup>3</sup>. Тогда для обеззараживания помещения такой площади одной установкой потребуется 300 минут или же 5 часов. Эффективнее использовать несколько установок для достижения необходимого результата за короткий срок [4].

**Заключение.** Применение бактерицидных рециркуляторов воздуха закрытого типа: обеспечивает чистоту воздуха, путём уменьшения количества пыли и других загрязнений; способствует поддержанию здоровья работников предприятия; улучшает работоспособность предприятия и снижает расходы на энерго-ресурсы.

#### Список литературы

1. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.3.2.560-96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 24.10.1996 N 27) (с изменениями и дополнениями) (прекратили действие) | ГАРАНТ (garant.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/4176602/?ysclid=lepih87usv780725511> (дата 24.02.2023).
2. Мануйленко А.Н., Вендин С.В. Автономный модуль электрического озонатора воздуха // Агротехника и энергообеспечение. 2022. – № 4 (37). С. 79-87.
3. Столер В.Д., Иванов Ю.А., Савельев Ю.Л. Эффективные устройства местной вентиляции на промышленных объектах. Учеб. рос. Лань, 2022. 252 с.
4. Калинин И.В. Монтаж и пусконаладочные работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Стройинформиздат, 2017. 46 с.

## **ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЛИ УСТРОЙСТВО ПЛАВНОГО ПУСКА**

**Борцов Н.С., Григорьян И.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для ограничения пускового момента, обеспечения плавного пуска и торможения асинхронных двигателей разработаны устройства плавного пуска – УПП. Устройства предназначены для легкого и нормального режимов пуска и должны применяться совместно с устройствами защиты двигателя. Сразу после запуска двигателя крутящий момент может достигать 150-200%, а ток – 600-800% от номинального, из-за чего в местной электросети могут возникать провалы и просадки напряжения. Снижение пускового тока позволяет использовать пускатели и предохранители меньших номиналов.

Вместе с тем, в последнее время в технических системах стало «популярным» использование в электроприводе статичных преобразователей частоты [1].

Например, на станциях первого подъема скважинного насоса при перекачивании воды из скважины в емкость, то есть при дискретном управлении использование преобразователей частоты необоснованно, т.к. нет необходимости изменения частоты вращения двигателя насоса.

В данном применении устройства плавного пуска выступает как бюджетная альтернатива преобразователю частоты, позволяющая безопасно, без бросков тока и гидроударов осуществить пуск и останов насоса.

На повысительных насосных станциях (ПНС) при недостаточном напоре в системе центрального водоснабжения ПЧВ стабилизирует давление в напорном коллекторе, управляет повысительным насосом и поддерживает установленное давление в системе. УПП может устанавливаться вместе с ПЧВ для плавного пуска дополнительных насосов или рассматриваться как альтернатива ПЧВ в случае, если регулировка частоты вращения насоса невозможна или нежелательна.

Главной особенностью приведенных схемы подключения УПП для перечисленных систем УПП1 является импульсный старт – возможность подачи на двигатель полного напряжения на краткое время (до 200 мс) для создания необходимого пускового момента.

### **Список литературы**

1. Кислинский К.Н., Шахбазян Р.В Автоматизация насосной станции с применением частотно-регулируемых приводов. Материалы международной студенческой научной конференции. Белгород, 2015. С. 216.

## СПОСОБ СВЧ ДЕЗИНСЕКЦИИ СЕМЯН

**Бредихин В.Л., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Применение электромагнитных полей для технологической обработки сельскохозяйственных материалов требует разработки способов и устройств для обеспечения эффективности и качества обработки.

Одной из важных операций при хранении семян и зерна является дезинсекция зерна от насекомых-вредителей. Для этого используют химические средства газации, тепловую дезинсекцию в зерносушилках, а также электрофизические способы воздействия [1-4], включая установки с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты.

Технологические приёмы обработки продуктов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению.

По сути процесс СВЧ обработки различных продуктов аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-6 и др.].

При СВЧ обработке важно обеспечить равномерность обработки объёма продукта и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчёта СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** СВЧ обработка семян и зерна может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций.

Недостатками некоторых способов СВЧ дезинсекции является то, что они не могут быть применены для дезинсекции семян из-за снижения всхожести семян при достижении 100%-ной смертности насекомых-вредителей. Так, например, при электромагнитной дезинсекции семян гороха от гороховой зерновки при достижении 100% смертности насекомых отмечается снижение всхожести семян на 50% и более, при этом температура нагрева семян достигает 60°C и выше. Снижение всхожести семян происходит из-за интегрального воздействия высоких температур в период СВЧ-облучения и после в период отлежки.

Указанный недостаток устранен в способе дезинсекции семян бобовых [7]. Цель изобретения – повышение эффективности дезинсекции при сохранении посевных качеств семян и повышение производительности. Указанная цель достигается тем, что согласно способу дезинсекции, зерно обрабатывают электромагнитным полем, семена облучают электромагнитным полем СВЧ при удельной мощности воздействия СВЧ-энергии 0,3-0,8 кВт/кг до температуры нагрева семян 70-75°C, после чего их охлаждают в потоке воздуха со скоростью потока 5-7 м/с и при удельном расходе воздуха 0,1-0,2 м<sup>3</sup>/с на 1 кг семян до температуры 30-35°C.

**Заключение (выводы).** Предлагаемый способ СВЧ дезинсекции семян позволяет обеспечить эффективную дезинсекцию семян без снижения их всхожести.

### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
6. Вендин С.В. Теория и математические методы анализа тепловых процессов при СВЧ обработке семян: Монография / С.В. Вендин. М.; Белгород: ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», ООО «ТРАНСЛОГ», 2016. 143 с.
7. Авторское свидетельство RUS № 1706419. Способ дезинсекции семян бобовых / Вендин С.В., Горин А.Д., Кузнецов С.Г. – Оpubл. 23.01.1992; Бюл. № 23.

## АНАЛИЗ ПРЕДПОСЫЛОК РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В АПК РОССИИ

Васильев В.Ю., Титов Е.В.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, Россия

Одним из необходимых условий для жизнедеятельности предприятий АПК, как и любой другой отрасли, является качественное энергоснабжение. В виду того, что большая часть сельскохозяйственных предприятий расположена в удалении от сетей центрального электроснабжения, для энергоснабжения таких потребителей требуется применение децентрализованных источников электроэнергии. Децентрализация наряду с декарбонизацией на сегодняшний день являются основными направлениями развития энергетики как России, так и всего мира. Связано это с тем, что на сегодняшний день все острее встает вопрос о конечности традиционных источников энергетики, о экономически невыгодном обеспечении удаленных регионов электроэнергией с использованием традиционного топлива и об экологическом загрязнении, к которому приводит использование углеводородов. Как результат, актуальной для мирового сообщества становится проблема перехода на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) [1-2].

Из [3] видно, что по результатам проведенного в 2021 году конкурсного отбора проектов возобновляемой на оптовом рынке электрической энергии и мощности в период с 2023 года по 2028 год предполагается строительство 69 электростанций общей мощностью более 2700 МВт. Диаграмма соотношения вводимых электростанций, использующих возобновляемые источники энергии, приведена на рисунке 1. Согласно данной диаграмме более двух третей запланированной мощности генерации составляет энергия, полученная от ветроэлектростанций. Данный факт показывает то, что ветроэлектростанции востребованы со стороны Правительства Российской Федерации.

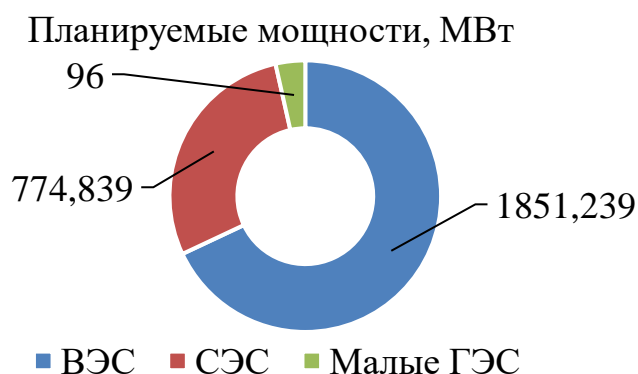


Рис. 1 – Мощности вводимых электростанций, использующих возобновляемые источники энергии

Кроме того, анализ действующей нормативно-правовой базы показывает, что развитие ветроэнергетики является одной из приоритетных задач энергетической отрасли, решение которых способствует социально-экономическому развитию России. Так, например, в [4] к приоритетным технологиям, внедрение которых повлечет рост темпов социально-экономического развития страны, относятся технологии, базирующиеся на применении энергии ветра. В то же время оборудование ветроэнергетических установок мегаваттного класса входит в перечень необходимого на территории Российской Федерации технологического оборудования.

Следовательно, на сегодняшний день приоритетными для энергетической отрасли являются задачи по развитию технологий, использующих энергию ветра. Развитие ветроэнергетики становится перспективным направлением, способствующим достижению целей по децентрализации и декарбонизации энергетики, что в очередной раз доказывает огромный потенциал развития ветроэнергетики.

Таким образом, использование энергии ветра для обеспечения электроэнергией предприятий агропромышленного комплекса является направлением, соответствующим не только повышению качества энергоснабжения сельскохозяйственных производств, но и развития энергетической отрасли в целом.

#### Список литературы

1. Нестерова, Н.В. возобновляемые источники энергии / Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК : Материалы национальной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I, Воронеж, 26 февраля 2019 года / Под общей редакцией О.М. Костикова, А.В. Божко. Том Часть I. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 215-223. – EDN QAJMKN.
2. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю. Автоматизация механических и тепловых процессов в многокамерном биогазовом реакторе непрерывной загрузки сырья // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2016. № 4 (74). С.55-60.
3. Доклад о реализации плана деятельности Министерства энергетики Российской Федерации на период 2019-2024 годов, утвержденного приказом Минэнерго России от 28 января 2019 г. № 45, за 2021 год // СПС КонсультантПлюс.
4. Распоряжение правительства РФ от 09.06.2020 N 1523-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года» // СПС КонсультантПлюс.

## ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗВИТИЯ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В АПК

**Васильев В.Ю., Титов Е.В.**

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, Россия

В настоящее время в связи с действием таких программ развития, как «Дальневосточный гектар», прогнозируется увеличение числа фермерских хозяйств на территории России. Для их качественного функционирования необходимо эффективное снабжение данных объектов электроэнергией. Так как большая часть территорий, предназначенных для сельскохозяйственных нужд, расположена в удалении от центральных систем электроснабжения, то для решения вопроса эффективной работы таких потребителей необходимо решать вопрос их электрификации.

В качестве варианта решения данной проблемы можно использовать генерацию электроэнергии посредством технологий ветроэнергетики. К достоинствам ее применения относят бесконечный запас «топлива», энергия которого преобразовывается в другие виды, а также снижение углеродного следа в процессе генерации электроэнергии [1-3].

Преобразование энергии ветра в электрическую происходит в различных ветроэнергетических установках (ВЭУ). Несмотря на то, что ресурсы ветра неограничены, при применении ВЭУ встает вопрос об их эффективном использовании. С одной стороны, это связано с условием незапуска ветрогенераторов, так как при значениях скорости ветра ниже определенных ВЭУ не вырабатывает электроэнергию [3]. С другой стороны, для оптимального размещения ветроэнергетических установок необходимо производить расчет потенциальной выработки электроэнергии, так как проектируемая ВЭУ может стать нерентабельной. Следовательно, для эффективного использования энергии ветра необходимо следовать методике проектирования ВЭУ, которая должна обеспечивать точный расчет потенциальной выработки электроэнергии, а также режимов работы ветроустановок. Мощность ВЭУ равна [3]

$$P_{\text{ВЭУ}} = \frac{C_p \rho S v^3}{2}, \quad (1)$$

где  $C_p$  – коэффициент мощности ветрового потока;  
 $\rho$  – плотность воздуха;  
 $S$  – площадь ветроколеса, м<sup>2</sup>;  
 $v$  – скорость ветра, м/с.

В данном случае  $\rho = \text{const} = 1,226 \text{ кг/м}^3$ , что соответствует параметрам воздуха при нормальных условиях.

Согласно [4] значение плотности воздуха изменяется в зависимости от его относительной влажности  $\phi$ . Следовательно, уравнение (1) некорректно и его использование при определении параметров ВЭУ приводит к неточности рас-

четов параметров ветроустановки, так как температура, относительная влажность воздуха и барометрическое давление на территории сельскохозяйственных районов не всегда равна значениям, соответствующим нормальным условиям, а воздух является влажным, то есть относительная влажность воздуха  $\phi$  не равно 0%.

Согласно [4] изменение климатических условиях влияет на значение плотности воздуха. Как следствие, происходит изменение вырабатываемой ВЭУ электроэнергии. Следовательно, действующая методика проектирования ВЭУ некорректна и для более эффективного проектирования ветроустановок необходимо провести корректировку данной методики.

Таким образом, используя действующую методику проектирования ВЭУ невозможно корректно рассчитать параметры ветроустановок. При этом, возможно, следует рассматривать учет влияния группы метеорологических параметров (барометрическое давление, относительная влажность и температура воздуха) на мощность ВЭУ как один из подходов к развитию данной методики. Но однозначно утверждать о правдивости данной гипотезы можно только после теоретических и экспериментальных исследований в данной сфере.

#### Список литературы

1. Нестерова, Н.В. Возобновляемые источники энергии / Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК : Материалы национальной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I, Воронеж, 26 февраля 2019 года / Под общей редакцией О.М. Костикова, А.В. Божко. Том Часть I. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 215-223. – EDN QAJMKN.
2. Шопинский С.Н., Вендин С.В. Проблемы и перспективы использования ветроэлектрических установок в зонах со слабыми ветрами // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. №1 (9). С.16-20.
3. Юдаев, И.В. Возобновляемые источники энергии : учебник для вузов / И.В. Юдаев, Ю.В. Даус, В.В. Гамага. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 328 с. – ISBN 978-5-8114-9502-3.
4. Аверкин, А.Г. I-d-диаграмма влажного воздуха и ее применение при проектировании технических устройств : учебное пособие / А.Г. Аверкин. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 192 с. – ISBN 978-5-8114-2248-7.



## СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ ПРОВОДОВ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

**Васильченко Я.В., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Введение.** Качество и надежность поставляемой потребителям электроэнергии зависит от многих факторов. Это связано с особенностями производства, передачи и преобразования электрической энергии в другие виды энергии [1-4]. В то же время климатические факторы и условия эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения могут свести к минимуму конструктивные и технологические преимущества применяемого оборудования. В ряде регионов существует серьезная проблема обледенения проводов в осенне-зимний период. Это снижает надежность электроснабжения и приводит к увеличению затрат при эксплуатации воздушных линий электропередач. Среднее время ликвидации гололедных аварий превышает среднее время ликвидации аварий по другим причинам в 10 и более раз. Режим работы энергосистемы также оказывает большое влияние на образование гололеда на ВЛ. Интенсивность гололедных отложений на проводах, находящихся под напряжением, оказывается примерно на 30% большей, чем на линиях без тока.

**Материалы и методы.** В основу исследований был положен научно-поисковый анализ способов и технических решений для борьбы с гололедами и обледенением.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В качестве пассивной меры борьбы с гололедом можно использовать различные высокопрочные провода из композитных материалов с несущим сердечником и применение растворов специальных веществ, которые наносят на провода ВЛ [3]. В целом практическая реализация пассивных методов борьбы с гололедом возможна только при проектировании и вводе в эксплуатацию новых линий электропередач [4]. К числу традиционных методов относят: плавку гололеда на проводах воздушных линий с переменным током. Современное состояние элементной базы силовой электроники открывает дополнительные возможности и стимулирует разработку новых методов борьбы с ледяными отложениями, свободных от этих недостатков [5]. Перспективным направлением в разработке новых средств борьбы с гололедными отложениями на воздушных линиях является применение комбинированных преобразовательных агрегатов, которые при необходимости могут выполнять плавку льда, а в остальное время — компенсацию реактивной мощности, а также использовать роботизированные устройства [6]. Необходимо признать актуальным плавку гололеда током сверхнизкой частоты, сочетающим в себе преимущества плавления переменным током промышленной частоты (по трем проводам одновременно) и плавку постоянным током (ограниченным только активным сопротивлением, плавным регулированием тока плавки). Дополнительным преимуществом является то, что установка для плавки льда

током сверхнизкой частоты может быть легко преобразована в статический компенсатор реактивной мощности [7]. Это позволяет эксплуатировать дорогостоящее преобразовательное оборудование в течение календарного года. Однако есть еще один недостаток, например, необходимость отключения воздушной линии электропередачи для очистки. Этот недостаток может быть полностью устранен технологией гибких электропередач переменного тока [8].

**Заключение (выводы).** Среднее время ликвидации гололедных аварий превышает среднее время ликвидации аварий по другим причинам в 10 и более раз. Режим работы энергосистемы также оказывает большое влияние на образование гололеда на ВЛ. Интенсивность гололедных отложений на проводах, находящихся под напряжением, оказывается примерно на 30% большей, чем на линиях без тока. Для устранения гололеда возможно применение пассивных методов при проектировании и вводе в эксплуатацию новых линий электропередач и активных методов плавки гололеда.

#### Список литературы

1. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю. Автоматизация механических и тепловых процессов в многокамерном биогазовом реакторе непрерывной загрузки сырья // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2016. № 4 (74). С. 55-60.
2. Нестеров А.М., Вендин С.В. Обзор возможности строительства ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ в Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 200-203.
3. Алексеев, Б.А. Повышение пропускной способности воздушных линий электропередачи и применение проводов новых марок / Б.А. Алексеев // ЭЛЕКТРО. – № 3, 2009. С. 45-50.
4. Банников, Ю.И. Влияние напряжения ВЛ электропередачи на процесс гололедообразования / Ю.И. Банников, Н.Я. Николаев // Тр. ЧИМЭСХ – Челябинск, ВВП. 123, 1977. – С. 101-104.
5. РД 34.20.511 (МУ 34-70-028–82) / Методические указания по плавке гололеда переменным током. Ч. 1. — М. : Союзтехэнерго, 1983.
6. РД 34.20.511 (МУ 34-70-028–82) / Методические указания по плавке гололеда постоянным током. Ч. 2. — М. : Союзтехэнерго, 1983.
7. Кочкин, В.И. Новые технологии повышения пропускной способности ЛЭП. Управляемая передача мощности / В.И. Кочкин // Новости Электротехники. – № 4 (46), 2007. – С. 44-48.
8. Электротехнический справочник: В 3 т. Т. 3. В 2 кн. Кн. 1. Производство и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ И.Н. Орлова (гл. ред.) и др. 7 изд., испр. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1988, 880 с.

## **СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ВОДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Волегов Р.Д., Мануйленко А.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Водоподготовка один из основных этапов очистки воды и приведение ее качества к нормам того или иного сельскохозяйственного производства. Как правило, мероприятие водоподготовки на предприятиях АПК применяется, чтобы добиться высокого качества технологических процессов. Во время обработки поступающей воды на технологические нужды можно удалить определенные примеси, вредные вещества и микроорганизмы или обогатить её необходимыми элементами [1-3].

В настоящее время существует множество способов обработки воды сельскохозяйственных предприятий. С некоторыми из них ознакомимся ниже.

Хлорирование является наиболее популярным способом обработки воды ввиду простоты технологии, минимальных капитальных затрат и высокой эффективности в борьбе с бактериями и микроорганизмами. Но данный способ и не лишен недостатков, главный из которых это высокая токсичность хлора, который не удаляется полностью из воды после обработки.

Угольные фильтры эффективны в борьбе с органическими и неорганическими соединениями, в том числе с хлором. Их недостатком являются большие размеры установок, в которых предусмотрено несколько слоев активированного угля. Также угольные фильтры требуют тщательного профессионального обслуживания.

Адсорбционные системы используются после первых этапов очистки и основаны на осаждении многих примесей на поверхности пористых материалов. Деструктивные методы удаляют ценные органические соединения путем окислительных или восстановительных реакций. Биологические методы основаны на естественном возобновлении воды. Микроорганизмы «поедают» органические соединения.

Метод обратного осмоса получил широкое распространение, как в производстве, так и в быту. Данный способ очистки исключает использование дополнительной дезинфекции с использованием хлора и его соединений. Это связано с тем, что полупроницаемая мембрана не пропускает вирусы или бактерии. Вода после обратного осмоса практически стерильна. Основные недостатки: используемые мембраны очень дорогие, скорость очистки медленная [4].

Озонирование очень эффективно для очистки воды. Метод направлен на удаление различных бактерий и органических соединений. Способ основан на разложении озона, который является катализатором большинства окислительных реакций. В результате образуются нетоксичные продукты разложения: атомарный и молекулярный кислород [5].

Ультрафиолетовая дезинфекция считается деликатным методом очистки. Ультрафиолетовые лучи уничтожают микроорганизмы без реагентов. Мощность излучения влияет на эффективность очистки [6].

Таким образом, необходимость обработки воды для сельскохозяйственных нужд неотъемлемая часть работоспособности агропромышленного комплекса. Высокую эффективность в обработке водных ресурсов можно получить, прибегая к комбинированному методу, то есть применение нескольких способов сразу для сохранения свойств водного ресурса и экономической целесообразности производства.

#### Список литературы

1. Мануйленко А.Н. Ключевые проблемы промышленной безопасности // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Национальная безопасность России: актуальные аспекты» ГНИИ «Нацразвитие». Июль 2018». – СПб: Изд-во: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2018. – С. 57-64.
2. Лавринова Е.В., Семенютин В.В. Микроскопические грибы и их воздействие на организм человека и животных // Материалы Международной студенческой научной конференции. – Белгород: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. –Т. 1. – С. 53.
3. Лаврова О.Б., Лавринова Е.В. Лечение стафило-стрептококковых артритов у поросят // Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее». – Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – Т. 1. – С. 130-131.
4. Гришина И.П. Оптимальный метод безреагентной обработки воды // Сборник научных трудов «Образовательная инициатива как ключевой фактор развития сферы знаний». – Казань : Изд-во ООО «СитИвент», 2019. – С. 307-310.
5. Мануйленко А.Н. Управление процессом электроозонирования в животноводческом помещении // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 4. С. 293.
6. Вендин С.В., Заболотный В.Н., Ульяновцев Ю.Н. Установка для обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2022. – № 12. – С. 70-74.

## **ВОПРОСЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ**

**Воронкин Е.Ю., Соловьёв С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В сетевых организациях необходимо планомерно проводить мероприятия по обновлению эксплуатируемого на объектах электросетевого комплекса устройств РЗА с учетом срока их эксплуатации, возможных последствий неправильной работы [1].

Обновление парка эксплуатируемых устройств РЗА реализуется:

- путем замены устройств РЗА и их элементов, выполняемой при проведении технического обслуживания устройств в соответствии с [2, 3, 4, 5];
- при проведении реконструкции оборудования энергообъекта или его части.

При организации мероприятий по замене эксплуатируемых устройств РЗА следует ориентироваться на следующие величины фактического среднего срока службы устройств, выполненных на разной элементной базе:

- ЭМ устройства РЗА – 25 лет [3];
- МЭ устройства РЗА – 12 лет [3];
- МП устройств РЗА – 25 лет.

На основании результатов технического обслуживания или после реализации мероприятий по замене реле и отдельных элементов сроки эксплуатации комплексов РЗА (устройств РЗА могут быть продлены по решению технического руководителя субъекта электроэнергетики.

Для контрольных кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией (ГОСТ 1508) следует ориентироваться на фактические средние сроки службы [3]:

- для проложенных на улице – не меньше 20 лет;
- для проложенных в помещении – не меньше 25 лет;
- для ВЧ кабелей (ГОСТ 11326.0) – не меньше 15 лет.

Фактическое состояние контрольных и ВЧ кабелей определяется при конкретном обследовании их состояния на энергообъекте.

Учет и анализ работы эксплуатируемых устройств РЗА с выявлением причин неправильной работы и разработкой мероприятий, в том числе по замене и повышению надежности работы устройств РЗА, выполняется в соответствии с ГОСТ Р 56865.

Замена устройств РЗА, выполняемая в соответствии с условиями и требованиями, изложенными в предыдущих пунктах, должна обеспечивать сохранение необходимой надежности работы устройств [4] при выборе экономически предпочтительного варианта замены.

Допускается замена устройств РЗА хозяйственным способом в соответствии с действующими в ПАО «Россети» рекомендациями (при замене панелей/шкафов на новые типы).

Ремонт терминалов должен, как правило, производиться в сервисной службе или на предприятии-изготовителе устройств.

При реконструкции подстанций с заменой устройств РЗА должны использоваться основные положения по составу устанавливаемых устройств РЗА, изложенные в [2] и [4].

#### **Список литературы**

1. Комплекс рекомендаций по повышению эффективности функционирования предприятий / Мешков А.В., Бондарева И.А., Кисилева А.И. и др. // Инженерная экономика и управление в современных условиях. 2019. С. 570-576.

2. СТО 34.01-4.1-011-2020. Рекомендации по модернизации, реконструкции и замене длительно эксплуатирующихся устройств релейной защиты и автоматики энергосистем. – М. : ПАО «Россети», 2020. 48 с.

3. РД 153-34.0-35.648-01 Рекомендации по модернизации, реконструкции и замене длительно эксплуатирующихся устройств релейной защиты и электроавтоматики энергосистем. – М. : СПО ОРГРЭС, 2001. – 22 с.

4. СТО 56947007-29.240.10.248-2017 Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС). – М. : ОАО «ФСК ЕЭС», 2009. 20 с.

5. Расчёт параметров автоматизированной сети воздушных линий 10 кВ электросетевых объектов / С.В. Вендин, С.В. Соловьев, С.В. Килин [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 223 с. – ISBN 978-5-6047967-6-4.

## **ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА НА ВЕЛИЧИНУ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОТЫ**

**Гафуров О.С., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Для сельского хозяйства актуальной проблемой является комплексная переработка органических отходов. Реализация данных технологий позволяет провести утилизацию отходов и обеспечить получение ценных продуктов. На практике для переработки органического сырья используются различные конструкции биогазовых реакторов в зависимости от применяемых технологий переработки [1-5 и др.]. Необходимо отметить, что, несмотря на многочисленные положительные результаты исследований в этом направлении, имеется целый ряд нерешенных задач технического и технологического характера. Это особенности перерабатываемого сырья, технологий и методов подготовки его к сбраживанию, а также правильный выбор бактерий с учетом температур их нормального развития, а также правильный выбор конструкции биогазового реактора и учет условий внешней окружающей среды. Кроме того, непосредственно при сбраживании большую роль играют режимы перемешивания сырья отвода биогаза и удаления отработанной фракции сырья. Все эти нюансы технологии должны обеспечиваться системами контроля параметрами и управления работой исполнительных механизмов. Наличие химически-активной среды должны накладывать определенные требования к используемым конструкционным материалам. Необходимо учитывать также, что получаемый биогаз для дальнейшей переработки требует дополнительной очистки, что влечет за собой применение специальных фильтров. Требует дальнейшей переработки и твердая фракция после сбраживания. Однако достоверно можно утверждать, что обеспечение высокой эффективности производства переработки органических отходов в биогаз напрямую связано с соблюдением температурных режимов и режимов перемешивания сырья. Температурные режимы при сбраживании могут поддерживаться за счет теплоты, выделяющейся в результате химических реакций при сбраживании. Однако, если этого количества теплоты недостаточно, то используется дополнительный теплоподвод (дополнительные источники теплоты).

**Материалы и методы.** Были проведены расчеты по оценке влияния высоты биогазового реактора на выбор мощности дополнительных источников теплоты. В расчетах были использованы результаты общего решения уравнения теплопроводности Фурье в слоистых средах [6-7].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Величина мощности дополнительных источников теплоты, необходимых для поддержания режимов сбраживания зависит от многих факторов. В первую очередь учитываются теплофизические свойства сбраживаемого сырья (субстрата), а также размеры биореактора, толщина и свойства стенок конструкции, а также условия внешней окру-

жающей среды. Известно, что большие по объему сооружения требуют больше затрат энергии при сохранении тепла. Поэтому интерес представляет влияние высоты биогазового реактора на величину дополнительных источников теплоты.

Физическая модель биореактора представлялась в форме сплошного цилиндра радиусом  $R_1$  (рабочий объем реактора) и высотой  $H$ , окруженного цилиндрической оболочкой (стенкой) с толщиной  $\Delta$  с наружным радиусом конструкции  $R_2 = R_1 + \Delta$ . При этом допускалось, что источники теплоты распределены по объему реактора равномерно, а также учитывали температуру внешней среды и условия теплообмена на внешней поверхности реактора.

Была получена расчетная поверхность мощности дополнительных источников теплоты в зависимости от размеров реактора.

**Заключение (выводы).** На основе проведенных расчетов можно заключить, что влияние высоты реактора и допустимого перепада температур на величину мощности дополнительных источников теплоты в реакторе существенно. При этом допустимый перепад температур наиболее сильно проявляется с увеличением высоты реактора. Отсюда следует вывод, что сооружение очень высоких зданий для сбраживания субстрата потребует дополнительных энергозатрат для поддержания температурных режимов внутри реактора.

#### Список литературы

1. Зазуля, А.Н. Основные направления использования биогаза в мире / А.Н. Зазуля, Н.А. Хребтов // «Наука в центральной России» Научно-производственный периодический журнал. 2008. № 2. С. 31-35.
2. Голуб, Н.Б. Получение биогаза при очистке концентрированных сточных вод спиртзавода / Н.Б. Голуб, М.В. Потапова, М.В. Шинкарчук, А.А. Козловец // Альтернативная энергетика и экология. 2018. №25-30. С. 51-59.
3. Садчиков, А.В. Оптимизация теплового режима в биогазовых установках / А.В. Садчиков, Н.Ф. Кокарев // Фундаментальные исследования. 2016. № 2-1. С. 90-93.
4. Садчиков, А.В. Повышение качества метана, используемого для синтеза водорода / А.В. Садчиков // Альтернативная энергетика и экология. 2017. № 10-12. С. 45-54.
5. Салюк, А.И. Метановая ферментация куриного помета при пониженной концентрации ингибиторов / А.И. Салюк, С.А. Жадан, Е.Б. Шаповалов, Р.А. Тарасенко // Альтернативная энергетика и экология. 2017. № 4-6. С. 89-98.
6. Vendin S.V. Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind / S.V. Vendin // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1993. Т. 65. № 2. С. 823-825.
7. Вендин С.В. К выбору теплоизоляции для корпуса биогазового реактора с учетом дополнительного подогрева сырья / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов, Ю.Н. Ульянов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – № 2 (26), 2020. – С. 16-26.



## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

**Голиусов А.И., Страхов В.Ю.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

По статистике количество электроэнергии, затрачиваемое на цели освещения в нашей стране, составляет около 14% от общего объема производимой электроэнергии на электростанциях. Тенденции развития отраслей промышленности и сельского хозяйства показывают, что с каждым годом доля электроэнергии на цели освещения будет возрастать совместно с увеличением производственных мощностей [1, 2].

В вопросах рационального использования электроэнергии в осветительных установках, в нашей стране прослеживается незначительное отставание от других промышленно развитых стран. Это можно связать с использованием малоэффективных источников света. Решать проблемы энергосбережения следует уже сегодня. Текущие потери электроэнергии в системах электроосвещения могут достигать 40% [3].

Электрическое освещение необходимо для создания в объектах сельскохозяйственного назначения, комфортных условий для работы, жизнедеятельности и высокоэффективного труда персонала. Задача экономии электроэнергии в системе освещения сводится к минимизации затрат на потребление, путем правильного устройства и эксплуатации систем освещения, обеспечивать установленную норму освещенности на рабочих местах, создавая при этом все условия для повышения производительности и прироста продукции отрасли АПК [4].

Исходя из этого, задачу нужно решать таким образом, чтобы при наименьших затратах электроэнергии на искусственное освещение была возможность обеспечить соответствующую освещенность на производстве. То есть вводить в эксплуатацию более эффективные источники света, такие как металлогалогенные и натриевые лампы высокого давления, а также светодиодные лампы.

### Список литературы

1. Хорольский, В.Я. Экономия электроэнергии в сельских электроустановках : учебное пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, А.В. Ефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. 272 с.
2. Инновационные пути решения проблемы обеспеченности энергетическими ресурсами / И.А. Бондарева [и др.] / Инновационные перспективы Донбасса, 2019. С. 209-214.
3. Куделина, Д.В. Расчет экономии электроэнергии в осветительных установках / Д.В. Куделина, Н.С. Шелухин // Энергетическая безопасность : Сборник научных статей III Международного конгресса. Т. 2. – Курск : Юго-Западный гос. университет, 2020. С. 126-133.
4. Основные аспекты применения современных микропроцессорных устройств в электроэнергетике / С.В. Вендин, С.В. Килин, С.В. Соловьев [и др.]. – Белгород : Общество с огр.й ответственностью «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2021. – 240 с.

## СВЧ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ КОМБИКОРМОВ

Гонтарь А.В., Китаева О.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

СВЧ энергия с успехом может быть применима в различных процессах тепловой обработки сельскохозяйственных материалов. Энергию электромагнитного поля СВЧ можно использовать для технологической обработки семян и зерна [1-7], для обеззараживания кормов, сушки растительного сырья, пастеризации и стерилизации продуктов.

Технологические приёмы обработки продуктов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению.

По сути процесс СВЧ обработки различных продуктов аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-6 и др.].

При СВЧ обработке важно обеспечить равномерность обработки объёма продукта и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчёта СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** СВЧ обработка комбикормов может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций.

Эффективным устройством для обработки комбикормов с целью их обеззараживания от грибов, бактерий, вирусов является СВЧ установка, представленная в работе [7].

СВЧ установка для обеззараживания комбикормов, отличается тем, что она содержит вертикально расположенный цилиндрический экраный корпус с выгрузным желобом, внутри которого установлена сферическая резонаторная камера с тремя запердельными волноводами, два из которых расположены на одной вертикальной оси в ее верхней и нижней частях, причем в нижнем волноводе расположен выгрузной диэлектрический шнек-дозатор, а верхний подведен к воздушному фильтру, третий установлен в горизонтальной плоскости перпендикулярно радиусу сферы, причем их длина более трех диаметров, при этом со стороны образующей экранного корпуса установлен СВЧ генераторный

блок так, что излучатель направлен в резонаторную камеру в зоне диэлектрического сегмента, совмещенного с отверстием на экранном корпусе. В процессе работы под действием электромагнитного поля СВЧ комбикорма подвергаются эндогенному нагреву и выводятся с помощью шнека-дозатора в выгрузной желоб. Процесс обеззараживания комбикормов происходит в поточном режиме. Использование устройства позволяет повысить качество обеззараживания комбикормов.

**Заключение (выводы).** Предлагаемая конструкция установки для СВЧ обеззараживания комбикормов позволяет обеспечить высокую производительность и соблюдение режимов СВЧ обработки для уничтожения патогенной микрофлоры в продукте.

#### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
6. Вендин С.В. Технологические приемы СВЧ-обработки семян в слое // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 2 (10). С. 3-11.
7. Пат. РФ №2535146. СВЧ установка для обеззараживания комбикормов / Долгов Г.Л., Шаронова Т.В., Новикова Г.В., Белова М.В. Опубл.10.12.2014; Бюл. № 34.

## ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Громенко Р.А., Григорьян И.С.  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В сельском хозяйстве широко используются специальные электротехнологии, связанные с модификацией поверхности металла [1]. В частности, при ремонте сельскохозяйственного оборудования применяются электротехнологии гальванического осаждения и микродугового оксидирования поверхности металла, которые позволяют восстановить поверхность деталей и (или) повысить их ресурс [2]. При обслуживании электрохимических аккумуляторов используются электротехнологии их заряда и регенерации. В частности, одной из электротехнологий производства металлических волокон для высокотемпературных каталитических фильтров является модификация поверхности металла методом экстракции висячей капли расплава. Эффективность проведения электротехнологий зависит не только от средних значений плотности технологического тока и напряжения, но и во многом от формы их импульсов. Получение требуемой формы импульсов технологического тока и напряжения позволяет повысить эффективность проведения модификации поверхности металла. Дальнейшим направлением повышения эффективности электротехнологий является автоматическая коррекция параметров технологического режима в процессе его протекания.

Реализация эффективных режимов проведения электротехнологий достигается за счет применения соответствующих преобразователей электрической энергии – полупроводниковых преобразователей напряжения (ППН). Структура ППН содержит энергетические и информационные цепи. В энергетических цепях осуществляются процессы преобразования электрической энергии питающей электросети в вид электрической энергии, необходимой для воздействия на нагрузку преобразователя. В ППН это преобразование выполняется за счет использования СПК (силовых преобразовательных ключей) – силовых диодов, тиристоров и транзисторов. Во многом возможности ППН ограничены особенностями функционирования его энергетических цепей. Информационные цепи предназначены для управления и защиты СПК, а также для решения задач автоматизации и управления объектом в целом.

### Список литературы

1. Шарая О.А., Водолазская Н.В. Технологические аспекты модифицирования поверхностного слоя деталей сельскохозяйственных машин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 3 (23). С. 82-92.
2. Боцман В.В. Светотехника и электротехнологии / Конспект лекций для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Электрооборудование и электротехнологии» квалификация «Бакалавр». Белгород, 2014. 129 с.

## СПОСОБ ПРЕДПОСЕВНОЙ СВЧ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Демидов Т.О., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Применение электромагнитных полей для технологической обработки сельскохозяйственных материалов требует разработки способов и устройств для обеспечения эффективности и качества обработки. Одной из проблем растениеводства является низкая всхожесть семян из-за состояния глубокого органического покоя. Существуют различные способы предпосевной обработки семян для вывода семян из этого состояния. Для этого используют предварительную обработку различными препаратами, включая и обработку электромагнитными полями сверхвысокой частоты [1-7].

Технологические приёмы обработки продуктов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению.

По сути процесс СВЧ обработки различных продуктов аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-6 и др.].

При СВЧ обработке важно обеспечить равномерность обработки объёма продукта и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчёта СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** СВЧ обработка семян и зерна может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций.

Эффективный способ и устройство для предпосевной обработки семян приведены в работе [7]. Цель обработки достигается тем, что семена облучают импульсным электромагнитным полем сверхвысокой частоты с круговой поляризацией электромагнитной волны, при этом половину длины волны выбирают соизмеримой с максимальным размером семян при удельной СВЧ мощности воздействия 0,3-0,45 кВт/кг с экспозицией 30-40 с.

Устройство включает загрузочный бункер, из которого семена поступают на конвейерную ленту транспортера и перемещаются под излучателем, создающим в зоне СВЧ обработки посредством поляризатора круговую поляризацию

излучаемой электромагнитной волны, генерируемой импульсным СВЧ источником, где подвергаются СВЧ облучению, после чего семена транспортируются в бункер-накопитель.

В качестве импульсного СВЧ источника используются модулятор посадочного радиолокатора РП-3Г и импульсный магнетрон МИ-99, создающие импульсное излучение электромагнитной волны длиной 3,2 см со скважностью 1900-2100.

**Заключение (выводы).** Предлагаемые способ и устройство для предпосевной обработки семян позволяют обеспечить высокую производительность, согласование СВЧ источника с нагрузкой и соблюдение режимов СВЧ обработки семян.

#### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
6. Вендин С.В., Щербинин И.А. К расчету электромагнитного импульса при СВЧ обработке диэлектрических сред // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 2. С. 204-206.
7. Авторское свидетельство RUS№1738117. Способ предпосевной обработки семян, находящихся в состоянии глубокого органического покоя / Бородин И.Ф., Кононков П.Ф., Вендин С.В., Старцев В.И., Бабенко А.А. Опубл. 07.06.1992; Бюл. № 21.

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ В ПТИЧНИКЕ

Дерекуленко А.Ю., Щербатюк М.В.  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Повышение эффективности производства яиц и мяса птицы возможно при росте продуктивности птицы и снижении затрат труда на выполнение всех основных технологических операций, в частности – разработка и внедрение автоматизированного электропривода технологического оборудования по уборке навоза в птичниках [1, 2]. Многоскребковые штанговые транспортеры с программным управлением для уборки помета (длина батареи 100 м) – позволяет убирать помет с верхнего яруса без устройства промежуточных или продольных сбросов.

Схема управления удалением помета предусматривает работу в автоматическом режимах [3]. При аварийных ситуациях питание цепей управления отключается выключателями SA3, SA5..., SA13 и т.д., а при обрыве троса натяжного устройства – выключателями SA4, SA6, ..., SA14 и т.д. Для работы в автоматическом режиме переключатель SA1 ставят в положение «А». При этом загорается сигнальная лампа HL2 и подготавливается цепь управления для работы в данном режиме. Управление транспортерами программные реле времени КТ1, КТ2 через контакты промежуточных реле KV1-KV3. В течение часа замкнут контакт КТ1 и промежуточное реле KV1 получает питание. Контакты реле KV1 включают пускатели КМ1, КМ3, КМ5 и соответственно электродвигатели М1-М3 приводов поперечного и продольного транспортеров первой и второй линий клеточных батарей. В продолжение второго часа замкнут контакт КТ2:1 и под напряжением находится промежуточное реле KV2, которое разрывает цепь питания магнитных пускателей КМ3, КМ5 и замыкающими контактами KV2:2 подает напряжение на контакты КМ8:2-КМ8:3. Для остальных линий схема работает аналогично. Для работы в наладочном режиме включают тумблер SA2. При этом загорается сигнальная лампа HL4, срабатывает промежуточное реле KV4, которое своими контактами блокирует контакты промежуточного реле KV5 в цепи питания магнитных пускателей КМ2 и контакты КМ14. В режиме «Наладка» возможно управление любым транспортером.

### Список литературы

1. Машины и технологии для уборки, переработки и утилизации навоза / А.В. Мачкарин и др. – Белгород : «ПОЛИТЕРРА», 2021. – 401 с.
2. Щербатюк М.В., Вендин С.В., Волвак С.Ф. Электротехника и электронная техника: Учебно-методическое пособие. Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 122 с.
3. Мартыненко И.И. Автоматика и автоматизация производственных процессов [Текст] / И.И. Мартыненко, Т.Ф. Розниченко, Б.Л. Головинский. – М. : Агропромиздат, 2012. – 335 с.

## ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

**Диль С.А., Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Средняя годовая норма потребления овощей на одного человека должна составлять 126 кг [1, 2]. Чтобы обеспечить население овощами в течение круглого года необходимо широко использовать сооружения защищённого грунта [2]. Для сбалансированного питания в течение всего года в сооружениях защищённого грунта должно выращиваться примерно 25% всего количества овощей [2]. Объём производства овощей открытого грунта в РФ в 2022 году может составить 5,8 млн тонн против 5,5 млн тонн в 2021 году [3]. По итогам года тепличную отрасль ожидает новый рекорд производства. ИКАР оценивает урожай 2022 года в 1,602 млн тонн овощей, что больше предыдущего года на 5,6% [4]. В структуре производства не ожидается кардинальных изменений. Так, производство тепличных огурцов оценивается в 885,7 тыс. тонн (+5,3% к предыдущему году), томатов – в 668,4 тыс. тонн (+6%). Производство «прочих» культур (зеленных, баклажанов и перца) достигнет 48,5 тыс. тонн. Согласно Доктрине продовольственной безопасности РФ, уровень самообеспечения овощами в стране должен составлять не менее 90% на каждую категорию [4].

Растениеводство защищённого грунта относится к числу наиболее энергоёмких производств: затраты на обогрев теплиц составляют в среднем 40-80% от себестоимости продукции [5]. Именно поэтому необходимо уделить внимание этому фактору сдерживания развития данного направления аграрного производства и исследованию вопросов энергоэффективности и энергосбережения сооружений защищённого грунта.

При общем высоком уровне электрификации и автоматизации технологических схем поддержания параметров микроклимата остаются ещё нерешённые проблемы и узкие места, которые относятся к техническим средствам автоматики и технологическим схемам. То есть возникает задача выбора технологических схем производства поддержания параметров микроклимата, обеспечения определённых режимов работы технологического оборудования и повышения надёжности автоматизированных систем управления технологическим процессом в сооружениях защищённого грунта.

### Список литературы

1. Экологически чистые овощи. – URL: <https://honeygarden.ru/vegetables/art97.php>.
2. Прищеп Л.Г. Эффективная электрификация защищённого грунта. М. : Колос, 1980. 208 с.
3. Производство овощей открытого грунта в 2022 году может вырасти до 5,8 млн тонн. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/13068377>.
4. Итоги-2022: овощи защищённого грунта. – URL: <https://agrovesti.net/lib/industries/vegetables/itogi-2022-ovoshchi-zashchishchennogo-grunta.html>.
5. Басарыгина Е.М. Эффективное использование энергии в защищённом грунте. Овощеводство и тепличное хозяйство. 2019. 3. – URL: <https://panor.ru/articles/effektivnoe-ispolzovanie-energii-v-zashchishchennom-grunte/2142.html>.



## БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАБОТЕ С СУХИМИ ТРАНСФОРМАТОРАМИ

Дмитриев Е.Н., Григорьян И.С.  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Среди разнообразного электротехнического оборудования, используемого при передаче и распределении энергии, одну из ключевых ролей играют силовые трансформаторы. Важным моментом в комплексе мероприятий направленных на совершенствование условий труда являются мероприятия по охране труда. Быстрое развитие научного прогресса и повышенные нормы безопасности при эксплуатации высоковольтного оборудования [1], все это позволило ввести в эксплуатацию сухие трансформаторы. К трансформатору, как к основному элементу подстанции, предъявляются жесткие требования. Благодаря высокому уровню безопасности, по сравнению с маслонаполненным оборудованием, сухие трансформаторы приобретают все большую популярность в мире, и в качестве систем распределения энергии всё большее находят применение. Этот растущий спрос на безопасное, и в том числе и экологически безопасное электрооборудование, одновременно с высоким энергетическим КПД, могут обеспечить только сухие трансформаторы. Как известно, основные преимущества сухих трансформаторов с литой изоляцией: экологическая безопасность, безопасность при эксплуатации, небольшие габаритные размеры, устойчивость к воздействию сырости и влаги, возможность работать в сетях, подверженных грозовым и коммутационным перенапряжениям, имеют низкий уровень шума и имеют высокую устойчивость к токам короткого замыкания. Сухие трансформаторы могут быть установлены там, где имеются повышенные требования к экологии и охране окружающей среды. С целью исключения возможности прикосновения или опасного приближения к токоведущим частям, должна быть обеспечена недоступность с помощью ограждения, блокировки или расположение токоведущих частей на недоступной высоте или в недоступном месте.

Именно совокупность необходимых мер технического персонала, направленных на обеспечение электробезопасности, пожаробезопасности и защитного предотвращения аварийных режимов являются их неотъемлемой частью обязанностей. Принятие таких действий согласно ПУЭ обеспечит надёжность, а самое главное – безопасность персонала при работе с сухими трансформаторами.

### Список литературы

1. Нестеров А.М., Вендин С.В. Обзор возможности строительства ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ в Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 200-203.

## РАЗВИТИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Евсюков М.И., Богомолов С.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В России была принята Стратегия развития инновационного общества в РФ на 2017-2030 годы, на основе которой Минсельхоз России разработал ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство». Проект планируется полностью реализовать до 2024 года [1].

Информационные технологии произвели революцию почти во всех отраслях промышленности мира, и сельское хозяйство не является исключением. Использование цифровых технологий в АПК становится все более важно для экономической независимости России. От их внедрения ждут масштабных изменений: снижения затрат на производство, увеличения эффективности каждого предприятия в 2 раза, снижения себестоимости продукции, роста инвестиций, автоматизации принятия решений и производственных процессов, увеличения количества рабочих мест и развития экспорта.

Хоть запрос на информационные технологии в сельском хозяйстве высок, но существует ряд проблем: низкий уровень цифровизации (менее 10%), слабое покрытие сетями передачи данных в сельской местности; недостаток и неполнота информации о существующих и разрабатываемых цифровых технологиях; недостаточное нормативно-правовое обеспечение при сборе информации и внедрении цифровых технологий в сельском хозяйстве; отсутствие программ, способствующих внедрению цифровизации, для малых и средних форм хозяйствования, в том числе личных подсобных хозяйств; непривлекательность для технологического и инфраструктурного инвестора из-за низкой маржинальности отрасли [1, 2].

Сельскохозяйственному сектору пришлось адаптировать технологические прорывы и изобретения, появившиеся в области автоматизации. Встроенная интеллектуальная система в сельском хозяйстве включает интеллектуальное земледелие, интеллектуальное управление растениеводством, интеллектуальное орошение и умные теплицы [3]. Стране необходимо включить эти растущие технологии в сельскохозяйственный сектор для роста страны, поскольку многие сектора взаимозависимы от сельского хозяйства.

Также в ближайшие годы получают дальнейшее развитие новые формы инновационного аграрного предпринимательства, такие как: вертикальные агрофермы, городские молочные фермы, домашние умные теплицы. Замечено, что помимо технологических и технических совершенствований производства «умное» сельское хозяйство включает также автоматизацию документооборота, что обеспечит доступ к налоговым платежам, выделению субсидий, повысит инвестиционную привлекательность регионов. Потому такие конвергентные технологии как «Умное сельское хозяйство» позволят развивать аграрное предпринимательство, применять умные решения при эксплуатации ресурсов и техни-

ки. Предприниматели с помощью технологий, гарантирующих совместимость аппаратных и программных продуктов, сумеют обеспечить развитие новых высокоэффективных видов бизнеса и услуг, дающих возможность получать более высокую норму прибыли.

Технологии типа «Интернет вещей» повышают эффективность и производительность технологических процессов, а также сокращают на них время и затраты. «Интернет вещей» – это сеть устройств для передачи информации без участия человека. Для достижения высокой производительности эта технология должна работать в синергии с сельским хозяйством для получения «умного» земледелия.

Облачные технологии, находящиеся сейчас на подъеме [3], могут одновременно соединять множество устройств и предоставлять фермеру данные в реальном времени. Фермер играет важную роль во взаимодействии с системой, поскольку он может отслеживать данные в режиме реального времени, а также управлять всей машиной с помощью программного обеспечения. Система работает с данными, полученными от различных датчиков, таких как датчик влажности почвы, датчик азота и т.д.

В агропромышленном комплексе РФ существует большое число задач, решаемых с использованием нейросетей. Нейросети способны обрабатывать большие массивы данных и обучаться на них. Обученная нейронная сеть способна адаптироваться к агроклиматическим особенностям регионов, отдельных рыночных агентов, отличать возделываемые культуры от сорных растений, принимать правильные решения по снижению засоренности посевов, отличать здоровое растение от больного, определять степень угрозы для будущего урожая, дать оценку состояния здоровья плодовых и полевых культур, помогать сортировке собранного урожая и оценке качества продукции [4]. Использование нейронных сетей позволит экономить ресурсы, повысить качество и безопасность продукции растениеводства и животноводства, конкурентоспособность аграрной отрасли.

Развитие цифровизации сельского хозяйства – приоритетное направление в рамках РФ, способствующее устойчивому развитию агропромышленного комплекса, сельских территорий, повышению эффективности фермерских хозяйств.

#### Список литературы

1. Голдина И.И., Иовлев Г.А. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы. Научно-технический вестник: Технические системы в АПК, 2020. № 1 (6). С. 21-27.
2. Корытченкова Е.Е., Мешков А.В., Водолазская Н.В. Цифровизация электроэнергетики как фактор активизации развития отрасли // Экономика. Наука. Инноватика. – Донецк, 2020. – С. 131-134.
3. Ерофеев Н.В., Иванов А.С. Мировой опыт внедрения беспроводных цифровых систем в сельском хозяйстве. Сборник трудов национальной научно-практической конференции, Тюмень, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. С. 26-33.
4. Погоньшев В.А., Ториков В.Е. Нейронные сети в цифровом сельском хозяйстве. Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2021. № 5 (87). С. 68-71.

## УПРАВЛЕНИЕ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕМ В СЕТЯХ 6-10 КВ

Елкин С.А., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Обеспечение надежности электроснабжения и качества электроэнергии являются одними из основных факторов устойчивого производства не только в промышленности, но и в сельском хозяйстве [1-6 и др.]. При этом важным элементом систем электроснабжения в сетях 6-10 кВ являются разъединители. Обзор опыта эксплуатации разъединителей в сетях 6-10 кВ показывает, что одной из проблем эксплуатации распределительных сетей 6-10 кВ являются отказы линейных разъединителей наружной установки. В энергосистемах Российской Федерации оценка распределения разъединителей по срокам службы выглядит следующим образом: до 15 лет – 42%; 16-25 лет – 40%; выше 25 лет – 18% [1, 6 и др.]. Обзор современных конструкций разъединителей показал, что в последнее время все большее применение находят разъединители РЛК с электромеханическим приводом [7]. Одним из узких мест при эксплуатации таких разъединителей может стать неуправляемость при неисправности источника питания электромеханического привода разъединителя.

**Материалы и методы.** Разработка конструкции разъединителя проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для повышения надежности работы разъединителя предлагается конструкция с дистанционным управлением. Основу структурной схемы разъединителя составляет разъединитель РЛК с электромеханическим приводом. Однако внесены изменения в электрическую часть управления коммутацией разъединителя [7]. Принцип работы разъединителя состоит в том, что для привода механической части используется электромагнит постоянного тока ЭМ, получающий питание через блок коммутации цепи питания электромеханического привода БК от аккумуляторной батареи АБ. Блок коммутации цепи питания электромеханического привода БК управляется дистанционно через систему дистанционного управления электромеханическим приводом СДУ. Зарядка аккумуляторной батареи может осуществляться через трансформаторы тока ТА, выпрямитель VD, блок зарядки и стабилизации тока зарядки БЗ и гибридный контроллер зарядки КЗ. В то же время, зарядка аккумуляторной батареи может осуществляться через гибридный контроллер зарядки КЗ фотоэлектрического модуля ФЭС. В этом случае управление коммутацией разъединителя может осуществляться независимо, благодаря зарядке аккумулятора от фотоэлектрического модуля ФЭС. При отсутствии достаточного солнечного излучения подзарядка аккумуляторной батареи происходит через трансформаторы тока ТА, выпрямитель VD, блок зарядки и стабилизации тока зарядки БЗ и гибридный контроллер зарядки КЗ.

Для практического использования устройства необходимо: определить параметры электромагнита; рассчитать мощность фотоэлектрической станции;

выбрать аккумуляторную батарею и гибридный контроллер; выполнить (изготовить) блок коммутации и системы дистанционного управления электромеханическим приводом. Для электропитания привода разъединителя необходимо иметь фотоэлектрический модуль, аккумуляторную батарею и микроконтроллер для управления процессом зарядки аккумулятора.

**Заключение (выводы).** Разработана структурная схема разъединителя, основу которой составляет разъединитель РЛК с электромеханическим приводом с измененной электрической частью управления коммутацией. Предложена методика расчета мощности фотоэлектрической станции и выбор аккумулятора для дистанционного привода разъединителя.

Приведенные результаты исследований являются актуальными при совершенствовании систем дистанционного управления разъединителями в сетях 6-10 кВ.

#### Список литературы

1 Васильев, А.А. Электрическая часть станций и подстанций / А.А. Васильев, И.П. Крючков, Е.Ф. Наяшкова, М.Н. Околович. – М. : Энергоатомиздат, 1990.

2. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю. Автоматизация механических и тепловых процессов в многокамерном биогазовом реакторе непрерывной загрузки сырья // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2016. № 4 (74). С. 55-60.

3. Нестеров А.М., Вендин С.В. Обзор возможности строительства ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ в Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 200-203.

4. Виноградов, А.В. Анализ основных составляющих эффективности систем электрообеспечения сельских потребителей / А.В. Виноградов, А.В. Виноградова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (54). – С. 96-102.

5. Виноградов, А.В. Отключения в электрических сетях 0,4 кВ: количество, причины и контрмеры / А.В. Виноградов, В.Е. Большев, А.В. Виноградова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (58). – С. 77-81.

6. Кудрин, Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для студентов высших учебных заведений / Б.И. Кудрин. – М. : Интермент Инжиниринг, 2005. – 672 с.

7. Макаров, Ю.В. Высоковольтные разъединители: назначение, устройство, эксплуатация / Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/vysokovoltnye-razediniteli.html>

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ АПК

**Жидович А.А., Кот В.К., Олейников Д.А.,  
Збродыга В.М., Зеленькевич А.И.**

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
Минск, Республика Беларусь

В системах электроснабжения одновременно с производством и передачей электрической энергии происходит генерирование и распространение электромагнитных помех. Технические средства, находящиеся в общей электромагнитной среде электроэнергетической системы, могут являться источниками электромагнитных помех, и одновременно на них влияют помехи, создаваемые другими источниками. Наибольшее влияние оказывают кондуктивные помехи, связанные с искажениями симметрии трехфазной системы напряжений и токов, искажениями синусоидальной формы кривых напряжения и тока, провалами и импульсными напряжениями.

Возникает задача электромагнитной совместимости, под которой понимается способность технического средства функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам. Проблема электромагнитной совместимости неразрывно связана с проблемами надёжности, качества и энергетической эффективности при производстве, передаче и потреблении электроэнергии [1-2].

Основными причинами несимметрии напряжений в электрических сетях являются: наличие потребителей с несимметричными нагрузками, несимметрия параметров отдельных элементов электрической сети, одно- или двухфазный режим работы электрооборудования. Наиболее распространенным источником искажения синусоидальности кривой напряжения в системах электроснабжения являются потребители с нелинейными вольт-амперными характеристиками.

Несимметричные режимы напряжений оказывают отрицательное влияние на эффективность работы всех элементов электрической системы, увеличивая величину потерь мощности, снижая нормативный срок эксплуатации электрооборудования, ухудшая технико-экономические показатели использования электрооборудования. Протекая по элементам электрических сетей и электропотребителей, высшие гармоники вызывают: возникновение ложных срабатываний систем автоматики; избыточное повышение температуры изоляции электрооборудования; возникновение параллельного и последовательного резонансов; снижение эффективности генерации, передачи и потребления электрической энергии [1-2].

На практике существуют два основных способа снижения несимметрии напряжения: уменьшение токов обратной и нулевой последовательности в электрических сетях и уменьшение сопротивления нулевой последовательности

отдельных элементов сети. Способы, направленные на снижение несинусоидальности делят на две группы: схемные решения и использование специализированных технических устройств.

Обоснованный выбор способов и средств снижения несимметрии и несинусоидальности напряжений в сельских электрических сетях возможен с учетом технических и экономических специфических особенностей электропотребления и использования электрооборудования в сельском хозяйстве.

Проведенный анализ существующих технических средств снижения несимметрии и несинусоидальности напряжения показывает, что в распределительных сельских электрических сетях рационально применение простых и надежных по конструктивному исполнению устройств с невысокой стоимостью, которые не предъявляют высоких требований при текущей эксплуатации – силовых трансформаторов со специальными схемами соединения обмоток, которые устойчивы к искажающим воздействиям со стороны нагрузки [3-4].

#### Список литературы

1. Результаты мониторинга электромагнитной защиты и электромагнитной совместимости на подстанции 110 КВ / С.В. Вендин, С.В. Соловьев, С.В. Килин, А.О. Яковлев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 3 (35). – С. 20-38.

2. Нестеров А.М., Вендин С.В. Обзор возможности строительства ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ в Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 200-203.

2. Прищепов, М.А. Перспективный силовой трансформатор с улучшенными характеристиками для сельских электрических сетей / М.А. Прищепов, А.И. Зеленкевич, В.М. Збродыга // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2021. – Т. 59. – № 3. – С. 366-377. – DOI 10.29235/1817-7204-2021-59-3-366-377.

3. Прищепов, М.А. Работа трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» при несимметричной нагрузке / М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, А.И. Зеленкевич // Агропанорама. – 2018. – № 6 (130). – С. 25-31.

4. Прищепов, М.А. Работа трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» при нелинейном характере нагрузки / М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, А.И. Зеленкевич // Агропанорама. – 2018. – № 1 (125). – С. 9-19.

## УСТАНОВКА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ УФ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

**Заболотный В.Н., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Актуальность данного вопроса связана с тем, что при контакте с водой в организм может попасть большое количество вредных микроорганизмов. Поэтому перед использованием воды необходимо провести ее обеззараживание [1]. Одним из методов обеззараживания воды является обработка хлорсодержащими реагентами. Однако этот способ имеет недостаток, при котором он может привести к тяжелым заболеваниям с образованием высокотоксичных соединений. Еще одним способом обеззараживания воды является озонирование. Технология очистки воды направлена на добавление в воду озона (O<sub>3</sub>). При добавлении озона происходит реакция на окисление, что приводит к устранению вредных микроорганизмов. Но этот способ энергозатратен и дорог, что связано с получением озона [2-4].

Обеззараживание ультрафиолетовым излучением (УФ-обеззараживание) – физический метод обеззараживания, суть которого заключается в том, что под действием фотохимической реакции ультрафиолета происходят невосстанавливаемые нарушения ДНК и РНК вредных микроорганизмов. Вредные микроорганизмы имеют различную чувствительность к УФ-воздействию. В современных расчетах и рекомендациях по выбору УФ-оборудования во всем мире, кроме России, используется поверхностная доза УФ облучения [5].

**Материалы и методы.** Методология исследований предполагала использование методов анализа научной литературы и теоретических методов анализа движения жидкостей по винтовым поверхностям.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В современной концепции развития систем водоподготовки УФ-обеззараживание служит основой принципа многобарьерности в обеззараживании воды [6-9]. Суть принципа в том, что используется не одна технология обеззараживания, а несколько, сочетание которых позволяет сгладить недостатки отдельных технологий. Наиболее распространено сочетание ультрафиолетового излучения с фильтрами для очистки воды от механических примесей. Фильтра нужны для того, чтобы очищать воду от механических примесей, так как во время обеззараживания микроорганизмы могут находиться на примеси и быть защищенными от попадания на них лучей ультрафиолета, что может привести к некачественной обработке. Также есть и недостатки, которые могут снизить качество обработки. Перед подачей воды камеру УФ-обработки нужно добиться того, чтобы мутность воды не превышала 5 единиц мутности (ЕМ) на один литр. Поэтому для повышения качества обеззараживания воды была предложена комбинированная установка, содержащая блок предварительной очистки воды от механической примесей и блок ультрафиолетовой обработки. Для повышения однородности обработки воды в



УФ-узле установлена специальная винтовая вставка, которая обеспечивает перемешивание слоёв воды.

**Заключение (выводы).** Представлены результаты исследований по разработке установки для обеззараживания воды УФ излучением. Разработана конструктивная схема установки непрерывного действия для обеззараживания воды УФ излучением. Предлагаемая конструкция установки обеспечивает повышение качества обеззараживания воды за счет установки блока по предварительной очистке воды от механической примесей и специальной винтовой вставки для перемешивания слоёв воды.

#### Список литературы

1. Соколова Н.Ф. Средства и способы обеззараживания воды // Медицинский алфавит. Эпидемиология и гигиена. 2013. №1. С. 44-54
2. Абуова Г.Б., Ибатуллина В.Р., Филимонов В.Н. Сравнительная оценка современных методов обеззараживания для водоподготовки // Перспективы развития строительного комплекса. 2017. № 1. С. 17-21.
3. МУ 2.1.4.719-98. «Санитарный надзор за ультрафиолетовые излучения в технологии подготовки питьевой воды» [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030958> (дата обращения: 28.11.2022).
4. Томилов В.В., Томилова О.С., Сергеев П.Б. Совершенствование методики контроля дозы ультрафиолетового облучения воды // Омский научный вестник. № 1 (151) 2017. С. 101-103.
5. Рахманин Ю.А. и др. Определение унифицированных доз ультрафиолетового обеззараживания воды от бактериального, вирусного и паразитного заражения // Гигиена и санитария. 2019. № 98 (12). С. 1342-1348.
6. Микаева С.А., Микаева А.С., Бойчук М.И. Сборка корпусных установок с амальгамными лампами типа УДВ-А для обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2016. № 5. С. 28-32.
7. Долгих П.П., Макулькина Ю.Л. Инновационная система обеззараживания питьевой воды на основе оптических электротехнологий // Вестник КрасГАУ. 2015. № 8. С. 121-127.
8. Томилов В.В., Томилова О.С. Экспериментальное исследование эффективности работы ультрафиолетовых стерилизаторов воды // Омский научный вестник. № 4 (154) 2017. С. 94-98.
9. Патент 2736990 Российская Федерация, МПК C02F 1/32, C02F 1/36. Устройство для очистки и обеззараживания воды / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, А.Ю. Ракова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – Заявка № 2020108719, заявл. 27.02.2020; опубл. 23.11.2020 Бюл. № 33.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ СВЧ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

**Забродин О.В., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Применение электромагнитных полей для технологической обработки сельскохозяйственных материалов требует разработки способов и устройств для обеспечения эффективности и качества обработки.

Одной из проблем растениеводства является низкая всхожесть семян из-за состояния глубокого органического покоя. Существуют различные способы предпосевной обработки семян для вывода семян из этого состояния. Для этого используют предварительную обработку различными препаратами, включая и обработку электромагнитными полями сверхвысокой частоты [1-4].

Технологические приёмы обработки продуктов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению.

По сути процесс СВЧ обработки различных продуктов аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-6 и др.].

При СВЧ обработке важно обеспечить равномерность обработки объёма продукта и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчёта СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** СВЧ обработка семян и зерна может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций.

Эффективное устройство для предпосевной обработки семян приведено в работе [5]. Устройство для предпосевной обработки семян работает следующим образом. Семена, поступая в рабочую камеру, подвергаются обработке аэрозолем микроэлементов, создаваемым источниками акустических колебаний с подающими в них водно-воздушную смесь патрубками. Причем смесь микроэлементов подается со сжатым воздухом под давлением. После увлажнения семена дозатором подаются на входную секцию запердельных волноводов-вставок, где происходит разделение потока семян. Далее семена поступают в объемный резонатор и подвергаются обработке СВЧ энергией, вырабатываемой генератором.

ром. Пройдя через запердельные волноводы на выходе резонатора, семена попадают в бункер активного вентилирования, где в псевдооживленном состоянии подвергаются охлаждению и удалению лишней влаги с их поверхности. Затем семена через заслонку попадают в накопитель. Устройство обеспечивает: равномерную обработку семян растворами микроэлементов, при этом влажность семян повышается незначительно и они не теряют сыпучести; равномерную СВЧ обработку семян; быстрое охлаждение семян после СВЧ обработки.

**Заключение (выводы).** Предлагаемая конструкция СВЧ установки для предпосевной обработки семян позволяет обеспечить высокую производительность, соблюдение режимов СВЧ обработки, равномерную СВЧ обработку семян; быстрое охлаждение семян после СВЧ обработки.

#### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
6. Вендин С.В. Технологические приемы СВЧ-обработки семян в слое // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 2 (10). С. 3-11.
7. Авторское свидетельство RUS№1766294. Устройство для предпосевной обработки семян / Бородин И.Ф., Бабенко А.А, Вендин С.В. Опубл.07.10.1992; Бюл. № 37.

## ВЫБОР МЕТОДА СУШКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

**Завгородний Д.И., Щербатюк М.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

К электротехническому оборудованию, включая электродвигатели, предъявляются технические требования соответствия параметров изоляции нормативным показателям [1-4].

Для проверки состояния изоляции после текущих и капитальных ремонтов, а также ремонтов с частичной или полной перемоткой обмоток необходимо сравнить характеристики изоляции ( $R_{60} > R_{60}/R_{15}$ , Ки) с данными предыдущих измерений и испытаний. Если изоляция обмоток не удовлетворяет требованиям, то электродвигатель необходимо сушить. В процессе сушки удаляется влага, содержащаяся в изоляции обмоток. Сушка обмоток электрических машин выполняется следующими методами: конвективным, токовым, индукционным и радиационным. Сушка электродвигателей может производиться внешним нагревом током от постороннего источника питания, потерями в активной стали. Выбор метода сушки зависит от типа электродвигателя, степени увлажненности изоляции и наличия необходимого оборудования [5, 6]. Перед сушкой электродвигатель продувают сухим сжатым воздухом, проверяют отсутствие посторонних предметов. Сильно отсыревшую обмотку можно сушить только путем внешнего нагрева и лишь в конечной стадии сушки нагревом током. Ориентировочным критерием допустимости сушки током является сопротивление изоляции: 50 кОм — для обмотки статора и 20 кОм — для обмотки ротора синхронного электродвигателя. При любом методе сушки скорость подъема температуры обмотки должна быть не более 4-5°С/ч, так как при большей скорости возрастания температуры возможны местные перегревы отдельных частей электродвигателя и повреждения изоляции из-за разных коэффициентов линейного расширения меди, изоляции и активной стали. При нагреве электрическим током наибольшая температура в самом горячем месте обмотки или стали должна быть не более 80°С при измерении термометром, 100°С при измерении методом сопротивления и 90°С при измерении терморезистором. При сушке током корпус электродвигателя должен быть заземлен. Сушка обмоток производится на специальных участках, отделенных от обмоточных капитальной стеной с пожаробезопасными дверями. Пропиточный участок оборудуется приточно-вытяжной вентиляцией, подъемно-транспортными средствами, емкостями для лаков и растворителей, трубопроводами, специальным оборудованием для пропитки. Сушильный участок – вентиляцией, транспортом, шкафами печами и другими устройствами.

Пропитка относится к наиболее ответственным операциям при ремонте электрических машин, так как от нее во многом зависит износ изоляции. В

большинстве случаев она проводится в три этапа: 1 – предварительная сушка; 2 – пропитка; 3 – завершающая (окончательная) сушка.

Сушка в основном проводится при повышенной температуре. При этом она зависит от конструкции обмоток, классов изоляции, способов сушки, конструкций сушильных установок, марок пропиточных лаков и их растворителей.

Предварительная сушка – проводится для удаления влаги из пор и капилляров изоляции и, следовательно, более глубокого проникновения в них лака. Температура сушки – 90-110°C. Окончание сушки определяется экспериментально с помощью мегомметра. Последние два-три показания, снятые через 45-60 мин. не должны существенно изменять сопротивления обмотки. В среднем такая сушка длится в течение 5-10 ч в зависимости от конструкции обмотки, класса изоляции, марки лака и растворителя.

Пропитка – это технологический процесс замещения воздуха во всех пустотах изоляции обмоток лаком. Конвекционные сушильные печи делятся на следующие группы: по конструкции – тупиковые и проходные; по кратности использования нагретого воздуха – с однократной и многократной циркуляцией. Достоинства конвективного способа сушки – экономичность, высокая производительность, возможность использования механизации.

#### Список литературы

1. Щербатюк М.В. Электротехника и электронная техника: Учебное пособие / М.В. Щербатюк, С.В. Вендин, С.Ф. Вольвак. – Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – 161 с.
2. Сухомлинова Е.В., Водолазская Н.В. Анализ надежности электродвигателей сельскохозяйственных машин // Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК. – Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. – С. 292.
3. Щербатюк М.В. Электротехника и электроника: Учебно-методическое пособие / М.В. Щербатюк, С.В. Вендин, С.Ф. Вольвак. – Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – 102 с.
4. Определение мощности на привод маслоизготовителя с гибким виброприводом / А.В. Яшин, Ю.В. Польшваный, А.Л. Мишанин, П.Н. Хорев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4. С. 92-101.
5. Панов В.С., Водолазская Н.В. Теоретический анализ методов повышения надежности электрооборудования // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2022. С. 179-180.
4. Вендин С.В., Мануйленко А.Н. Ремонт электрических машин. Учебное пособие. – Белгород : Издательство Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина (Майский), 2021. – 71 с.

## СВЧ СУШИЛКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Иванова Ю.И., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

СВЧ энергия с успехом может быть применима в различных процессах тепловой обработки сельскохозяйственных материалов. Энергию электромагнитного поля СВЧ можно использовать для технологической обработки семян и зерна [1-8], для обеззараживания кормов, сушки растительного сырья, пастеризации и стерилизации продуктов.

Технологические приёмы обработки продуктов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению.

По сути процесс СВЧ обработки различных продуктов аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-7 и др.].

При СВЧ обработке важно обеспечить равномерность обработки объёма продукта и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчета СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Применение СВЧ энергии для сушки растительного сырья может быть реализовано различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций.

В процессах сушки растительного сырья эффективно использование комбинированного способа сушки с использованием конвективной сушки и СВЧ энергии [8]. Поэтому предлагается заменить конвективную сушку подогретым воздухом конвективной сушкой наружным воздухом с нагревом продукта изнутри за счет СВЧ-энергоподвода.

Преимущества СВЧ энергоподвода при сушке по сравнению с традиционными способами – конвективным, радиационным и контактным, объясняется возможностью разогрева материала по всему объёму. В результате чего создается градиент давления жидкости, вытесняющий ее из внутренних слоев к периферийным. Кроме того, исключается локальный перегрев поверхностных слоев материала, предотвращая его разрушение. При сушке растительных материалов с использованием СВЧ энергии происходит также электроплазмолиз

клеток и создается пористая структура продукта, что существенно сокращает время сушки.

В данном случае из конструкции убирают нагревательные элементы, вместо нагревательных элементов для подогрева воздуха устанавливается СВЧ-модуль, совмещенный с камерой сушки. Исключается подбор скорости подачи теплоносителя для обеспечения режимов сушки во взвешенном слое.

Режимы сушки (скорость и конечную температуру нагрева) можно контролировать при постоянной скорости воздуха регулируя выходную мощность СВЧ-генератора.

**Заключение (выводы).** Предлагаемая конструкция комбинированной сушилки с применением СВЧ энергоподвода позволяет обеспечить высокую производительность. При этом режимы сушки (скорость и конечную температуру нагрева) можно контролировать при постоянной скорости воздуха, регулируя выходную мощность СВЧ-генератора.

#### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
6. Вендин С.В., Щербинин И.А. К расчету электромагнитного импульса при СВЧ обработке диэлектрических сред // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 2. С. 204-206.
7. Вендин С.В. Экспериментальные исследования предпосевной обработки семян пшеницы электромагнитным полем // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. № 1 (1). С. 4-10.
8. Попова И.В. Совершенствование технологии и средств сушки овощного сырья / Автореф. дис. ...к.т.н. Мичуринск, 2009. 18 с.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЧ ОБРАБОТКИ КОРМОВ

**Инструнин С.И., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

СВЧ энергия с успехом может быть применима в различных процессах тепловой обработки сельскохозяйственных материалов. Энергию электромагнитного поля СВЧ можно использовать для технологической обработки семян и зерна [1-8], для обеззараживания кормов, сушки растительного сырья, пастеризации и стерилизации продуктов.

Технологические приёмы обработки продуктов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению.

По сути процесс СВЧ обработки различных продуктов аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-7 и др.].

При СВЧ обработке важно обеспечить равномерность обработки объёма продукта и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчета СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** СВЧ обработка кормов может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций.

Эффективным устройством для непрерывной обработки кормов с целью их обеззараживания от грибов, бактерий, вирусов является СВЧ установка, представленная в работе [8].

Устройство включает СВЧ генератор, рабочую цилиндрическую камеру с проводящим элементом, подключенную к СВЧ генератору через передающую линию и вибратор. Рабочая цилиндрическая камера расположена внутри проводящего элемента, снабжена на входе задвижкой, а на выходе заслонкой, с установленным на ней вибратором. Рабочая камера содержит концентраторы, выполненные в виде воронки, и распределители, выполненные в виде конуса, закрепленные на ее внутренней поверхности в последовательном чередовании один под другим на определенном расстоянии  $h$  таким образом, что вершина конуса верхнего распределителя направлена к задвижке, расположенной на



входе рабочей цилиндрической камеры, а вершины конусов последующих распределителей направлены к нижним частям концентраторов и входят в них с зазором  $\delta$ . Угол наклона образующих концентратора и распределителя устанавливается более или равным  $31^\circ$ . Выдерживается также разница расстояния между радиусами концентратора и распределителя. Использование устройства позволяет повысить качество обработки кормов

**Заключение (выводы).** Предлагаемая конструкция установки для СВЧ обработки кормов позволяет обеспечить высокую производительность и соблюдение режимов СВЧ обработки с целью их обеззараживания от грибов, бактерий, вирусов.

#### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
6. Вендин С.В., Щербинин И.А. К расчету электромагнитного импульса при СВЧ обработке диэлектрических сред // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 2. С. 204-206.
7. Вендин С.В. Экспериментальные исследования предпосевной обработки семян пшеницы электромагнитным полем // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. № 1 (1). С. 4-10.
8. Пат. РФ №2460404. Устройство для непрерывной СВЧ-обработки кормов / Сыроватка В.И., Комарчук Т.В., Обухова Н.В. Опубл.10.09.2012; Бюл. № 25.

## ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДЛЯ СТЕНДА ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

**Иншин А.Е., Шахбазян Р.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

По принципу физико-химического состава преобразования информации о концентрации ингредиента в электрический сигнал методы автоматического газового анализа можно разделить на механические, магнитные, тепловые, электрические, оптические, масс-спектрометрические, абсорбционные, газовую хроматографию.

Для реализации проектирования комплексного спектрометрического газоанализатора требуется реализации двух пространственных и четырех частотных каналов, на которых будет информация о концентрации исследуемых компонентов анализируемой смеси. В качестве источника инфракрасного излучения необходимы такие светоизлучающие диоды (СИД), длина волны которых соответствовала бы полосе поглощения исследуемых газов: CO = 4,65 мкм; CO<sub>2</sub> = 4,4 мкм; C = 0,47 мкм; контр = 3,83 мкм – для компенсации возмущающих факторов [1].

Через системы направляющих зеркал поток инфракрасного излучения от светоизлучающих диодов проходит через две кюветы. Одна из кювет является контрольной и заполненной азотом (N<sub>2</sub>), который в заданном диапазоне длин волн C = 0,47 мкм - CO = 4,65 мкм не поглощает излучение СИД. Рабочая кювета разрабатываемого газоанализатора подсоединяется к выхлопной трубе глушителя автомобиля. Исходя из того, что оптическая плотность исследуемых веществ зависит от температуры и давления, и чтобы учесть эту зависимость, в рабочей кювете предусматриваются датчики температуры и давления, которые подключены к соответствующим измерительным каналам. ИК-излучение, прошедшее кюветы поступает на фотоприемник (в нашем случае в качестве фотоприемника может выступать фоторезистор, т.к. постоянная времени фоторезистора (ФР) при этих длинах волн составляет порядка 10<sup>-5</sup> с, что приемлемо для условий быстрогодействия данной схемы). Полученная ЭДС нормируется системой усилителей.

### Список литературы

1. Ульянов Ю.Н., Вендин С.В. Оценка свойств теплоизлучающих поверхностей // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы. Материалы XXII международной научно-производственной конференции. 2018. С. 181-183.

## ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ЗЕРНА

**Кальницкий К.О., Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Очистка зерна и семян – это важный состоящий из нескольких этапов технологический процесс [1]. В агробизнесе зерноочистительным операциям отводится центральное место в послеуборочной обработке зерновых культур [1, 2]. При очистке зерна возникает необходимость в проведении контроля за соблюдением последовательности проведения работ: предварительного анализа зерна, регулировании рабочих органов машин, установке машин и проверке отсутствия вибрации, установке защитных изгородей и заземления [3, 4]. Зерно в процессе уборки имеет вид неоднородной зерновой массы, в которую, кроме него, входят разные примеси органического и минерального происхождения. Особенно нежелательными являются листостебельные частицы сорняков, которые, как правило, имеют повышенную влажность. В связи с этим собранное зерно неустойчивое во время хранения, что может привести к ухудшению качества и потерям урожая. Поэтому собранное комбайнами зерно подлежит очистке, задержка с которой может привести к самонагреванию и ухудшению качества зерна уже через 10-12 ч хранения насыпью. Первичной очистке подлежит все свежесобранное зерно. Во время этой операции выделяют основную фракцию зерна, отделяют крупные и мелкие примеси.

Работа предприятий по первичной обработке зерна нуждается в значительных затратах электроэнергии, что в значительной мере влияет на себестоимость продукции. Поэтому, в условиях большой стоимости энергоносителей, актуальной задачей является модернизация устаревшего электрооборудования и обеспечение соответствия мощности электроприводов технологическому процессу с целью уменьшения потребления электроэнергии, увеличения объёма и улучшения качества выпускаемой продукции.

Поставленная цель достигнута за счёт анализа и проектирования технологии очистки зерна, проведения выбора технологического и электросилового оборудования для пункта первичной очистки зерна, разработки схемы управления электросиловым оборудованием участка упаковки зерна, что подтверждается произведенными технико-экономическими расчётами.

### Список литературы

1. Очистка зерна. – URL: <https://expert-agro.ru/blog/ochistka-zerna/>.
2. Как подобрать сита и решета для очистки зерна? – URL: <https://stalprom.ru/statji/kak-podobrat-sita-i-resheta-dlja-ochistki-zerna>.
3. Бахарев Д.Н. и др. Техническая механика. Курсовое проектирование. Москва : ИНФРА-М, 2020. 236 с. ISBN 978-5-16-015658-3. DOI 10.12737/1045057. EDN RPNGJX.
4. Щербатюк М.В., Вендин С.В., Вольвак С.Ф. Электротехника и электронная техника. Лабораторный практикум. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. 122 с. EDN TLGFUK.

## **БАКТЕРИЦИДНЫЕ ОБЛУЧАТЕЛИ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

**Колесник В.В., Страхов В.Ю.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для обеззараживания животноводческих помещений и облучения животных и птиц в сельском хозяйстве применяют ультрафиолетовые (УФ) облучательные установки. Бактерицидные облучательные установки состоят из ультрафиолетовых ламп, отражателя, корпуса, и других вспомогательных элементов, объединённых в единое электротехническое устройство.

Существующие конструкции УФ облучателей можно разделить на устройства открытого и закрытого типов. Эксплуатация облучателей открытого типа возможна только при обеззараживании животноводческих помещений в отсутствие людей. Открытые комбинированные установки при работе допускают кратковременное пребывание обслуживающего персонала. Устройства для УФ обработки закрытого типа не представляют опасности и могут работать даже в присутствии людей. Опасность УФ облучения связана с возможностью получения ожогов кожи и органов зрения. Длительное воздействие излучения может привести к ожогам первой и второй степени [1, 2]. УФ облучатели закрытого типа получили название рециркуляторы. В животноводческих помещениях рециркуляторы могут размещаться в выходной камере приточно-вытяжной вентиляции или на стенах внутри помещений. Прохождение воздушного потока обеспечивается принудительным нагнетанием за счет вентилятора или путем естественной конвекцией.

Существуют комбинированные устройства, сочетающие инфракрасный обогрев и ультрафиолетовое облучение. Чаще всего комбинированные устройства применяют для обогрева и облучения молодняка животных [3]. Известны конструкции облучателей-озонаторов. Они характеризуются высокой эффективностью против бактерий за счет воздействия как ультрафиолетовым спектром, так и обработку озоном. Однако не для всех помещений допустимо содержание озона даже в минимальной концентрации. Таки образом применение устройств для УФ облучения животных может привести к заметному положительному влиянию, особенно осенне-зимний период. Ключевым вопросом является соблюдение оптимальных режимов облучения.

### **Список литературы**

1. Страхов, В.Ю. Энергосбережение в Белгородской области / В.Ю. Страхов, Н.В. Нестерова // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 2015 года. Том 2. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – С. 238.
2. Машины и технологии для уборки, переработки и утилизации навоза / А.В. Мачкарин и др. – Белгород : «ПОЛИТЕРРА», 2021. – 401 с. EDN: HEEIUL.
3. Лямцов А.К., Тищенко Г.А. Электроосветительные и облучательные установки. – М. : Колос, 1983. – 224 с.

## ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНЫЕ УСТАНОВКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Котелевский Ю.В., Страхов В.Ю.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Ключевым фактором успешного ведения животноводческого и птицеводческого хозяйства является система обеспечения микроклимата в помещениях и кормовая база. Кормовая база и рационы питания – это область деятельности зооинженеров, а вот обеспечение требуемых параметров микроклимата зависит от энергетика.

При поддержании требуемых параметров микроклимата в животноводстве учитывают температуру, влажность, подвижность воздуха, содержание углекислоты, аммиака, сероводорода, запыленность, наличие микрофлоры. Оптимальные температурные параметры воздушной среды помещений для содержания животных и птицы создают при помощи отопительных средств и устройств вентиляции, к которым относят и электрокалориферные установки.

В животноводческих и птицеводческих хозяйствах применяют электрокалориферные установки двойного назначения для вентиляции, и для отопления. Калориферы могут быть размещены в каналах системы вентиляции. Такой способ размещения обеспечивает надежность работы и удобство автоматизации по теплообеспечению [1, 2].

Электрокалорифером называют устройство, содержащее электронагревательные элементы и вентилятор для принудительного продувания воздуха через электронагревательные элементы. Область применения отопительных калориферов – это отопление, сушка воздуха, создание искусственного климата, электрокалориферы также применяются в сушильных камерах при различных технологических процессах. Для обогрева в животноводческих помещениях применяют установки типа СФОА и СФОЦ. Обе установки имеют схожую принципиальную схему управления [3].

Таким образом благодаря работе электрокалориферных установок можно обеспечить высокий уровень автоматизации процесса управления микроклиматом.

### Список литературы

1. Суворин, А.В. Электротехнологические установки : учебное пособие / А.В. Суворин. – Красноярск : СФУ, 2011. – 376 с.
2. Патент РФ на изобретение 2787881 С1 Электроозонатор / А.Н Мануйленко, С.В. Вендин (РФ). – Заявка № 2021138949 от 24.12.2021; опублик. 13.01.2023.
3. Страхов, В.Ю. Энергосбережение в Белгородской области / В.Ю. Страхов, Н.В. Нестерова // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 2015 года. Том 2. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – С. 238.

## **СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩЕ**

**Котелевский С.А., Шахбазян Р.В.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Различают следующие фазы хранения семенного и столового картофеля: просушивание и заживление повреждений, охлаждение, хранение, нагрев перед выгрузкой из хранилища. Разные фазы хранения корнеплодов предполагают поддержание разных параметров микроклимата – температуры и относительной влажности.

Были проанализированы различные существующие способы хранения корнеплодов: в закрытых или открытых контейнерах и насыпью.

Автоматизированные системы должны обеспечивать отвод продуктов обмена веществ, подавление повышенной активности дыхания, прорастания и гниения, предохранение клубней от замерзания, а также сохранение ценных органических веществ, включая воду.

В основной фазе хранения следует строго придерживаться оптимальных температур и влажности [1]. Основной задачей на данном этапе является создание оптимальных условий для торможения естественного прорастания картофеля, не забывая при этом об эффективности энергозатрат. Эти проблемы призваны решать полуавтоматические системы, которые поддерживают заданные параметры температуры, влажности, времени проведения вентилирования, нагревания, охлаждения.

Основу управляющего комплекса хранилищ корнеплодов составляют: модуль аналогового ввода; модуль управления исполнительными механизмами; ПИД-регуляторы управления задвижками; графическая панель оператора; первичные датчики; электромеханические задвижки, вентиляторы, обогреватели, увлажнитель. АСУ обеспечивает непрерывный режим работы в течение длительного времени и выполняет основные операции для поддержания микроклимата. Система управляет оборудованием по выбранному алгоритму и выполняет следующие основные функции: контроль температуры и влажности наружного воздуха, температуры в воздушных распределительных каналах и воздуха внутри хранилища, температуры продукта, влажности в хранилище; управление вентиляторами, приточными клапанами; управление системой увлажнения и охлаждения воздуха; сигнализация; обогрев овощехранилища.

### **Список литературы**

1. Шавров Д.В., Ульяновцев Ю.Н. Система климат-контроль в картофелехранилище / Материалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах. 2020. С. 120.

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФИЛЬТРОВОЙ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ОТ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕТИ**

**Котельников А.С., Шахбазян Р.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Срок службы электродвигателей с короткозамкнутым ротором ограничивается пятнадцатью годами без капитального ремонта при условии их правильной эксплуатации. Однако в современных условиях электроснабжения аварийные режимы работы сети и недостаточное качество электрической энергии [1] оказывают негативное влияние как на работу асинхронного электродвигателя, так и на устройства его защиты. Это приводит к снижению надежности функционирования устройств защиты. При недостаточно высоком уровне надежности функционирования устройств защиты электродвигателей допускают ложные срабатывания, что вызывает как простой электрооборудования, так и выход электродвигателей из строя.

Для повышения надежности функционирования устройств фильтровой защиты асинхронных электродвигателей необходимо, чтобы эти устройства защиты позволяли реализовать алгоритм выбора необходимых параметров срабатывания. Существующие устройства фильтровой защиты не позволяют реализовать данный алгоритм, так как в них отсутствует выдержка времени на срабатывание. Повысить надежность функционирования защиты можно за счет введения в структурную схему устройства звена выдержки времени на отключение.

Устройство защиты состоит из ФНПП, напряжение с которого через выпрямитель (В) и звено выдержки времени (ЗВ) подается в цепь управления исполнительного органа (ИО), который коммутирует катушку магнитного пускателя (МП). В нормальном режиме работы электрической сети напряжения, формируемого ФНПП, достаточно для включения исполнительного органа (ИО) и катушки магнитного пускателя (МП). При обрыве фазы сети или значительной несимметрии напряжение и ток в цепи управления исполнительного органа уменьшаются, и цепь управления катушкой магнитного пускателя размыкается с выдержкой времени.

Для разработанных устройств защиты определена надежность функционирования в сравнении с базовым фильтровым устройством защиты без выдержки времени. Надежность выражена через процент правильных действий устройства защиты. Процент правильных действий разработанных устройств защиты в сравнении с базовым устройством увеличился на 81%.

### **Список литературы**

1. Вендин С.В., Соловьев С.В., Килин С.В. Экспериментальные исследования несинусоидальности и несимметрии напряжений в электрических сетях 10 кВ// Вестник ВИЭСХ. 2018. № 3 (32). С. 18-25.

## УПРАВЛЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

**Криволапов А.В., Яковлев А.О.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Светодиодное освещение находит широкое применение в системах освещения [1-6]. Электропитание светодиодов осуществляется стабилизированными источниками питания с широтно-пульсирующей модуляцией. Аббревиатура ШИМ расшифровывается, как широтно-импульсный модулятор – pulse-width modulation (PWM). В теле- и радио-технике ШИМ-контроллеры используются для преобразования напряжения, их можно встретить даже в качестве узлов системы управления скоростью электроприводов в бытовых приборах, меняя скорость электродвигателя. PWM-контроллер есть даже в обычных импульсных блоках питания. Там постоянное напряжение на входе преобразуется в импульсы прямоугольной формы, которые формируются с определенной частотой и с определённой скважностью. На выходе, с помощью управляющих сигналов, получается регулировать работу целого транзисторного модуля большой мощности. Таким образом разработчики получили блок управления напряжением регулируемого типа, который значительно меньше и удобнее старых, которые используют понижающий трансформатор, диодный мост и фильтр помех. Главные плюсы ШИМ (PWM): - маленькие габариты; - отличное быстродействие; - высокая надёжность; низкая стоимость.

**Материалы и методы.** Разработка схемы управления светодиодным освещением проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Непосредственно для регулировки яркости освещения в животноводческих помещениях в ручном (с панели управления) и автоматическом (по сигналу от внешнего компьютера или по заданной внутри программе) режимах рекомендуется использовать блоки управления освещением LedRSL (LCB-05-LED) [7]. Блок LCB-05-LED предназначен для управления светодиодным освещением в животноводческих и иных производственных помещениях по заданному графику. Блок управления LCB-05-LED используется совместно со шкафами питания серии РВ и предназначен для управления в ручном и автоматическом режимах яркостью светодиодных светильников производства ООО «Резерв» или светильников других производителей, имеющих возможность изменения яркости свечения в зависимости от управляющего ШИМ-сигнала.

Особенности LCB-05-LED: управление освещением от встроенного реле времени, внешнего управляющего сигнала 0-10В, ручное управление; интуитивно понятный графический интерфейс; относительная яркость свечения светильников выводится на индикатор в диапазоне от 1% до 100% с дискретностью 1%, либо индицируется 0%, если светильники отключены; время полного рассвета и заката задается от 0 до 30 минут; коммутацию силовых цепей в не-



обходимой временной последовательности; возможность прямого включения освещения на полную яркость; возможность управления яркостью по трем различным каналам; управление уровнями освещения по заданной оператором программе; режим ручного управления — изменение уровней освещения с панели оператора; индикация уровней освещения от 0 до 100%.

**Заключение (выводы).** Для регулировки яркости освещения в животноводческих помещениях в ручном (с панели управления) и автоматическом (по сигналу от внешнего компьютера или по заданной внутри программе) режимах рекомендуется использовать блоки управления освещением LedRSL (**LCB-05-LED**). Блок управления LCB-05-LED используется совместно со шкафами питания серии РВ и предназначен для управления в ручном и автоматическом режимах яркостью светодиодных светильников производства ООО «Резерв» или светильников других производителей, имеющих возможность изменения яркости свечения в зависимости от управляющего ШИМ-сигнала.

#### Список литературы

1. Юденич Л.М. Светотехника и электротехнология: учебное пособие / Л.М. Юденич. 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 104 с.
2. Малахов А.Н., Вендин С.В. Повышение равномерности светодиодного освещения в птичнике // В книге: Молодёжный аграрный форум - 2018. Материалы международной студенческой научной конференции. 2018. С. 267.
3. Ковалев В.А., Вендин С.В. Особенности электронных схем дистанционного управления электрическим освещением // В книге: Материалы Международной студенческой научной конференции. Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. 2016. С. 173.
4. Боцман В.В. Расчет светотехнической установки животноводческого помещения: учебное пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Светотехника и электротехнология» для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Электрооборудование и электротехнологии» квалификация «Бакалавр» / В.В. Боцман. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2015. – 35 с.
5. Боцман В.В. Светотехника и электротехнология: конспект лекций для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Электрооборудование и электротехнологии» квалификация «Бакалавр» / В.В. Боцман. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2014. – 129 с.
6. Атабеков В.Б. Монтаж осветительных электроустановок / В.Б. Атабеков. – М. : Высшая школа. Издание 2-е, перер., 2012. – 380 с.
7. Блок автоматического управления светодиодным освещением птичника LCB-05-LED [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: <https://bizorg.su/bloki-pitaniya-dlya-svetodiiodov>.

## ВЛИЯНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА МОЩНОСТЬ ВЕТРОКОЛЕСА

**Кривошеева А.П., Нефедов С.Ф.**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
г. Барнаул, Россия

На сегодняшний день ветроэнергетика – это один из самых перспективных видов нетрадиционной энергетики. Как известно, ее основной функцией является преобразование кинетической энергии воздушных масс в другие виды энергии. Это происходит вследствие давления ветра на лопасти ветроэнергетических установок (ВЭУ), что, в свою очередь, приводит в движение турбину генератора. Ротор вращается и благодаря этому происходит генерирование электрической энергии [1, 2].

Из [3-5] известно, что мощность  $P_{вк}$ , Вт, ветроколеса заданного радиуса  $R$ , м, зависит от плотности  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, и скорости  $v$ , м/с, воздушных масс, попадающих на лопасти. Само же уравнение определения его мощности будет выглядеть следующим образом

$$P_{вк} = \xi \frac{\rho \cdot \pi \cdot v^3 \cdot R^2}{2}, \quad (1)$$

где  $\xi$  – коэффициент использования энергии ветра.

Уравнение (1) содержит в себе две характеристики, описывающие состояние ветра, а именно плотности воздуха и скорости воздушного потока. Согласно [1-6] при проектировании ВЭУ особое внимание уделяется только скорости ветра, а плотность воздуха принимается равной стандартному значению, характерному для нормальных условий (атмосферное давление 760 мм. ртутного столба, температура – 15<sup>0</sup>С, относительная влажность воздуха – 0%) . Таким образом, принято считать, что  $\rho = 1,226$  кг/м<sup>3</sup>. А это значит, что свойства для рассматриваемой местности климатические условия, в том числе влажность воздуха, оказывающие непосредственное влияние на значение мощности ветроколеса, не рассматриваются.

Как известно [7], ветер – это движение воздушных масс из области высокого давления в область низкого давления. Поэтому, как и в случае с любым газом, состояние воздуха можно описать с помощью уравнения Менделеева-Клапейрона

$$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T, \quad (2)$$

где  $R$  – универсальная газовая постоянная;  
 $m$  – масса воздуха, кг;  
 $M$  – молярная масса воздуха, кг/моль;  
 $T$  – температура воздуха, К;  
 $V$  – объем воздуха;  
 $P$  – давление воздуха.

Распишем плотность воздуха  $\rho$  через его массу и объем и подставим в уравнение (2). Получим

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \quad (3)$$

Как видно из уравнения (3), плотность воздуха прямо пропорциональна его молярной массе. Следовательно, изменение его молекулярного состава будет приводить к изменению его плотности. В природе это можно наблюдать при увеличении относительной влажности воздуха, когда в его составе появляются молекулы водяного пара. С учетом этого уравнение плотности воздуха принимает вид [7]

$$\rho_{\text{ВВ}} = \rho_{\text{СВ}} - 0,013 \frac{P_{\text{П}}}{T}, \quad (5)$$

где  $\rho_{\text{ВВ}}$  – плотность влажного воздуха,

$\rho_{\text{СВ}}$  – плотность сухого воздуха;

$P_{\text{П}}$  – парциальное давление водяного пара.

Исходя из уравнения (5) можно сказать, что возрастание количества влажности в воздухе, как следствие, приводит к уменьшению его плотности. Так как при изменении влажности возможно изменение плотности воздуха, то основываясь из уравнения (1) следует, что и мощность ветроколеса, применяющегося в ВЭУ, также будет изменяться. Это равным образом способствует изменению расчетного значения мощности, которую будет производить ветровая установка. Таким образом, при работе с машинами данного типа необходимо учитывать, что изменение влажности воздуха будет способствовать изменению значения мощности ветроколеса.

### Список литературы

1. Васильев, В.Ю. Проблемы использования ветряных электростанций в России / В.Ю. Васильев // Мавлютовские чтения : материалы XVI Всероссийской молодежной научной конференции : в 6 томах, Уфа, 25-27 октября 2022 года. Том 3. – Уфа : Уфимский государственный авиационный технический университет, 2022. – С. 321-323.
2. Васильев, В.Ю. Нормативно-правовые предпосылки развития ветроэнергетики в Алтайском крае [Электронный ресурс] // Интеллектуальная энергетика – 2022 : Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции «Развитие энергетики Алтайского края и актуальные вопросы энергосбережения, повышения энергетической эффективности и внедрения новых технологий», Барнаул, 22 сентября 2022 года. URL: <http://mceor.ru/2022/22022/720.html>. (дата обращения: 19.12.2022).
3. Васильев, В.Ю. Влияние климатических условий на работу ветряных установок / В.Ю. Васильев // Материалы XXII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, с международным участием в г. Нерюнгри, посвященной 30-летию юбилею Технического института (филиала) СВФУ им. М.К. Аммосова : Материалы конференции, Нерюнгри, 28–29 октября 2022 года / Редколлегия: А.В. Рукович, Н.Н. Гриб, П.Ю. Кузнецов [и др.]. – Якутск : Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2022. – С. 30-32. – DOI 10.52994/9785751333737\_007. – EDN PMJKIU.

## **СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

**Кузьменко Р.Ю., Малахов А.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Системы технического осмотра (ТО) и ремонта (Р) подготавливаются специально под определенный вид оборудования на заводах или крупных промышленных предприятиях, которые применяют различное электрооборудование. Данные предприятия относятся к крупным потребителями электроэнергии и в связи с этим проблема оптимизирования комплекса ТО и Р для этих предприятий является актуальной.

Система планово-предупредительного ремонта регламентирует три основных вида ремонта: капитальный ремонт, текущий ремонт и средний ремонт. Каждый из видов проводится по графику, в зависимости от типа оборудования или в зависимости от рекомендаций завода-изготовителя используемого оборудования [1].

Но, как и любая другая система, данная не лишена недостатков. Основной из них состоит в том, что на время проведения ремонта оборудование должно быть выведено из работы, а также необходим не только контроль запасов технических и материальных ресурсов, но и контроль персонала по обслуживанию и ремонту техники. К второстепенным недостаткам следует отнести длительные промежутки простоев оборудования.

Недостатки этой системы подтолкнули на поиск новых решений уменьшения стоимости затрат на ремонты; уменьшения времени простоев; уменьшения рабочего персонала, обслуживающего электроустановку; увеличения финансовых показателей и рентабельности финансового планирования затрат.

В соответствии с показателями, приведенными в нормативной документации, на предприятиях должно производиться диагностирование оборудования и расчет запаса рабочего ресурса оборудования. Проведение ремонта должно планироваться в соответствии с основанием категории работоспособности используемого на предприятии оборудования [2-4].

Компании, заменяя некоторые виды ремонта и обслуживания на профилактический контроль, делают диагностику оборудования и выявляют запас рабочего ресурса. Исходя из текущего состояния планируют промежуточные профилактические обследования, а при установлении резерва рабочего ресурса могут откладывать выполнение планового ремонта до момента наступления критического состояния электрооборудования [5].

В целях повышения экономического эффекта можно внедрять средства мониторинга работы электрооборудования, таким образом повышая качественную составляющую контроля. Необходимо устанавливать специальные датчики и средства измерений, чтобы автоматизировать системы мониторинга.

Можно отметить следующие преимущества системы мониторинга:

- снижение количества рабочего штата;
- повышение надежности и качества контроля;
- сокращение обращений обслуживающего и ремонтного персонала к данной единице оборудования;
- уменьшение количества аварийных остановов и отказов, внеплановых ремонтов и др.

В результате возникновения системы ремонта по техническому состоянию на данный момент появляется большое число перспектив по разработке и планированию данной системы для предприятий различных профилей, масштабов и использующих различные виды электрооборудования. Применяя новейшие технологии и способы поддержания различных единиц электрооборудования в исправном состоянии, можно значительно повысить надежность производства и поспособствовать минимизации расходов предприятий.

### Список литературы

1. Федичев С.С. Современные тенденции организации обслуживания и ремонта электроэнергетического оборудования / С.С. Федичев, Е.О. Герасимова // В сборнике: Актуальные проблемы авиации и космонавтики. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах. Под общей редакцией Ю.Ю. Логинова. 2019. С. 953-954.

2. Проект Приказа Министерства энергетики РФ «Об утверждении Правил организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей» (подготовлен Минэнерго России 12.07.2017) // Гарант.ру: Информационно-правовой портал [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56619792/> (дата обращения 20.02.2023).

3. Вендин С.В., Мануйленко А.Н. Ремонт электрических машин. Учебное пособие. – Белгород : Издательство Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина (Майский), 2021. – 71 с.

4. Панов В.С., Водолазская Н.В. Теоретический анализ методов повышения надежности электрооборудования // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК (29-30 марта 2022 года): в 6-ти томах, т. 4. – п. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – С. 179-180.

5. Килин С.В. Направление развития средств и методов диагностики электрооборудования / С.В. Килин // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы IX международной научно-практической конференции. Под общ. ред. Трушкина В.А., 2018. С. 65-66.

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФРАКРАСНЫХ ТЕРМОМЕТРОВ

**Кузьменко Р.Ю., Григорьян И.С.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Инфракрасные бесконтактные термометры могут быть использованы для: обнаружения нагреты, точек, предотвращения искрения и повреждения изоляции, обнаружения замыканий в схемах, точного определения источников термического разложения изоляции, определения источников потерь энергии, защиты электродвигателей и профилактического контроля трансформаторов, измерения температуры на безопасном расстоянии, определения местоположения повреждения провода [1]. Инфракрасные термометры полезны и для диагностического, и для прогнозирующего контроля электрических устройств и оборудования. Используемые при электрическом техническом обслуживании больше 30 лет, инфракрасные бесконтактные термометры позволяют быстро собирать важную температурную информацию. Поскольку электрические токи производят теплоту, температурная контрольная проверка – эффективный способ предсказать потенциальную аварию оборудования. По данным одной организации по обслуживанию и эксплуатации электрического подстанционного оборудования, в которой используют инфракрасные термометры, налицо экономия значительных сумм вследствие избегания времени простоя и расходов на ремонт оборудования, благодаря своевременному обнаружению горячих точек. Фактически, страховые компании, в развитых странах, поощряют своих потребителей к проведению профилактических инфракрасных сканирований.

Например, термометры инфракрасного излучения FLUKE снимают показания с 0.75-2%-ой погрешностью, на расстоянии 15 метров, в зависимости от используемой модели. Они не требуют никакой настройки и демонстрируют быстроедействие менее секунды. Эти измерительные приборы легки, быстры, и удобны. Бесконтактные инфракрасные термометры измеряют поверхностные температуры объекта на безопасном расстоянии. Так как инфракрасный термометр измеряет поверхностную температуру, точные результаты могут быть получены только в том случае, если измеряемый объект находится в непосредственной видимости. Снимите кожух или корпус, чтобы выставить объект, который будет измерен. Электродвигатели, масляные трансформаторы и высоковольтные выключатели могут быть измерены непосредственно, потому что поверхностные температуры их корпусов вообще коррелируют к внутренней температуре. Температурный контроль, включенный в программу эксплуатации оборудования, предотвращает его аварии и незапланированное время простоя.

### Список литературы

Вендин С.В., Мамонтов А.Ю., Шаршуков Н.О. Мероприятия повышения надежности оборудования автоматизированного технологического управления в электросетевом комплексе // Надежность. 2017. Т. 17. № 1 (60). С. 11-16.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ

**Кураков И.А., Страхов В.Ю.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Вопрос снижения затрат электроэнергии на цели освещения в наше время имеет особую актуальность. Ученые отмечают существенные потери электроэнергии в системах электроосвещения. Показатели достигают 40-50% [1].

Чтобы снизить расход электроэнергии в системах освещения необходимо оптимизировать работу осветительных установок в каждый момент времени. Рассмотрим несколько путей решения, связанных со снижением расхода электроэнергии. Автоматизация системы совместного, естественного и искусственного освещения. При использовании данной системы применяются светильники с датчиками регулирования освещенности. Регулировка происходит плавно от 5 до 100% светового потока лампы, что почти не заметно для глаз человека. Благодаря данной регулировке поддерживается оптимальный уровень освещенности [2]. Еще одно решение связано с автоматизацией уличного освещения. На долю общих потерь электроэнергии уличное освещение занимает лидирующее место. В сельской местности наблюдается эксплуатация устаревшего осветительного оборудования, использование малоэффективных ламп типа ДРЛ. Для экономии электроэнергии уличного освещения предлагается использовать функцию внешнего централизованного компьютерного управления с использованием проводных каналов связи, прокладываемых от основного источника управления к источникам исполнения (шкафов управления). Если использование данной функции невозможно, используют подключение через оператора мобильных сетей, что позволит оперативно получать информацию о текущем состоянии оборудования и режимах его работы [3].

Благодаря системам автоматизации освещения, экономия электроэнергии может достигать до 30%. Но не стоит забывать, что такие системы усложняют осветительные сети и могут снижать срок службы некоторых осветительных приборов.

### Список литературы

1. Хорольский, В.Я. Экономия электроэнергии в сельских электроустановках : учебное пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, А.В. Ефанов. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 272 с.
2. Куделина, Д.В. Расчет экономии электроэнергии в осветительных установках / Д.В. Куделина, Н.С. Шелухин // Энергетическая безопасность : Сборник научных статей III Международного конгресса. – Курск : Юго-Западный гос. университет, 2020. С. 126-133.
3. Вендин, С.В. Основные аспекты применения современных микропроцессорных устройств в электроэнергетике / С.В. Вендин, С.В. Килин, С.В. Соловьев [и др.]. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-книготорговый центр "Колос-с», 2021. – 240 с.

## К СОЗДАНИЮ ОПТИМАЛЬНОГО МИКРОКЛИМАТА В ПТИЦЕВОДСТВЕ

**Курило А.С., Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Птицеводство – одна из основных отраслей сельского хозяйства, удовлетворяющих потребности населения в продуктах питания [1-3]. Рост производства продуктов животноводства предполагается достигнуть главным образом за счёт повышения продуктивности скота и птицы, роста поголовья, эффективного использования кормов, значительного улучшения условий содержания животных и их кормления, совершенствования племенной работы, механизации и автоматизации основных производственных процессов [4].

Перевод животноводства на промышленную основу предъявляет особые требования к созданию оптимального микроклимата [4]. Это будет способствовать сохранности и высокой продуктивности животных при меньших затратах корма на единицу продукции [4]. При этом птица находится в помещении большую часть времени жизни в условиях почти полного ограничения движений (при гиподинамии). Поэтому важно создать оптимальный микроклимат благодаря рационализации объёмно-планировочных решений здания, совершенствованию систем уборки помёта, улучшению теплозащитных свойств ограждающих конструкций, применению эффективных вентиляционно-отопительных систем, кондиционированию и очистке воздуха, аэроионизации и прочих. При этом требуется выбрать современное технологическое и электро-силовое оборудование [5-6], спроектировать силовую распределительную сеть, детально разработать вопросы автоматизации технологического процесса поддержания параметров микроклимата, в частности температурного и воздушно-газового режимов.

### Список литературы

1. Вольвак С.Ф. и др. Научные основы совершенствования технологических процессов и технических средств приготовления кормов для сельскохозяйственных животных и птицы : монография. Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. 193 с.
2. Вольвак С.Ф. и др. Проектирование и исследование технологических процессов животноводческих предприятий : монография. Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. 475 с.
3. Брагинец Н.В. и др. Курсовое и дипломное проектирование по машиноиспользованию в животноводстве, автоматизации ферм и перерабатывающих предприятий : Учебное пособие. Луганск : Элтон-2, ЛНАУ, 2012. 452 с.
4. Введение. Животноводство – одна из важнейших отраслей сельского хозяйства. – URL: [https://studopedia.ru/10\\_296856\\_vvedenie.html](https://studopedia.ru/10_296856_vvedenie.html).
5. Щербатюк М.В. и др. Электротехника и электронная техника. Лабораторный практикум. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. 122 с.
6. Современное электросиловое оборудование. – URL: [https://www.catalogy.ru/node33\\_oborudovanie\\_4922/sovremennoe-elektrosilovoe-oborudovanie.htm](https://www.catalogy.ru/node33_oborudovanie_4922/sovremennoe-elektrosilovoe-oborudovanie.htm).



## УПРАВЛЕНИЕ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ

**Лебедев В.И., Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Сети наружного освещения являются существенной частью структуры коммунального хозяйства населённых пунктов и крупных предприятий. Современные сети наружного освещения – это энергоёмкие объекты, правильное построение которых важно для их эффективной работы, рационального использования и минимизации потерь энергоресурсов. Внедрение новых технологий автоматизации сетей освещения позволяют не только решать эти задачи, но также облегчить их обслуживание и мониторинг [1]. При этом постоянно растёт актуальность экологически чистой солнечной энергетики [2]. Одним из основных факторов, определяющих уровень развития общества, является его энерговооружённость, причём потребности человечества в энергии удваиваются каждые 10-15 лет [3]. Потребление энергии за историю развития человечества (в расчёте на одного человека) выросло более чем в 100 раз [3]. Поэтому солнечная энергия – будущее Земли. Причина актуальности использования солнечной энергии заключается в её ресурсоёмкости, так как всего за 9 минут Земля получает больше энергии от Солнца, чем человечество производит за весь год [4].

Важным преимуществом систем солнечной энергетики является отсутствие выбросов углекислого газа в процессе работы систем. Хотя непрямые выбросы присутствуют на других стадиях жизненного цикла системы, фотоэлектрические технологии генерируют гораздо меньше выбросов на ГВт вырабатываемой энергии на протяжении всего жизненного цикла, чем технологии, использующие традиционные виды топлива.

Таким образом, разработка системы автоматизации управления наружным освещением с альтернативным источником питания в виде солнечной батареи, представляющей собой систему объединённых между собой фотоэлектрических преобразователей, является актуальной.

### Список литературы

1. Автоматизированная система управления наружным освещением. – URL: <http://datasolution.ru/avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-naruzhnym-osvescheniem/>
2. Вольвак С.Ф., Вольвак М.В., Суворцев В.А. Использование возобновляемых источников энергии в России // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы международной научно-практической конференции. ЧАСТЬ II. Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. С. 110-114. EDN YUGDKP.
3. Использование энергии солнца. – URL: <https://studfile.net/preview/7771480/>
4. Актуальность солнечной энергетики. – URL: [https://studylib.ru/doc/2103357/aktual.\\_nost.\\_-solnechnoj-e-nergetiki.](https://studylib.ru/doc/2103357/aktual._nost._-solnechnoj-e-nergetiki.)

## ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЕГО ВНУТРЕННЕМ ОБЪЕМЕ

Лебедев П.Д., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** В результате комплексной переработки органических отходов можно получить такие ценные продукты, которыми являются органические удобрения и биогаз. Реализация данных технологий позволяет провести утилизацию отходов и обеспечить получение ценных продуктов. На практике для переработки органического сырья используются различные конструкции биогазовых реакторов в зависимости от применяемых технологий переработки [1-5]. Необходимо отметить, что, несмотря на многочисленные положительные результаты исследований в этом направлении, имеется целый ряд нерешенных задач технического и технологического характера. Это особенности перерабатываемого сырья, технологий и методов подготовки его к сбраживанию, а также правильный выбор бактерий с учетом температур их нормального развития. Это правильный выбор конструкции биогазового реактора и учет условий внешней окружающей среды. Кроме того, непосредственно при сбраживании большую роль играют режимы перемешивания сырья отвода биогаза и удаления отработанной фракции сырья. Все эти нюансы технологии должны обеспечиваться системами контроля параметрами и правления работой исполнительных механизмов. Достоверно установлено, что обеспечение высокой эффективности производства переработки органических отходов в биогаз напрямую связано с соблюдением температурных режимов и режимов перемешивания сырья. Температурные режимы при сбраживании могут поддерживаться за счет теплоты выделяющейся в результате химических реакций при сбраживании. Однако, если этого количества теплоты недостаточно, то используется дополнительный теплоподвод (дополнительные источники теплоты).

**Материалы и методы.** Были проведены расчеты по оценке влияния толщины стенки биогазового реактора на распределение температуры во внутреннем объеме биогазового реактора. В расчетах были использованы результаты общего решения уравнения теплопроводности Фурье в слоистых средах [6-7].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Величина мощности дополнительных источников теплоты, необходимых для поддержания режимов сбраживания зависит от многих факторов. В первую очередь учитываются теплофизические свойства сбраживаемого сырья (субстрата), а также размеры биореактора, толщина и свойства стенок конструкции, а также условия внешней окружающей среды.

Физическая модель биореактора представлялась в форме сплошного цилиндра радиусом  $R_1$  (рабочий объем реактора) и высотой  $H$ , окруженного цилиндрической оболочкой (стенкой) с толщиной  $\Delta$  с наружным радиусом конструкции  $R_2 = R_1 + \Delta$ . При этом допускалось, что источники теплоты распреде-

лены по объему реактора равномерно, а также учитывали температуру внешней среды и условия теплообмена на внешней поверхности реактора. Расчеты проводились для разницы значений температурного поля между центром биореактора  $T_1(0)$  и у внутренней стенки биореактора  $T_1(R)$ :  $\Delta T_1 = T_1(0) - T_1(R)$ .

Была получена расчетная поверхность распределения температурного поля внутри биореактора при изменении толщины кирпичной стенки  $\Delta$ .

**Заключение (выводы).** На основе проведенных расчетов можно заключить, что с изменением толщины стенки биореактора  $\Delta$  перепад температур между центром и внутренней стенкой меняется незначительно, а увеличение толщины стенки биореактора  $\Delta$  приводит к повышению абсолютной температуры. В то же время для обеспечения строгих требований к допустимому перепаду температуры между центром и внутренней поверхностью стенки следует ограничивать диаметр биореактора.

#### Список литературы

1. Зазуля, А.Н. Основные направления использования биогаза в мире / А.Н. Зазуля, Н.А. Хребтов // «Наука в центральной России» Научно-производственный периодический журнал. 2008. № 2. С. 31-35.
2. Голуб, Н.Б. Получение биогаза при очистке концентрированных сточных вод спиртзавода / Н.Б. Голуб, М.В. Потапова, М.В. Шинкарчук, А.А. Козловец // Альтернативная энергетика и экология. 2018. № 25-30. С. 51-59.
3. Садчиков, А.В. Оптимизация теплового режима в биогазовых установках / А.В. Садчиков, Н.Ф. Кокарев // Фундаментальные исследования. 2016. № 2-1. С. 90-93.
4. Садчиков, А.В. Повышение качества метана, используемого для синтеза водорода / А.В. Садчиков // Альтернативная энергетика и экология. 2017. № 10-12. С. 45-54.
5. Салюк, А.И. Метановая ферментация куриного помета при пониженной концентрации ингибиторов / А.И. Салюк, С.А. Жадан, Е.Б. Шаповалов, Р.А. Тарасенко // Альтернативная энергетика и экология. 2017. № 4-6. С. 89-98.
6. Вендин С.В., Ульяновцев Ю.Н. Анализ свойств теплоизоляционных материалов для условий нестационарной теплопередачи // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С.30-36.
7. Вендин С.В. К выбору теплоизоляции для корпуса биогазового реактора с учетом дополнительного подогрева сырья / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов, Ю.Н. Ульяновцев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – № 2 (26), 2020. – С. 16-26.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ**

**Литвиненко Е.А., Ульяновцев Ю.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Проблему повышенного расхода электроэнергии на эффективном производстве можно решить с помощью автоматизации процесса водоснабжения. В отличие от способа, когда насосные агрегаты станции работали с постоянной скоростью, не зависимо от давления в системе, новый автоматизированный способ водоснабжения позволяет поддерживать необходимую величину давления в системе в зависимости от расхода воды, за счёт плавного регулирования числа оборотов электродвигателей насосов.

Для осуществления плавного регулирования скорости вращения электродвигателя, в системе применяется преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока, состоящего из выпрямителя с индуктивно емкостным фильтром постоянного напряжения и автономного инвертора напряжения, построенного на силовых транзисторах и формирующего основную гармонику выходного напряжения методом широтно-импульсной модуляции. Управление таким приводом осуществляется при помощи программируемого логического микропроцессора. На основании информации, получаемой от датчика давления воды в системе, микропроцессор вырабатывает сигналы определённой частоты. Эти сигналы, поступая на преобразователь частоты, усиливаются и в качестве питающего напряжения нужной частоты, за счёт которого и осуществляется регулировка скорости вращения электродвигателя, подаются на электродвигатель. При давлении в магистрали больше, чем заданное номинальное значение, происходит плавное снижение оборотов двигателя до тех пор, пока давление не станет равным номинальному. Это означает, что производительность насоса равна объёму водопотребления в системе. Снижение частоты вращения двигателя может осуществляться вплоть до его полной остановки.

Используя данную систему, можно существенно сократить расходы электроэнергии, воды, уменьшить затраты на текущий ремонт, вследствие улучшенной защиты оборудования. А также, внедрение средств автоматического управления позволяет уменьшить габариты зданий насосных станций, снизить расходы на их отопление, освещение и сократить объём напорно-регулирующей емкости или совсем отказаться от нее.

### **Список литературы**

1. Кислинский К.Н., Шахбазян Р.В. Автоматизация насосной станции с применением частотно-регулируемых приводов В книге: Материалы международной студенческой научной конференции. 2015. С. 216.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНКУБАТОРОМ

Лукинов Д.А., Страхов В.Ю.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В отрасли птицеводства инкубаторы пользуются огромным спросом и существенно упрощают процесс выведения птенцов. При правильной эксплуатации устройство способно обеспечивать высокую выводимость.

В современных инкубаторах применяют автоматизированные системы управления параметрами температуры, влажности, состава воздуха и движения воздушных масс. Объемы производства птицы требуют непрерывности и поточности процесса инкубации. Промышленные инкубаторы позволяют одновременно проводить инкубацию от 90 до 210 тысяч яиц. Таким образом, процесс инкубации – сложный технологический процесс [1].

В таких масштабах производства человек не может осуществлять надзор и уход за яйцами. Чтобы освободить нас от этого созданы автоматические инкубаторы. Автоматизация процесса инкубации обеспечивает управление значением требуемой температуры и влажности, а также меняет положение яйца, обеспечивая полноценное развитие зародышей и условия, максимально приближенные к естественной природе [2, 3].

Инкубатор представляет собой герметичную камеру с устройствами для размещения яиц. В нем создается требуемый микроклимат. Инкубатор оснащается автоматизированной системой регулирования и контроля режима инкубации. Корпус инкубатора можно представить, как термостат, в котором размещены лотки для яиц. Имеется механизм поворота яиц, есть устройства обогрева, охлаждения, увлажнения и вентиляции, и все эти механизмы управляются системой автоматического регулирования и контроля режима инкубации. Корпус-термостат собран из отдельных утепленных панелей. Передняя панель корпуса имеет дверной проём с герметичными дверями. Материал для корпуса должен иметь низкую теплопроводность. В конструкции есть клапан для обеспечения притока свежего воздуха во время инкубации.

Управление температурно-влажностным режимом – задача, характерная для систем автоматики и автоматизации. В сельском хозяйстве можно привести достаточно много примеров решения этих задач, например, управление микроклиматом складских помещений фруктов и овощехранилища. Для инкубаторов эту задачу следует решать с учетом собственной специфики процесса.

### Список литературы

1. Пушнина, И.В. Анализ и принцип управления климатом инкубатора / И.В. Пушнина, К.А. Понаськова // Вестник молодёжной науки России. – 2020. – № 5. – С. 17.
2. Механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства / А.Н. Макаренко и др. – Белгород, 2017. – 66 с.
3. Заводнова, О.Р. Страхов В.Ю. Применение ресурсосберегающих технологий в системе управления микроклиматом птичника // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. – Рязань, 2017. – С. 93-96.

## СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ В ЭЛЕКТРОПИТАЮЩЕЙ СЕТИ

Лукьянченко А.М., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Электрическая энергия – это единственный продукт производства, при передаче которого от силовой подстанции до потребителя не используются другие виды энерго ресурсов. В свою очередь снижение потерь электроэнергии в электрических сетях является важным направлением энергоэффективности. Потери электроэнергии – это разность между количеством переданной электроэнергией от производителя и количеством учтенной электроэнергии потребителя. Потери происходят на ЛЭП, в силовых трансформаторах, за счет вихревых токов в приборах с реактивной нагрузкой, а также из-за плохой изоляции проводников и хищения неучтенного электричества, а также из-за несимметрии и несинусоидальности в распределительных сетях 0,4-10 кВ [1-3]. Основными факторами потерь электрической энергии являются характеристики гармонических составляющих электрической энергии и провалы напряжений, которые формируются входе потребления энергии промышленными предприятиями и хозяйствами. Сами же потери электроэнергии в сетях являются показателем экономического состояния сети [4]. Количество потерь электроэнергии имеет обратную зависимость от диаметра проводника линии электропередачи. Величина потерь зависит от величины тока в этой же линии. Чем больше ток, тем больше потери. Повышая напряжение при передаче электроэнергии в электрических сетях можно существенно снизить ток, что позволит обойтись проводами с намного меньшим диаметром [5].

**Материалы и методы.** Систематизация способов снижения потерь в электропитающей сети проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В настоящее время существует множество способов снижения потерь электрической энергии.

Первый способ снижения потерь состоит в компенсации реактивной мощности. При этом улучшается режим напряжений. При разработке схем развития сетей на стадии определения баланса активной и реактивной мощностей в узлах распределения потоков на расчетный период определяется дефицит реактивной мощности. На основании расчетных данных в схеме решаются вопросы необходимого количества устройств компенсации реактивной мощности, а также места их размещения.

Второй способ заключается в регулировании напряжения в линиях электропередач. Регулирование напряжения на центрах питания осуществляется по принципу встречного регулирования. На протяженных фидерах – в целях снижения потерь электроэнергии и обеспечения надлежащего уровня напряжения, в качестве регуляторов напряжения необходимо устанавливать конденсаторные

батареи с автоматическим регулированием или вольтодобавочные трансформаторы, также с автоматическим регулированием напряжения.

Третий способ основан на переводе электрической сети на более высокий класс напряжения. Перевод сети на более высокий класс напряжения должен рассматриваться одновременно с режимами работы нейтрали (глухозаземленная или эффективно заземленная через резистор), с такими режимами работы нейтрали имеют меньшие потери электроэнергии за счет отсутствия дополнительного оборудования, необходимого для компенсации больших емкостных токов [6].

Четвертый способ подразумевает снижение расхода электроэнергии на «собственные нужды» электроустановок. Применение для электрообогрева зданий и сооружений подстанций, распределительных пунктов трансформаторных подстанций и т.д. нагревательных элементов с аккумуляторами тепла, позволяющих использовать электроэнергию на обогрев в ночной не пиковый период графика нагрузок, позволит частично сократить потребление на собственные нужды на электросетевых объектах. Применение для освещения зданий и территорий люминесцентных светильников с максимальным использованием так называемого режима «дежурного света» [7].

**Заключение (выводы).** Проведены анализ причин и систематизация способов снижения потерь электрической энергии в электропитающих сетях.

#### Список литературы

1. Большой энциклопедический политехнический словарь. 2004.
2. Нестеров А.М., Вендин С.В. Обзор возможности строительства ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ в Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 200-203.
3. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю. Автоматизация механических и тепловых процессов в многокамерном биогазовом реакторе непрерывной загрузки сырья // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2016. № 4 (74). С.55-60.
4. Базыль И.М. Повышение эффективности функционирования электротехнических устройств электропитающих систем, обеспечивающих снижение потерь электрической энергии: диссертация канд. техн. наук. Тула, 2015. 108 с.
5. Артемьев А.В., Савченко О.В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. С. 280.
6. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. М. : ЭНАС, 2009. С. 56.
7. Шойимова С.П. Потери электроэнергии и способы борьбы с ними // Молодой ученый, 2015. № 23. С. 278-280.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЧ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

**Макаренко О.А., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Применение электромагнитных полей для технологической обработки семян и зерна требует разработки способов и устройств для обеспечения качества обработки материала [1-7].

Технологические приёмы обработки продуктов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению.

По сути, процесс СВЧ обработки различных продуктов аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-6 и др.].

При СВЧ обработке важно обеспечить равномерность обработки объёма продукта и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчета СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** СВЧ обработка семян и зерна может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций.

Одной из эффективных конструкция является устройство для обработки семян представленное в работе [7]. Цель изобретения – увеличение производительности, повышение равномерности обработки. Устройство для обработки семян включает дозатор, источник электромагнитной энергии и транспортное устройство, выполненное в виде объемного цилиндрического резонатора, образующая которого представляет собой брахистохрону.

Устройство работает следующим образом. Семена из дозатора поступают через запердельный волновод (на входе) в рабочий объем резонатора и самотеком транспортируются к запердельному волноводу(на выходе). Одновременно электромагнитная энергия от источника по волноводу через стенку диэлектрической трубы передается в резонатор и возбуждает в нем электромагнитные колебания, при этом происходит обработка транспортируемых семян. Наличие диэлектрической трубы внутри камеры улучшает равномерность электромагнитного поля в рабочей зоне и, соответственно, качество обрабатываемых се-



мян, так как они получают равномерную дозу облучения. Толщина диэлектрической трубы, равная четверти волны, позволяет уменьшить коэффициент отражения электромагнитной волны, что обеспечивает защиту источника и увеличивает ресурс его работы. Частично электромагнитная энергия рассеивается в диэлектрике, а основная ее часть поглощается в обрабатываемом материале. Выполнение резонатора в виде брахистохроны позволяет повысить скорость транспортировки семян и производительность устройства.

**Заключение (выводы).** Предлагаемая конструкция установки для СВЧ дезинсекции семян позволяет обеспечить высокую производительность и равномерность СВЧ обработки семян и зерна.

#### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
6. Вендин С.В. Теория и математические методы анализа тепловых процессов при СВЧ обработке семян: Монография / С.В. Вендин. М.; Белгород : ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», ООО «ТРАНСЛОГ», 2016. 143 с.
7. Авторское свидетельство RUS№1586550. Устройство для обработки семян / Бородин И.Ф., Кузнецов С.Г., Вендин С.В. Опубл.23.08.1990; Бюл. № 31.

## АВТОНОМНЫЙ МОДУЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОЗОНАТОРА ВОЗДУХА ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Мануйленко А.Н., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Введение.** Установлено, что наибольшую опасность с точки зрения заражения сельскохозяйственных животных представляет воздушная среда в помещении. В настоящее время применяются следующие способы регулирования качества воздушной среды в производственных помещениях: механический, физический, химический, биологический, комбинированный [1-3]. Одним из эффективных способов оздоровления и улучшения газового состава воздушной среды является озонирование. При этом свою технологическую эффективность доказали электроозонаторные установки, реализующие различные физические принципы получения озона, в том числе и работающие на основе коронирующего разряда [4, 5].

**Материалы и методы.** Методология исследований предполагала использование методов патентного поиска, теории процессов электроозонирования, методов математической статистики и планирования эксперимента применительно к электрофизическим способам улучшения показателей качества воздушной среды в животноводческих и прочих сельскохозяйственных помещениях, а также методов регрессионного анализа.

**Результаты экспериментальных исследований.** Экспериментальные исследования проводились с применением опытного образца автономного модуля электрического озонатора воздуха, работающего на коронном разряде. В основу разработки положены научные исследования, проведенные с 2018 по 2023 год на кафедре электрооборудования и электротехнологий в АПК Белгородского ГАУ. Отличительной особенностью автономного модуля электрического озонатора воздуха является конструкция излучателя. Излучатель выполнен в виде двух керамических оснований с закрепленными на них вольфрамовыми электродами, на одном основании в виде сетки, с сотовой формой ячейки, на другом в виде иглы, с возможностью регулировки воздушного зазора между электродами, что позволяет проводить регулировку производительности излучателя по озону [6].

Экспериментальные исследования работы электрического озонатора проводились в соответствии с реализацией плана второго порядка Коно для 2-х факторного эксперимента. В качестве целевой функции была принята концентрации озона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) в воздушной среде. Полученная по экспериментальным данным математическая модель влияния напряжения на излучателе,  $b$  ( $x_1$ ) и разрядного промежутка между электродами, мм ( $x_2$ ) на концентрацию озона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) ( $y$ ) в кодированных переменных имеет вид [7]:

$$y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_{12}x_1x_2+b_{11}x_{12}+b_{22}x_{22}, \quad (1)$$

где  $b_0=4,74$ ,  $b_1=-2,18$ ,  $b_2=2,59$ ,  $b_{12}=-0,46$ ,  $b_{11}=-0,6483$  – коэффициенты регрессионного уравнения.

Коэффициенты уравнения являются значимыми, адекватность модели удовлетворяет критерию Фишера ( $F_{рас}=2,88 \leq F_{табл}=3,16$ ). Исходя из полученных в ходе эксперимента данных следует отметить, что концентрация озона возрастает с увеличением напряжения и уменьшением расстояния разрядного промежутка, что соответствует теоретическими положениям об озонобразовании в коронном разряде. Установлено, что для исследуемой конструкции автономного модуля наибольшие значения концентрации озона (до 10 мг/м<sup>3</sup>) достигаются при напряжении 30 кВ и воздушном промежутке 25 мм. Увеличение напряжения и уменьшение воздушного промежутка приводит к нарушению озонобразования с переходом в обыкновенный электрический разряд, что недопустимо.

**Выводы.** Разработана конструкция опытного образца автономного модуля электрического озонатора воздуха в производственных помещениях, преимуществами которой являются: модульность конструкции; высокая производительность по озону; высокая надежность озонобразующих электродов; наличие встроенной защиты от включения и выключения работы устройства в случае отказа работы вентилятора или выхода из строя генератора высокого напряжения. В результате экспериментальных исследований установлено, что предлагаемая конструкция автономного модуля электрического озонатора воздуха обеспечивает наибольшие значения концентрации озона (до 10 мг/м<sup>3</sup>) при напряжении 30 кВ и при межэлектродном воздушном промежутке 25 мм.

#### Список литературы

1. Иванов Б.Л., Сафиуллин И.Н. Современные технологии дезинфекции животноводческих помещений и оборудования // Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова «Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики». – Казань : Изд-во Казанский ГАУ, 2020. – С. 86-89.
2. Лавринова Е.В., Семенютин В.В. Микроскопические грибы и их воздействие на организм человека и животных // Материалы Международной студенческой научной конференции. – Белгород : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. –Т. 1. – С. 53.
4. Сторчевой В.Ф., Компаниец А.Е. Применение озонатора-ионизатора на молочных фермах // В сборнике: Доклады ТСХА. 2019. С. 294-296.
5. Сторчевой В.Ф., Компаниец А.Е., Кабдин Н.Е. Исследование параметров и режимов работы озонатора-ионизатора для молочных ферм // Агроинженерия. 2020. № 3 (97). С. 50-54.
6. Патент № 2787881. Электроозонатор: № 2787881: заявл. 24.12.2021:опубл. 13.01.2023 / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – 9 с.
7. Мануйленко А.Н., Ульяновцев Ю.Н., Вендин С.В. Результаты экспериментальных исследований автономного модуля электрического озонатора воздуха для животноводческих помещений // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). С. 42-50.

## **СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

**Мануйленко Р.Н., Мануйленко А.Н.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современное птицеводство и животноводство в преобладающем числе перешло в производственные помещения закрытого типа со всеми технологическими процессами. Вследствие чего, появилась необходимость поддержания нормированных параметров микроклимата и качества воздушной среды в них. Главным фактором в распространении вирусов и повышении риска инфицирования является воздух закрытых помещений с постоянным нахождением животных, поэтому крайне важно поддерживать здоровый микроклимат даже при внешне благоприятной эпидемиологической обстановке. Особенно это важно в холодный сезон, когда животные проводят в помещениях много времени и движение воздушных масс минимально [1-3].

Чтобы добиться качественной воздушной среды в рамках технологии производства актуально использование специальных средств, которые можно классифицировать как (механические, химические, физические). Что касается механических средств (вентиляция и технологическая мойка) и химических (газация и обработка дезинфицирующими средствами), то они имеют распространенное применение, но в полной мере не сдерживают угрозу распространения респираторных заболеваний сельскохозяйственных животных и птицы. Поэтому стоит уделить внимание физическим средствам, основными представителями которых являются УФ-облучение и озонирование.

Бактерицидное облучение воздушной среды УФ-установками является проверенным и давно используемым способом дезинфекции помещений. Известно, что ультрафиолетовое излучение поглощается молекулами ДНК клеток, что относится и к микроорганизмам. В результате возникают различные деструктивно-модифицирующие нарушения в цепочке. Связи ослабевают и нарушаются, а микробные клетки утрачивают способность к делению (размножению) и регенерации (восстановлению). То есть, ультрафиолет сначала ослабляет вирусы и бактерии, а при следующем цикле – уничтожает. Скорость и эффективность дезактивации зависят от их вида, размера и других факторов [4].

Озонирование в настоящее время является наиболее прогрессивным методом очистки. Данный метод характеризуется не только высокой эффективностью (уничтожение болезнетворных микроорганизмов в воздушной среде до 95%), но и простотой в обслуживании. Озонирование в разы эффективнее, чем дезинфекция ультрафиолетовыми лучами и экономнее дезинфекции ультрафиолетом. Обладая высокой проникающей способностью, озон заполняет собой весь объем помещения, проникая даже в самые труднодоступные места. Продолжительность работы озонатора для дезинфекции воздуха в помещении зависит от его площади. Заходить в производственное помещение можно уже через

0,5 часа после завершения процедуры, за это время озон самопроизвольно распадается до предельно допустимой концентрации. Также огромным плюсом является возможность более точной регулировки производительности озонаторных установок, для применения на различных направлениях АПК [5].

Регулярная обработка воздушной среды (обеззараживание) обеспечит стабильную работу предприятию и позволит избежать проблем с опасными заболеваниями животных и инфекциями. Из анализируемых способов перспективным является озонирование, использование этой электротехнологии поможет решить следующие проблемы аграрного производства: устранение неприятных запахов, дезинфекция, дезинсекция, дератизация и уничтожение спор плесени, всего лишь за одну обработку.

### Список литературы

1. Иванов Б.Л., Сафиуллин И.Н. Современные технологии дезинфекции животноводческих помещений и оборудования // Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова «Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики». – Казань : Изд-во Казанский ГАУ, 2020. – С. 86-89.

2. Лавринова Е.В., Семенютин В.В. Микроскопические грибы и их воздействие на организм человека и животных // Материалы Международной студенческой научной конференции. – Белгород : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. – Т. 1. – С. 53.

3. Лаврова О.Б., Лавринова Е.В. Лечение стафило-стрептококковых артритов у поросят // Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее». – Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – Т. 1. – С. 130-131.

4. Юферев Л.Ю. УФ-облучатели повышенной эффективности для обеззараживания воздуха помещений // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2017. № 1 (21). – С. 12-16.

5. Мануйленко А.Н., Вендин С.В. Озонирование и аэроионизация воздушной среды в животноводческих помещениях // Материалы национальной научно-практической конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России». – Рязань : Изд-во Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – Т. 1.– С. 263-267.

## **ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ЛИТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**Маслов С.С., Богомолов С.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия.

Проблемой для всей энергетики мира являются потери электроэнергии. Среди электротехнического оборудования, которое используется в процессах передачи и распределения энергии, ключевую роль играют силовые трансформаторы. Одним из способов решения проблемы является вывод из эксплуатации устаревших силовых трансформаторов и замена на более энергоэффективные трансформаторы [1].

Вплоть до последней трети прошлого века в электрических сетях России использовались в основном силовые масляные трансформаторы [2]. Масло создает электрически прочную изоляцию, одновременно используется и для охлаждения трансформаторов. Однако масло имеет существенные недостатки, как повышение пожароопасности трансформатора и способность масла к старению, которая сильно снижает изоляционные свойства. Это может привести к преждевременному выходу трансформатора из строя или же повлечь взрыв трансформатора и горения масла, которое вылилось из него.

Анализ работы электрооборудования показывает, что большая часть отказов и повреждений до 76% приходится на масляные вводы трансформаторов.

По этим причинам в последнее время в технические требования все чаще включаются трансформаторы, изолированные с помощью элегаза. Однако, применение элегазовых трансформаторов экономически невыгодно по причине того, что элегаз обладает низкой импульсной прочностью и теплопередающей способностью, а также необходимо регулярно диагностировать состояния ЭГ.

Использование сухих трансформаторов с литой изоляцией экономически целесообразно за счет снижения эксплуатационных затрат [1], так как:

- отсутствует риск возникновения утечек масла;
- располагаются в непосредственной близости к потребителю;
- имеют меньшие габариты и массу при аналогичной мощности в сравнении с масляными.

Именно поэтому в течение последних 40 лет появилась тенденция к применению сухих трансформаторов.

В магистральных электрических сетях и на электростанциях по-прежнему устанавливают масляные трансформаторы, т.к. конструктивно сложно создать сухое оборудование мощностью сотни мегавольт-ампер.

Но у потребителей или на небольших распределительных подстанциях сухие трансформаторы с литой изоляцией уверенно занимают свою нишу. Такие трансформаторы имеют низкий уровень шума, пожаро- и экологически безопасны, устойчивы к токам короткого замыкания, и возможность работы в се-

тях подверженных грозovým и коммутационным перенапряжениям [2], также трансформаторы выпускаются различных исполнений, чтобы материал изоляции не выходил из строя из-за резких перепадов температур окружающего воздуха [3]. Вышеперечисленные качества позволяют устанавливать сухие силовые трансформаторы в местах, требующих повышенной промышленной и экологической безопасности, в непосредственной близости к потребителю.

На сегодняшний день на российском рынке представлены трансформаторы более десяти иностранных брендов, производителей из стран СНГ и порядка десяти российских предприятий. Одним из ведущих производителей сухих трансформаторов с литой изоляцией в России является «Электромашиностроительный завод», доля рынка среди Российских компаний составляет до 15% [1]. Также хотелось отметить трансформаторы торговой марки «ТРИАЛ», которые имеют в составе изоляции обмоток эпоксидные смолы с инертным и огнестойким наполнителем, состоящим из двуокиси кремния и тригидрата алюминия, что позволило усилить механическую прочность изоляции, улучшить распределение тепла, длительно удерживать температуру изоляции ниже температуры горения, образовывать огнеупорный и паровой экраны способствующие сопротивлению высоким температурам и прямому воздействию пламени на обмотки трансформатора.

Оценивая существующее положение дел в данной отрасли, можно смело заявить, что в ближайшие годы тенденция вытеснения масляных, будет только нарастать.

Российский рынок силовых трансформаторов динамично развивается, нарастает тенденция замены масляных трансформаторов эксплуатируемых в закрытых, сухих помещениях, на аналоги с сухой изоляцией. Ведется постоянное совершенствование технологий, направленных на снижение себестоимости и повышение надежности трансформаторов.

Учитывая вышеизложенный материал можно сделать вывод, что несмотря на относительную дороговизну данный вид трансформаторов без особых проблем может быть внедрен в распределительные сети сельского хозяйства.

#### Список литературы

1. Ионов Ф.Н. Оценка существующего положения дел и перспектив применения силовых трансформаторов с литой изоляцией в отечественной и мировой практике. Постулат, 2019. № 5 (43). С. 27.
2. Вахов С.Ю. Перспективы применения сухих трансформаторов в системах электропитания сельского хозяйства. Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века, 2017. № 6. С. 213-215.
3. Прядко А.В., Фаткуллин И.И. Эксплуатация трансформаторов напряжения 6-35кВ с литой изоляцией. Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: Материалы VI Национальной научно-практической конференции, Том 2. Казань : Казанский государственный энергетический университет, 2020. С. 248-250.

## КОНСТРУКЦИИ БЕЗЛОПАСТНЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ

**Матрошилов Н.П., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** В настоящее время энергия ветра может применяться для питания домов и промышленных предприятий, т.к. она является неисчерпаемой и более эффективной по сравнению с другими видами топлива. На замену традиционным лопастным ветряным турбинам приходят безлопастные ветрогенераторы, которые более эффективны и просты по конструкции. Главное отличие таких генераторов — отсутствие лопастей. Недостаток лопастных ветряков заключается и в использовании тихоходных генераторов, нуждающихся во вращении [1]. Принцип, по которому вертикальная безлопастная турбина — ветрогенератор станет покачиваться на ветру — не связан с порывами ветра [2].

**Материалы и методы.** Систематизация конструкций безлопастных ветрогенераторов проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Конструктивно безлопастной генератор не похож на традиционный лопастной ветрогенератор, ветряк представляет собой вытянутый конус, установленный на вершину. Состоит из двух частей: верхняя часть обладает неровной поверхностью, которая раскачивается и генерирует воздушные вихри вокруг себя, в нижней части расположены элементы электрогенератора. Так ветер раскачивает верхнюю часть ветряка, используя явление механического резонанса.

Перспективной является конструкция в основании подвижной части которой расположены два кольца отталкивающихся магнитов, так что когда ветер отклоняет часть корпуса в одну сторону, магниты тянут в другую сторону, и эти небольшие нажимающие и выталкивающие движения как раз и способствуют проявлению кинетической энергии, возникающей в процессе кругового покачивания башни, которая затем преобразуется в электрическую энергию при помощи линейного генератора переменного тока. Частота колебаний башни достигает более 20 Гц, но также зависит от скорости ветрового потока и для каждой башни индивидуальна. Для регулировки частоты предусмотрена система удержания на магнитах, которые увеличивают жесткость мачты в зависимости от ее изгиба. А степень изгиба зависит от силы ветрового потока. Получение электроэнергии возможно, с начальной скорости ветра от 3 м/с. Такая конструкция, имеет большую эффективность, экономичность, экологическую чистоту. А сама конструкция выглядит немного сюрреалистично — ветряк представляет вытянутый конус, установленный на вершину [3, 4].

Разновидности проектов данной установки позволяют устанавливать, как небольшие модели, имеющие вес до 10 кг, высоту 3 м и получающие мощность на выходе 100 Вт, но также имеются и большие конструкции, развивающие мощности до 4 кВт, 13 м высотой и весом более 100 кг.



Плюсами данной конструкции является, то, что вертикальные генераторы можно установить на меньшей площади. Колебания, полученные первым столбом, улавливаются вторым, усиливаются и направляются дальше, так происходит по нарастающей, способствуя к получению большей энергии, даже при отсутствии больших потоков ветра [5]. Ветряной генератор вдвое дешевле в производстве, чем лопастная турбина аналогичной мощности, а затраты на регулярное обслуживание меньше, работает генератор тише.

Преимуществом данной системы являются: принимаемые потоки ветра не зависят от направления или стороны; отсутствует сила сопротивления; устройство запускается и выключается само, без нужды в механических тормозах; нисходящие потоки ветра не влияют на энергоэффективность благодаря отсутствию лопастей; производительность выработки электроэнергии выше даже от слабых ветров; процедура монтажа, использования и технического обслуживания легче, чем у традиционных ветрогенераторов; в конструкции полностью отсутствуют механические элементы, которые могут изнашиваться от трения, тем самым снижаются эксплуатационные расходы на 53%; низкая цена самой установки; бесшумная работа.

**Заключение (выводы).** Создание бесшумных безлопастных генераторов, не имеющих вращающихся частей установок, компактных по размеру позволяет снизить их себестоимость производства, тем самым снижая стоимость электроэнергии, увеличивая ее доступность.

#### Список литературы

1. Шопинский С.Н., Вендин С.В. Проблемы и перспективы использования ветроэлектрических установок в зонах со слабыми ветрами. – Белгород. – Инновации в АПК : проблемы и перспективы. 2016 № 1 (9). С. 16-20.
2. Вендин С.В., Ульяновцев Ю.Н. Анализ свойств теплоизоляционных материалов для условий нестационарной теплопередачи // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 30-36.
3. Шепеленко А.А., Ульяновцев Ю.Н. Вертикальный безлопастной ветрогенератор. Материалы международной студенческой конференции «Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК» (28-29 марта 2019 года): в 4 т. Том 4. п. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. – 125 с.
4. Безлопастные турбины [сайт], 2020. – URL: <https://hi-news.ru/technology/bezlopastnyye-turbiny-bolee-ekonomnyj-sposob-dobychi-elektroenergii-iz-vetra.html>
5. Безлопастные ветрогенераторы [сайт], 2021. – URL: <https://habr.com/ru/post/549528>

## **ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА В АПК**

**Мирошниченко Д.Н., Мануйленко А.Н.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Увеличившийся в последние годы расход электрической энергии на нужды АПК, а также рост стоимости энергоресурсов вынуждают общество к поиску дополнительных (альтернативных) источников энергии [1]. Одним из доступных источников альтернативной энергии – движение воздушных масс (ветер). Ветроэнергетика – отрасль альтернативной энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс атмосферы в электрическую [2].

Ветроэнергетические установки способны производить электрическую энергию, в том числе и для нужд АПК. Преимуществом данного вида альтернативной энергетики заключается в том, что имеется возможность использования как автономно, так и в общей электрической сети, с возможностью совместного использования с другими автономными электростанциями.

Ветрогенератор работает следующим образом. Лопасти рабочего колеса потоками воздушных масс приводятся в движение и вращают вал, который соединен через муфту с редуктором. К выходному валу редуктора присоединяется генераторная машина, которая преобразовывает кинетическую энергию в постоянный электрический ток, с помощью которого, происходит зарядка специального блока аккумуляторных батарей. После чего, при помощи инвертора происходит преобразование постоянного тока в переменный и нагрузка подается в электрическую сеть к потребителю [3, 4].

Поэтому ветровые установки имеют перспективу применения в сельском хозяйстве, для компенсации расхода электроэнергии в некоторых технологических процессах, таких как водоснабжение животноводческих хозяйств путем подъема воды из скважин; орошение небольших участков овощных культур и садов; осушение заболоченных земель для превращения их в плодотворные поля; помол зерна; приготовление кормов в животноводческих хозяйствах: дробление жмыха, резка силоса и т.д.; освещение предприятий. Приведенный перечень основных отраслей сельскохозяйственного производства, где широко и с успехом могут применяться ветроустановки, показывает важность и значимость развития ветроиспользования. Сложно придумать более выгодный и неисчерпаемый источник энергии, чем ветрогенераторы. Эксплуатация ВЭУ позволяет сэкономить как финансовые, так и топливные средства [4, 5].

Научно доказано, что ветрогенераторы не оказывают никакого негативного влияния на окружающую среду, в отличие от множества других источников энергии. Энергия ветра является возобновляемым видом энергии, что является большим плюсом. В России существует немало удаленных районов, слабо обеспеченных электроэнергией, которые практически не имеют другой выгодной альтернативы, как строительство ветроэлектростанций. Пример тому Крым, где

ветроэнергетика имеет большую эффективность благодаря географическому расположению и атмосферным ветровым потокам. Изолированная энергосистема Крыма в значительной степени опирается на ветрогенераторы, что позволяет использовать собственную энергию, а не поставлять ее с материка [5].

Таким образом, развитие ветроэнергетики позволит существенно уменьшить расходы государства в энергетической отрасли. Использование ветротурбин для обслуживания отдельных сельскохозяйственных объектов можно считать полностью оправданным методом.

#### Список литературы

1. Инновационные пути решения проблемы обеспеченности энергетическими ресурсами / И.А. Бондарева, А.В. Мешков, А.Р. Моисеенко, Н.В. Водолазская // Инновационные перспективы Донбасса, 2019. С. 209-214.
2. Мануйленко А.Н. Ключевые проблемы промышленной безопасности // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Национальная безопасность России: актуальные аспекты» ГНИИ «Нацразвитие». Июль 2018». – СПб : Изд-во Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2018. – С. 57-64.
3. Шопинский С.Н., Вендин С.В. Процесс работы ветроэлектрической установки // Материалы международной научно-практической конференции «Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе». – Воронеж : Изд-во Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2020. – С. 16-19.
4. Сорокин В.Ю., Вендин С.В. Разработка схемы управления зарядкой аккумуляторов для ветро-солнечной электростанции // Агротехника и энергообеспечение. 2021. № 4 (33). С. 136-141.
5. Сорокин В.Ю., Вендин С.В. Пути повышения эффективности применения ветровых и солнечных электростанций в сельском хозяйстве // Материалы национальной научно-практической конференции «Механизация и автоматизация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве». – Воронеж : Изд-во Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2020. – С. 488-492.

## ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОИОНИЗАЦИИ ВОЗДУХА В ПТИЧНИКЕ

Михайленко А.Д., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Высокая себестоимость отечественного животноводства настоятельно диктует необходимость разработок технических мероприятий, обеспечивающих повышение экономической эффективности процесса выращивания птицы [1]. Применение в промышленных животноводческих комплексах приточной вентиляции и металлических клеток, существенно снижает действие на животных такого важного фактора, как свежий воздух, насыщенный отрицательными ионами [2-5]. В приточном воздухе после центробежных вентиляторов полностью отсутствуют отрицательные ионы, а количество положительных ионов увеличено. Среди физических факторов микроклимата ионизация воздуха относится к числу наименее исследованных. Несомненно, что аэроионы влияют на кожу и эпителий дыхательных путей, однако мнения о глубине их проникновения противоречивы. Тем не менее, положительное влияние отрицательной ионизации на организм животных и птицы бесспорно и выражается в росте привесов, увеличении яйценоскости, уменьшении заболеваемости, снижении стрессовой нагрузки, сохранности поголовья и многом другом. Применение искусственной ионизации снижает атмосферные выбросы, загрязнение окружающей среды, а также запыленность помещения, являющейся главной причиной легочных заболеваний у работников ферм. Кроме того, искусственная ионизация saniрует поступающий внутрь помещения воздух, содержащий болезнетворную микрофлору, которая вызывает снижение продуктивности животных и птицы из-за возникающих болезней.

**Материалы и методы.** Разработка системы аэроионизации воздуха проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Существующие системы аэроионизации можно разделить на группы, одна из которых позволяет насыщать аэроионами воздух внутри помещения. Критерием работы системы ионизации является создание в зоне дыхания необходимой концентрации отрицательных ионов, при совместимости элементов системы между собой и с существующим типом оборудования птичника. Количество аэроионов и озона на выходе генератора ионов зависит от конструкции рабочих электродов и от напряжения на них. Для ионизации применяют проволочные и остриеобразные электроды. Анализ литературных источников показывает значительные преимущества остриеобразных электродов для использования в устройствах, совмещенных с приточной вентиляцией.

Оптимальные параметры эксплуатации остриеобразного электрода заключаются в отсутствии выделения озона в зависимости от: колебаний напряжения; длины разрядного острия; удаления острия от поверхности анода; количества острий и расстояния между ними.

Особенно эффективна генерация остриевого электрода при использовании в качестве анода внутренней токопроводящей поверхности воздуховода. Эффективность генерации в этом случае возрастает более чем в три раза за счет «автоматического» подбора оптимального расстояния анод - катод и более полного использования поверхности острия иглы с необходимой для генерации аэроионов кривизной.

Предлагается система аэроионизации воздуха и схема управления ее работой, где реализована транспортировка аэроионного потока по воздуховодам. Совместное применение подключения анода ионизатора к металлическому воздуховоду и дополнительного источника напряжения увеличивает количество отрицательных ионов на выходе воздуховода.

**Заключение (выводы).** Анализ состояния вопроса показал, что особенностью промышленного птицеводства является нахождение большого числа поголовья в ограниченном объеме помещения, что снижает качество воздуха в помещении и предъявляет требования к его санитарной безопасности. Это особенно актуально при клеточном содержании животных. Повысить санитарную безопасность воздуха в помещении птичника возможно за счет насыщения его отрицательными ионами. Предлагается система аэроионизации воздуха и схема управления ее работой.

#### Список литературы

1. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства / Под ред. В.В. Нунгезера, Ю.Ф. Лачуги, В.Ф. Федоренко. – Ч. II. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 492 с.
2. Бочаров М.Е. Повышение эффективности аэроионизации. Автореф. дисс. к.т.н. / М.Е. Бочаров. – Москва. – 1992. 18 с.
3. Мануйленко А.Н. Электроозонирование животноводческих помещений / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // Сельский механизатор. – 2019. № 12. – С. 22-24.
4. Мануйленко А.Н. Электроозонирование воздуха птицеводческих помещений // В сборнике: Актуальные вопросы энергетики. Материалы 7-й всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной профессиональному празднику «День энергетика». Отв. редактор О.А. Пустовая. 2020. С. 71-73.
5. Мануйленко А.Н. Электроозонирование воздуха в животноводческих помещениях // В сборнике: Студенчество России: век XXI. Материалы VI Всероссийской молодежной научно-практической конференции. В 4-х частях. 2019. С. 120-124.

## СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В АПК

**Никулин А.А., Мануйленко А.Н.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Солнечная энергия – это энергия, находящаяся в солнечном излучении. Помимо традиционного использования человеком при нагревании, приготовлении пищи и сушке, она используется сегодня для производства электроэнергии. Солнечная технология производит электроэнергию без какого-либо бурения или сжигания и не имеет опасных побочных эффектов. Солнечные системы генерируют электроэнергию, не выделяя вредных парниковых газов в атмосферу. Они просто используют энергию солнца для удовлетворения потребностей предприятия в энергии [1, 2].

Самым распространенным способом добычи солнечной электроэнергии являются солнечные панели. Солнечные панели вырабатывают электроэнергию по фотогальваническому эффекту, то есть преобразовывая энергию солнечного света в электрический ток. Панели солнечных батарей изготовлены из специальных фотовольтаических ячеек, которые используют специальный полупроводниковый материал, такой как кремний, для захвата солнечного света. Когда фотоны солнечного света попадают на солнечные батареи, их электроны освобождаются и преобразуются в постоянный ток. В верхней и нижней частях панелей имеются металлические контакты, которые вытягивают этот постоянный ток, поэтому его можно отправить на инвертор, который потребляет электричество постоянного тока и преобразует его в переменный ток. Затем этот источник переменного тока поступает в сеть предприятия для удовлетворения энергетических потребностей.

Солнечные водонагреватели (гелиокотлы) и солнечные обогреватели являются эффективным способом обогревать предприятие, не внося больших инвестиций в установку солнечных батарей. Солнечные обогреватели используют солнечный свет и преобразуют его в тепловую энергию с использованием жидкости или воздуха в качестве среды, а солнечные водонагреватели используют воду в качестве метода теплопередачи. Эти системы солнечного отопления могут быть либо пассивными, либо активными – в то время, как пассивные системы используют естественную циркуляцию, активные системы используют насосы для циркуляции воды и получения тепла. Предприятия, которые устанавливают тепловую солнечную батарею, могут ожидать 5...10% экономии с системой [3].

Преимущества использования солнечной энергетики в АПК для питания предприятия помогает сократить расходы на электроэнергию и газоснабжение. Возобновляемая энергия, такая как, ветер и солнечная энергия, намного лучше для будущего нашей планеты, чем традиционные источники энергии, такие как, уголь, газ и нефть. Солнце предлагает самые распространенные источники энергии на Земле. Выбор использования солнца в качестве возобновляемого ис-

точника энергии помогает снизить сжигание ископаемого топлива, которое ведет нас к глобальному потеплению [4].

Эффективность от использования солнечных батарей на предприятиях АПК заключается в получении экологически чистой и безопасной для окружающих электрической и тепловой энергии. Данный комплекс оборудования будет способствовать решению проблем энергетического кризиса, улучшить положение потребителей электроэнергии АПК, а также будет способствовать дальнейшему развитию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в сельскохозяйственных регионах на территории РФ.

#### Список литературы

1. Мануйленко А.Н. Ключевые проблемы промышленной безопасности // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Национальная безопасность России: актуальные аспекты» ГНИИ «Нацразвитие». Июль 2018». – СПб : Изд-во Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2018. – С. 57-64.
2. Лавринова Е.В., Семенютин В.В. Микроскопические грибы и их воздействие на организм человека и животных // Материалы Международной студенческой научной конференции. – Белгород : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. –Т. 1. – С. 53.
3. Ульяновцев Ю.Н., Вендин С.В. К вопросу определения свойств теплообменных поверхностей // Материалы XXV Международной научно-производственной конференции «Роль науки в удвоении валового регионального продукта». – Майский : Изд-во Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 182-183.
4. Колесниченко А.С., Вендин С.В. Система энергоснабжения с использованием геотермальной и солнечной энергии // Материалы международной студенческой научной конференции «Молодёжный аграрный форум» – Майский : Изд-во Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 259.

## СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

**Овчаренко А.А., Килин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одной из основных проблем, связанных с передачей электроэнергии на большие расстояния, являются потери. Они зависят от различных факторов. Одним из таких параметров является сопротивление проводника (провода), по которому происходит передача электроэнергии [1]. Провода греются и тем самым сопротивление увеличивается. Существует множество решений этой проблемы, но мы рассмотрим лишь некоторые из них [2].

1. Можно добиться нулевого сопротивления, если охладить провод ниже определенной температуры, которая зависит от конкретного материала. Это явление называется сверхпроводимостью. Кабели, использующие подобный эффект, могут значительно сократить потери энергии при передаче.

2. Можно использовать постоянный ток. Постоянный ток как раз имеет меньшие потери, чем переменный, потому что при его применении потери мощности обуславливаются падением напряжения только на активном сопротивлении, а при переменном токе на активном и реактивном. Но переменный ток используют из-за того, что переменное напряжение проще и дешевле преобразовывать в другое (повышенное или пониженное) напряжение [3]. Постоянный ток требует большего сечения провода, а значит больше расход материала, кроме того, для передачи тока на дальние расстояния нужно будет каждые 1000-1500 км ставить подстанции, всё это слишком дорого и не оправданно.

3. Также существует передача энергии с помощью электромагнитизма или можно назвать такой способ передачи беспроводным. За простой пример возьмём беспроводную зарядку для телефона, нам известно, что даже если телефон находится на небольшом расстоянии от зарядной панели, телефон начинает заряжаться, однако нужно учитывать, что данный способ передачи электроэнергии требует большего исследования [4, 5]. Также есть метод электромагнитной индукции, данный метод хотел воплотить еще Никола Тесла, но в силу различных причин проект был прекращен.

4. Передача электрической энергии по лазерному лучу. Можно использовать те же самые волны для переноса энергии из одного места в другое. Ведь именно так вся накопленная в древесине, угле, нефти и природном газе энергия оказалась там изначально: передавалась в пространстве на 150 млн. км в виде электромагнитных волн или солнечного света (причём её бóльшая часть – миллионы лет назад). К примеру, для систем, в которых используются микро- и миллиметровые волны, в передатчиках обычно применяются твердотельные электронные усилители, а также фазированные антенные решётки, антенны параболические или из метаматериалов. В приёмнике микро- или миллиметровых волн используется элементная решётка-ректенна, то есть выпрямляющая антенна.



В заключении можно сказать следующее, что за беспроводной передачей электроэнергии на большие расстояния – будущее. Благодаря этому мы можем избавиться от километров проводов, которые требуют монтажа, обслуживания во время эксплуатации и ремонта из-за неисправностей. Благодаря технологиям беспроводной передачи энергии люди смогут передавать электричество на другие континенты и даже планеты. Но такие разработки находятся на стадии разработки. А технология сверхпроводимости – это технология, опередившая свое время и которая применяется во многих сферах.

#### Список литературы

1. Гонцов, В.А. Энергосбережение при передаче электроэнергии / В.А. Гонцов // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. – 2018. – № 10. – С. 147-149. – EDN LUOFUT.
2. Чупов, Н.А. Способы снижения потерь и увеличения эффективности передачи электроэнергии на линиях электропередачи / Н.А. Чупов // Научно-исследовательский Центр «Science Discovery». – 2021. – № 6. – С. 211-215. – EDN CLKANL.
3. Введение в профессиональную деятельность / С.В. Вендин, С.В. Соловьев, С.В. Клилин, А.О. Яковлев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 180 с. – EDN JXDGZX.
4. Морозов, В.В. Беспроводные способы передачи электроэнергии / В.В. Морозов, Г.И. Дейкун // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского : Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции, Краснодар, 23–24 декабря 2020 года. – Краснодар : Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом – Юг», 2021. – С. 330-334. – EDN DNLBOP.
5. Цыганков, А.В. Способы передачи электроэнергии беспроводными методами / А.В. Цыганков, Б.Е. Кивенко, Д.К. Березовский // Молодой ученый. – 2020. – № 42 (332). – С. 19-23. – EDN RUDHEU.

## **ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**Оганисян А.А., Ульяновцев Ю.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Ни одно крупное предприятие не выпустит в эксплуатацию двигатель после капитального ремонта без стендовых испытаний, которые позволяют оценить качество ремонта двигателя, а также соответствие установленных параметров.

Испытания проводятся по программе, которая зависит от типа двигателя и включает работу двигателя на различных оборотах, с разной нагрузкой в течение заданных периодов времени [1]. В режиме холодной обкатки двигатель подключается к электромотору, вращающему коленчатого вала дизельного двигателя. При горячей обкатке, проводимой на разных режимах, двигатель работает самостоятельно, а связанный с ним электродвигатель служит нагрузкой. Измерение угла опережения впрыска топлива осуществляется с помощью прибора, работающего совместно с триггером. Массовый расход топлива определяется в измерительной ёмкости, откуда топливо подаётся в двигатель в течение заданного промежутка времени. Измерение проводится при максимальных оборотах и максимальной нагрузке. Программный комплекс стенда состоит из трёх модулей:

- модуля управления алгоритмами испытаний;
- модуля отображения хода процесса испытаний;
- модуля отображения архивных данных.

Модуль управления алгоритмами испытаний позволяет создавать и модифицировать алгоритмы проведения испытания дизельных двигателей любых типов. Каждый алгоритм включает в себя три режима: холодная обкатка, горячая обкатка, измерение массового расхода топлива, любой из них может быть исключён из алгоритма. Каждый режим содержит один или несколько этапов, в которых задаются: продолжительность работы, обороты, мощность на валу двигателя.

Таким образом, по завершении обкатки двигателя программа может выдать отчёт по его параметрам.

### **Список литературы**

1. Стариков И.С., Шахбазян Р.В. Стенд для испытания дизельных двигателей // В книге: Материалы международной студенческой научной конференции. 2015. С. 237.

## ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТЕНКИ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЕГО ВНУТРЕННЕМ ОБЪЕМЕ

Оксаниченко А.А., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Особенностью переработки органических отходов в биогазовых установках является комплексная переработка органических отходов с получением органических удобрений и альтернативного источника энергии – биогаза. Таким образом, реализация данных технологий позволяет провести утилизацию отходов и обеспечить получение ценных продуктов. На практике для переработки органического сырья используются различные конструкции биогазовых реакторов в зависимости от применяемых технологий переработки [1-5]. Обеспечение высокой эффективности производства переработки органических отходов в биогаз напрямую связано с соблюдением температурных режимов и режимов перемешивания сырья. Температурные режимы при сбраживании могут поддерживаться за счет теплоты, выделяющейся в результате химических реакций при сбраживании. Однако, если этого количества теплоты недостаточно, то используется дополнительный теплоподвод (дополнительные источники теплоты).

**Материалы и методы.** Были проведены расчеты по оценке влияния теплоизоляционных свойств стенки биогазового реактора на выбор мощности дополнительных источников теплоты. В расчетах были использованы результаты общего решения уравнения теплопроводности Фурье в слоистых средах [6, 7].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Физическая и математическая модель биореактора представлялась в форме сплошного цилиндра радиусом  $R_1$  (рабочий объем реактора) и высотой  $H$ , окруженного цилиндрической оболочкой (стенкой) с толщиной  $\Delta$  с наружным радиусом конструкции  $R_2 = R_1 + \Delta$ .

При этом допускалось, что источники теплоты распределены по объему реактора равномерно, а также учитывали температуру внешней среды и условия теплообмена на внешней поверхности реактора.

Расчеты проводились для разницы значений температурного поля между центром биореактора  $T_1(0)$  и у внутренней стенки биореактора  $T_1(R)$ :  $\Delta T_1 = T_1(0) - T_1(R)$ .

При этом учитывалось влияние температуры внешней среды и теплопроводности стенки биогазового реактора на величину удельной мощности внутренних источников теплоты.

Была получена расчетная поверхность мощности источников теплоты при изменении коэффициента теплопроводности стенки  $\lambda_2$  и наружной температуры воздуха  $T_c$ .

**Заключение (выводы).** На основе проведенных расчетов можно заключить, что в исследуемом диапазоне изменения коэффициента теплопроводности теплоизоляции (стенки)  $\lambda_2$  от 0.03 Вт/(мК) до 0.05 Вт/(мК) для выбора мощности дополнительных источников теплоты определяющей является наружная температура среды вне реактора  $T_c$ , что необходимо учитывать при сооружении биогазового реактора в конкретной местности.

#### Список литературы

1. Зазуля, А.Н. Основные направления использования биогаза в мире / А.Н. Зазуля, Н.А. Хребтов // «Наука в центральной России» Научно-производственный периодический журнал. 2008. № 2. С. 31-35.
2. Голуб, Н.Б. Получение биогаза при очистке концентрированных сточных вод спирт-завода / Н.Б. Голуб, М.В. Потапова, М.В. Шинкарчук, А.А. Козловец // Альтернативная энергетика и экология. 2018. № 25-30. С. 51-59.
3. Садчиков, А.В. Оптимизация теплового режима в биогазовых установках / А.В. Садчиков, Н.Ф. Кокарев // Фундаментальные исследования. 2016. № 2-1. С. 90-93.
4. Садчиков, А.В. Повышение качества метана, используемого для синтеза водорода / А.В. Садчиков // Альтернативная энергетика и экология. 2017. № 10-12. С. 45-54.
5. Салюк, А.И. Метановая ферментация куриного помета при пониженной концентрации ингибиторов / А.И. Салюк, С.А. Жадан, Е.Б. Шаповалов, Р.А. Тарасенко // Альтернативная энергетика и экология. 2017. № 4-6. С. 89-98.
6. Vendin S.V. Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind / S.V. Vendin // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1993. Т. 65. № 2. С. 823-825.
7. Вендин С.В. К выбору теплоизоляции для корпуса биогазового реактора с учетом дополнительного подогрева сырья / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов, Ю.Н. Ульянов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – № 2 (26), 2020. – С. 16-26.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЧ ДЕЗИНФЕКЦИИ СЕМЯН

**Павлова Ю.А., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Одной из проблем растениеводства является низкая всхожесть семян из-за состояния глубокого органического покоя и болезней. Существуют различные способы предпосевной обработки семян для их дезинфекции. Для этого используют предварительную обработку различными препаратами, включая и обработку электромагнитными полями сверхвысокой частоты [1-7], включая установки с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. В то же время применение электромагнитных полей требует разработки способов и устройств для обеспечения эффективности и качества обработки.

Технологические приёмы обработки продуктов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению.

По сути процесс СВЧ обработки различных продуктов аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-6 и др.].

При СВЧ обработке важно обеспечить равномерность обработки объёма продукта и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчета СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** СВЧ обработка семян и зерна может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций.

Эффективное устройство для предпосевной СВЧ дезинфекции семян приведено в работе [7]. Устройство содержит дозатор, источник электромагнитной энергии, связанный волноводом с объемным резонатором, внутри резонатора установлена полая диэлектрическая вставка, имеющая чередующиеся диэлектрические лотки, выполненные в форме брахистохроны, Устройство работает следующим образом. Семена из дозатора через запредельный волновод входа поступают в рабочий объем резонатора и самотеком транспортируются по диэлектрическим лоткам, совершая одновременно поступательное движение в вертикальной плоскости и колебательное движение в горизонтальной плоско-

сти, одновременно электромагнитная энергия от источника по волноводу передается в резонатор и возбуждает в нем резонансные электромагнитные колебания, при этом происходит обработка транспортируемых семян. После чего через заградительный волновод выхода семена попадают в приемный бункер. Наличие диэлектрика вдоль стенки камеры улучшает равномерность электромагнитного поля, а в сочетании с поступательно колебательным движением семян повышается качество их обработки. Частично электромагнитная энергия рассеивается в диэлектрической вставке, а основной поток поглощается в обрабатываемом материале.

**Заключение (выводы).** Предлагаемая конструкция установки для СВЧ дезинфекции семян позволяет обеспечить высокую производительность и соблюдение режимов СВЧ обработки для обеззараживания семян и зерна.

#### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
5. Вендин С.В. Экспериментальные исследования предпосевной обработки семян пшеницы электромагнитным полем // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. № 1 (1). С. 4-10.
7. Авторское свидетельство RUS № 1787346. Устройство для СВЧ обработки семян / Бородин И.Ф., Вендин С.В., Бабенко А.А. Опубл. 15.01.1993; Бюл. № 2.

## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

**Панов В.С., Водолазская Н.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Фактор качества включает в себя ряд показателей надежной работы сельскохозяйственных машин [1, 2]. При этом немаловажная роль принадлежит входящим в их состав элементам. Например, таким узлам, в которых для преобразования электрической энергии в механическую используется различные электродвигатели [3, 4]. В частности, нерегулируемые асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором обладают предельной простотой конструкции при высоких механических и энергетических характеристиках, а также высоким удобством в эксплуатации и обслуживании. Основными показателями качества асинхронных электродвигателей является надежность и безопасность их эксплуатации, а также вероятность безотказной работы, то есть вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ не возникнет. Таким образом, количество и разновидность отказов оказывают непосредственное влияние на надежность асинхронных электродвигателей и сельскохозяйственных машин в целом [5].

**Цель работы.** Целью работы является оценка некоторых показателей качества электрооборудования, в частности, асинхронных электродвигателей, причин возникновения отказов и разработка способов их недопущения.

**Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели были использован анализ литературных источников по данному вопросу и методы статического анализа материала.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Наиболее достоверным источником об отказах асинхронных двигателей является дефектация на месте эксплуатации. Этот метод позволяет получить выбор отказов и повреждений, произошедших непосредственно за время эксплуатации. Однако отсутствие соответствующего оборудования и его высокая себестоимость не позволяет в большинстве случаев определить причину отказа. Поэтому необходимо выполнить систематизацию наиболее часто возникающих отказов асинхронных электродвигателей.

По результатам анализа инновационных исследований ряда авторов [6-9] было выполнено распределение отказов асинхронных электродвигателей с учетом их назначения и типа. Большинство отказов общепромышленных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором приходится на навивку статора из-за старения изоляции. Межфазные и витковые замыкания, пробой изоляции, снижение сопротивления изоляции наиболее часто обусловлены дефектами изготовления, использованием некачественных материалов, нарушением технологических режимов, неправильной эксплуатацией и техническим обслуживанием.

Выполняя дальнейший анализ, можно увидеть, что на втором месте по количеству отказов находятся отказы, наблюдаемые в подшипниковых узлах. Эти отказы, а также большая часть механических повреждений и скручиваний валов происходят по причине некачественного монтажа, неудовлетворительной эксплуатации, неправильного выбора материалов или их плохого качества, недостатков технологии изготовления, неполного технического обслуживания, низкой квалификации персонала, занятого на обслуживании и несоблюдении норм технического обслуживания. ремонта.

Помимо приведенных отказов и повреждений, наблюдаются повреждения, возникающие при неправильном хранении, транспортировке и эксплуатации.

### **Заключение**

Таким образом, оценка отказов асинхронных двигателей и причин их возникновения указывает на необходимость качественного контроля за их параметрами на стадиях разработки, изготовления и эксплуатации.

### **Список литературы**

1. Минасян А.Г., Водолазская Н. В. Теоретические основы подтверждения качества – Белгород, 2021. 190 с.
2. Водолазская Н.В., Панов В.С. О повышении качества некоторых элементов сельскохозяйственных машин // Профессия инженер : Сб. статей X Всерос. молодеж. научн -практи. конф. – Орел : Орловский ГАУ, 2022. С. 9-14.
3. Оценка показателей качества электрической энергии в электропитающих сетях / С.В. Вендин, С.В. Килин, С.В. Соловьёв, А.О. Яковлев. М., 2020. 248 с.
4. Шевченко А.Э., Вендин С.В. Особенности применения устройств ALTISTART 01 для плавного пуска асинхронных электродвигателей // Материалы Междунар. студ. науч. конф. Белгородский ГАУ. 2016. С. 199.
5. Панов В.С., Водолазская Н.В. Анализ основных причин отказа электродвигателей сельскохозяйственных машин // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК, 2021. С. 68.
6. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю., Шаршуков Н.О. Мероприятия повышения надежности оборудования автоматизированного технологического управления в электросетевом комплексе // Надежность. 2017. Т. 17. № 1 (60). С. 11-16.
7. Ушаков Ю.А., Пугачёв В.В., Пугачева Е.В. Линейный асинхронный вибропривод зерноочистительных машин // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК. 2017. С. 102-104.
8. Васютенко А.П., Тараховский А.Ю. Моделирование статических характеристик пневмометрического преобразователя // Контроль. Диагностика. 2019. № 8 (254). С. 48-52.
9. Анализ результатов экспериментальных исследований маслоизготовителя периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом / Ю.В. Польшивный, В.С. Парфенов, А.В. Яшин, В.А. Чугунов // Нива Поволжья. 2017. № 2 (43). С. 85-90.



## СВЧ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЕ

**Переверзев В.А., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Посевные качества семян, такие как всхожесть, энергия прорастания, масса 1000 семян и др., являются одной из составляющих получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. В агрономии имеется целый арсенал средств и методов предпосевной и послеуборочной обработки семян, включая и электрофизические методы воздействия с применением электромагнитных полей сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) [1-2 и др.]. Технологические приёмы обработки семян и зерна энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению. По сути процесс СВЧ обработки семян аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-5 и др.]. При СВЧ обработке семян важно обеспечить равномерность обработки объёма семян и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчета СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** СВЧ обработка семян и зерна может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций. СВЧ обработка слоя семян под излучателем на движущейся ленте имеет определенные преимущества перед обработкой в замкнутом объёме рабочей камеры. При обработке слоя семян на ленте под излучателем конструктивно проще обеспечить достаточную равномерность обработки слоя семян и обеспечить контроль процесса СВЧ обработки по таким параметрам как скорость и конечная температура нагрева семян. Однако при обработке слоя семян на ленте необходимо обеспечивать хорошее согласование СВЧ источника с нагрузкой (слоем материала) по минимуму коэффициента отражения электромагнитной волны от поверхности слоя [6-7 и др.].

Для СВЧ обработки семян предлагается конструкция установки, особенностью которой является то, что обработка семян производится на движущейся ленте под излучателем с контролем и управлением процессом по скорости и

конечной температуре нагрева, а также обеспечением согласования СВЧ источника с нагрузкой (слоем семян на транспортной ленте). Основу системы управления установки составляет программируемый логический контроллер, включенный в единую систему с СВЧ источником, электроприводом электромагнитного экрана, датчиками коэффициента отражения, датчиком температуры и регулируемым электроприводом. В качестве основы системы управления могут быть применены микропроцессорные регуляторы компании ОВЕН ТРМ.

**Заключение (выводы).** Предлагаемая конструкция установки для обработки семян в слое под излучателем на движущейся транспортной ленте, а также технологический алгоритм согласования СВЧ источника с нагрузкой позволяют обеспечить гарантированное соблюдение режимов обработки в строго заданных диапазонах конечной температуры и скорости СВЧ нагрева материала, а также защиту СВЧ источника от отраженных электромагнитных волн.

#### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
6. Вендин С.В. Теория и математические методы анализа тепловых процессов при СВЧ обработке семян: Монография / С.В. Вендин. М.; Белгород : ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», ООО «ТРАНСЛОГ», 2016. 143 с.
7. Малахов А.Н., Вендин С.В. Устройство и способ управления СВЧ-обработкой семян на конвейерной ленте // Агроинженерия. 2021. № 4 (104). С. 59-65.

## УПРАВЛЕНИЕ ЗАРЯДКОЙ АККУМУЛЯТОРОВ ВЕТРО-СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Половнев Г.К., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Важным фактором развития и устойчивого производства сельскохозяйственной продукции является обеспечение надежности электроснабжения и качества электроэнергии [1-4 и др.]. При этом существенным дополнением к существующим системам энергоснабжения является использование возобновляемых и альтернативных источников энергии: солнечного излучения, ветра, потоков воды, геотермальной энергии и энергии биомассы. Наиболее перспективным вариантом построения автономных энергетических комплексов представляется интеграция в дизельную систему электроснабжения ветровых и фотоэлектрических станций. В то же время, для автономных электростанций малой мощности, интеграция ВИЭ с дизельными электростанциями удорожает энергетическую систему. Следовательно, необходимо использовать возможности самих ветровых и солнечных электростанций. В связи с этим возникает острая необходимость в разработке устройства зарядки аккумуляторов для ветро-солнечной электростанции малой мощности, обеспечивающего зарядку двух аккумуляторов при выключении одного из генераторов (ветер или солнце) [5-9].

**Материалы и методы.** Разработка структурной схемы ветро-солнечной электростанции проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Основные факторы, влияющие на эффективность зарядки аккумуляторов, определяются не только энергетическим потенциалом ветра и солнечного излучения, но и спецификой самих применяемых аккумуляторов и особенностями их эксплуатации, выбором соответствующего оборудования управления работой электрической станции и процессом зарядки аккумуляторов. Как показывают исследования, ветровые и солнечные электростанции могут с успехом дополнять друг друга, работая на общую электрическую нагрузку. Задача состоит в разработке устройства зарядки аккумуляторов для ветро-солнечной электростанции малой мощности, обеспечивающего зарядку двух аккумуляторов при выключении одного из генераторов (ветер или солнце).

Предлагается структурная схема ветро-солнечной электростанции малой мощности, которая базируется на проверенных классических схемах комплектации оборудования, но отличается устройством управления режимами работы и зарядки аккумуляторов, как для ветровой, так и для солнечной электростанции.

**Заключение (выводы).** Разработана структурная схемы ветро-солнечной электростанции малой мощности. Особенностью разработанной схемы является то, что устройство управления режимами работы и зарядки аккумуляторов

включает традиционные контроллеры зарядки ветровой и солнечной электростанции, а также головной контроллер управления и устройства развязки аккумуляторов для возможности подзарядки аккумуляторов соседней системы при неблагоприятных погодных условиях. Режимы работы и алгоритм управления определяются требованиями к заряду и эксплуатации аккумуляторов. Параметры АКБ можно выбирать непосредственно из технических характеристик, не опираясь на нагрузочные характеристики, так как последние ориентированы на активную, а не реактивную нагрузку (любые электронные приборы являются чисто реактивной (в отличие от активной) нагрузкой и потребляют энергию не более половины всего времени).

### Список литературы

1. Нестеров А.М., Вендин С.В. Обзор возможности строительства ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ в Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 200-203.
2. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю. Автоматизация механических и тепловых процессов в многокамерном биогазовом реакторе непрерывной загрузки сырья // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2016. № 4 (74). С. 55-60.
3. Виноградов, А.В. Анализ основных составляющих эффективности систем электрообеспечения сельских потребителей / А.В. Виноградов, А.В. Виноградова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (54). – С. 96-102.
4. Виноградов, А.В. Отключения в электрических сетях 0,4 кВ: количество, причины и контрмеры / А.В. Виноградов, В.Е. Большев, А.В. Виноградова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (58). – С. 77-81.
5. Елистратов, В.В. Оптимизация фотоэлектрических модулей при проектировании солнечных электростанций / В.В. Елистратов, Е.С. Аронова, М.З. Шварц // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 37. – С. 259-263.
6. Калашник, В.И. Регулятор заряда аккумуляторных батарей от солнечных панелей / В.И. Калашник, К.Р. Казаров, В.А. Черников // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 1. – С. 20-22.
7. Козюков, Д.А. Контроллеры заряда-разряда аккумуляторных батарей солнечных фотоэлектрических установок / Д.А. Козюков, Б.К. Цыганков // Инновационная наука. – 2015. № 8-2 (8). – С. 41-44.
8. RU 2783009 С1, В60L 53/30 (2022.08); В60L 58/12 (2022.08); В60L 58/16 (2022.08); Н02J 7/34 (2022.08). Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей. Водолазская Н.В., Рябко К.А., Рябко Е.В., Крутоус Н.С., Клёсов Д.Н. Патент на изобретение, заявитель и патентообладатель Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина. 08.11.2022. Заявка № 2022112580 от 05.05.2022. Опубликовано: 08.11.2022. Бюл. № 31. – 12 с.
9. Устройства развязки аккумуляторов. Режим доступа: <https://forum.cxem.net/index.php?/topic/132578>

## СПОСОБ СВЧ ОБРАБОТКИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

**Рыжков А.С., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Применение электромагнитных полей для технологической обработки сельскохозяйственных материалов требует разработки способов и устройств, обеспечивающих эффективность и качество обработки [1-7].

Технологические приёмы обработки продуктов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению.

По сути процесс СВЧ обработки различных продуктов аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-6 и др.].

При СВЧ обработке важно обеспечить равномерность обработки объёма продукта и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчета СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** СВЧ обработка диэлектрических материалов может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций.

Одной из эффективных конструктивных решений является способ и устройство для СВЧ обработки диэлектрических материалов, представленные в работе [7]. Изобретение относится к электротехнике, предназначено для обработки диэлектрических материалов электромагнитным полем СВЧ и может быть использовано в СВЧ установках сельскохозяйственного и промышленного назначения. Цель изобретения - повышение коэффициента полезного действия.

Устройство содержит источник электромагнитных колебаний, который соединен с камерой. Через камеру проходит конвейерная лента, под которой находится экран, параллельный ленте. Камера на входе и выходе снабжена устройствами загрузки и выгрузки. Привод экрана снабжен датчиком перемещения и имеется датчик коэффициента отражения. Выходы двух датчиков подключены к мультиплексору, при этом его выход через аналого-цифровой преобразователь подключен к микропроцессорному устройству, один выход которого подключен к загрузочному устройству, а второй – к приводу экрана.

Микропроцессорное устройство осуществляет расчет толщины обрабатываемого материала и подает управляющий сигнал на устройство загрузки для поддержания заданной толщины обрабатываемого материала. В процессе работы другой датчик контролирует суммарный отраженный сигнал и с помощью привода путем перемещения экрана поддерживается минимум суммарного коэффициента отражения.

**Заключение (выводы).** Предлагаемая конструкция установки для СВЧ обработки диэлектрических материалов позволяет обеспечить высокую согласованность СВЧ генератора с продуктом за счет управления минимумом суммарного коэффициента отражения электромагнитной волны.

#### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
6. Вендин С.В. Технологические приемы СВЧ-обработки семян в слое // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 2 (10). С. 3-11.
7. Авторское свидетельство RUS№1669087. Способ СВЧ-обработки диэлектрических материалов / Бородин И.Ф., Вендин С.В., Кузнецов С.Г., Михайлов М.Д. Опубл.07.08.1991; Бюл. № 29.

## ПРИМЕНЕНИЕ УФ-ОБЛУЧЕНИЯ В ПТИЧНИКАХ

**Ряшинов А.А., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Продуктивность птицы зависит от многих факторов, в том числе от состояния воздушной среды в помещении [1-3] и наличия дозы УФ излучения. Степень воздействия различных видов лучистой энергии на организм зависит от их проникающей способности, а она, в свою очередь, – от длины волны. Чем длиннее волны луча, тем глубже он проникает в ткани организма. Ультрафиолетовые лучи имеют сравнительно небольшую длину волны и поглощаются поверхностными слоями кожи. При ультрафиолетовом облучении в оптимальных дозах усиливается функция органов кровообращения – увеличиваются в пределах физиологической нормы количество эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов в крови и другие ее биохимические показатели [4].

Облучение кур и яиц ультрафиолетовым (УФ) излучением оказывает положительное действие: на 4-6% увеличивает яйценосность кур, при этом соотношение полов в потомстве сдвигается в сторону преобладания самок; повышается выводимость яиц на 5-6%; живой вес цыплят увеличивается на 8-9%; вылупившиеся из облучённых яиц цыплята имеют более высокий вес и повышенную жизнестойкость.

Действие ультрафиолетового излучения способствует укреплению здоровья птицы и повышению их продуктивности. УФ-излучение положительно влияет на микроклимат животноводческого помещения, обеспечивая образование в воздухе озона и окислов азота, снижение количества влаги и аммиака, а кроме того, и микроорганизмов, что благотворно действует на животных и улучшает условия труда обслуживающего их персонала [5].

**Материалы и методы.** Разработка системы управления УФ облучением птицы проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Основу установки для УФ облучения птицы составляет облучательная установка ЭО1-30М. Эртемный облучатель ЭО1 – 30 М для УФ-облучения сельскохозяйственных животных подвешивают в помещении стационарно на высоте 1,8-2,2 м от пола из расчета один облучатель на 15-20 м<sup>2</sup>. При работе ультрафиолетовых ламп их поток излучения снижается, поэтому продолжительность работы установки необходимо корректировать. Это можно сделать, получив зависимость коэффициента запаса от продолжительности работы установки [6]. Для контроля за временем работы ламп и определения продолжительности включения в текущие сутки применяем программируемый логический контроллер ПЛК 100 [7].

Работа установки предусмотрена в двух режимах ручном и автоматическом. Для переключения режимов служит переключатель. Ручной режим предусмотрен для проведения пусконаладочных работ при монтаже установке или замене ламп. Для этого переключатель ставят в положение «Р». В ручном

режиме включается магнитный пускатель КМ1 и подает напряжение питания на все облучатели ЭО-1М.

Для работы установки в автоматическом режиме с контролем дозы облучения птицы переключатель ставят в положение «А». При этом через контакты переключателя включается блок питания информационной панели оператора и контроллер ПЛК-100. ПЛК 100 работает в соответствии с алгоритмом работы системы управления ультрафиолетовым облучением.

С панели оператора можно скорректировать текущее время суток. Затем по алгоритму работы контроллер считывает системное время. После наступления 10 часов из памяти считывается и вычисляется продолжительность работы ламп в текущие сутки. Как только доза ультрафиолета будет выдана выключается магнитный пускатель и отключаются лампы.

**Заключение (выводы).** Основу системы УФ облучения птицы составляет облучательная установка ЭО1-30М. Предложен алгоритм работы и электрическая схема управления УФ облучением. Работа установки предусмотрена в двух режимах ручном и автоматическом. Для переключения режимов служит переключатель. Работой в автоматическом режиме управляет контроллер ПЛК-100.

#### Список литературы

1. Войтенко В.С., Вендин С.В. Параметрические и программируемые системы управления вентиляцией А-CLIMA // В книге: Материалы международной студенческой научной конференции. 2015. С. 209.
2. Войтенко В.С., Вендин С.В. Схема блока управления вентиляцией помещения // В книге: Материалы международной студенческой научной конференции. 2015. С. 208.
3. Мануйленко А.Н. Электроозонирование воздуха птицеводческих помещений // В сборнике: Актуальные вопросы энергетики. Материалы 7-й всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной профессиональному празднику «День энергетика». Отв. редактор О.А. Пустовая. 2020. С. 71-73.
4. Обзор прогрессивных технологий содержания кур [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.curiatnik.ru> (дата обращения 27.12.2021 г.).
5. Кавтарашвили А.Ш. Энергосберегающий способ освещения птичника при содержании кур родительского стада в клетках / А.Ш. Кавтарашвили, М.Л. Бебин, Р.С. Прасад, Ф.Ф. Алексеев // Конференция по птицеводству. Тезисы докладов. – Сергиев Посад. – 1995. – С. 16-17.
6. Газалов В.С. Проектирование систем электрификации. Методические указания к курсовому проекту (раздел «Проектирование системы освещения») / В.С. Газалов, Л.П. Щербаева, Э.В. Гладкая. – зерноград : ФГОУ ВПО АЧГАА, 2008.
7. Сайт компании ОВЕН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.owen.ru>



## КОМБИНИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРООБОГРЕВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

**Савельев А.А., Страхов В.Ю.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Развитие агропромышленного комплекса в России требует от сельскохозяйственных производителей сокращения производственных расходов. На предприятиях важно внедрять разработки, эксплуатация которых позволит сократить затраты, снизить себестоимость продукции и увеличить прибыль [1]. В отрасли животноводства одной из затратных операций является поддержание требуемых параметров микроклимата.

Наиболее распространенные способы локального электрообогрева: инфракрасный, контактный и комбинированный [2]. При комбинированном способе обогрева теплопередача животным и птице происходит одновременно излучением, контактно и конвекторно. Обогрев в подобных системах выполнен как снизу (устройства контактного обогрева), так и сверху (устройства лучистого и конвекторного обогрева). Такой подход позволяет привести к снижению простудных заболеваний молодняка.

На практике широкое распространение получили установки ЭИС-11-И1 для местного комбинированного электрообогрева. Устройства обеспечивают оптимальный температурный режим в зоне размещения поросят-сосунков в свинарниках-маточниках, отапливаемых системой общего обогрева, если температура воздуха в помещении не ниже 14°C. Конструкция установки включает 30 электрообогревательных устройств и общий для них пульт управления. Каждое обогревательное устройство содержит инфракрасный электрообогреватель, нагревательную панель, конструктивно объединенные при помощи кронштейна с клеммной коробкой. В зоне расположения животных ощущаемая температура составляет 28-30°C, обеспечивая благоприятные температурные условия для животных разных возрастных групп. Общая мощность установки 15 кВт [3].

Таким образом благодаря работы установки местного обогрева и автоматизации процесса поддержания оптимальной температуры можно добиться значительного снижения затрат на электроэнергию.

### Список литературы

1. Водолазская Н.В., Шарая О.А. Обеспечение эффективных решений развития инновационной деятельности предприятия // Ресурсосбережение. Эффективность. Развитие: Материалы научно-практической конференции – Донецк : ДонНТУ, 2022. – С. 276-283.
2. Страхов, В.Ю., Нестерова Н.В. Энергосбережение в Белгородской области // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 2015. – С. 238.
3. Комаров, Р.С., Файн В.Б. Сравнительная экономическая оценка различных технических средств локального электрообогрева поросят-сосунков // АПК России / Вестник ЧГАА. – 2013. – № 63. – С. 56-61.

## УПРАВЛЕНИЕ МИКРОКЛИМАТОМ В ПТИЧНИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА SIMENS LOGO 8

**Савин О.В., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Рациональное содержание животных, а также обеспечение оптимального микроклимата в животноводческих помещениях во многом определяет рентабельность производства продукции животноводства на промышленной основе.

Даже при наличии высоких продуктивных породных качеств животных при отсутствии нормальных условий микроклимата животные не могут полностью реализовать свой генетический потенциал повышения продуктивности и привесов. Дело в том, что параметры микроклимата в совокупности влияют на здоровье и продуктивность животных, их физиологическое состояние, теплообмен с окружающей средой помещения. Поэтому, если не соблюдать зоогигиенические требования в животноводческих помещениях, следует ожидать снижение продуктивности животных и снижение объема производимой продукции [1-2]. Следует отметить также, что при формировании воздушной среды в помещении необходимо учитывать множество внешних факторов [3]. Для регулирования параметров микроклимата в животноводческих помещениях применяются различные технические средства и системы управления [4-7 и др.].

**Материалы и методы.** Исследования по разработке системы управления параметрами воздушной среды в птичнике проводились на основе патентного поиска и литературного анализа технических и экономических характеристик программируемых логических контроллеров и возможностей их применения для управления параметрами воздушной среды в птичнике.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проведённый анализ различных технических средств и систем управления микроклиматом в животноводческих помещениях показал, что для управления параметрами воздушной среды в птичнике перспективно использовать логический контроллер Siemens Logo 8 серии Basic [4-7]. Основным разработчиком и производителем данного контроллера является компания «Siemens». Основными преимуществами логического контроллера Siemens Logo 8 серии Basic является его многофункциональность и возможность одновременного контроля и управления следующими параметрами: температура, влажность, концентрация углекислого газа и уровень вентиляции в птичнике.

Выбор построения системы управления микроклиматом в животноводческом помещении с применением логического контроллера Siemens Logo 8 серии Basic обусловлен также его сравнительно низкой стоимостью по сравнению с известными аналогами, например устройствами компаний BigDutchman и VDLAgrotech. Важно также то, что возможности контроллера, кроме контроля и управления параметрами воздушной среды, позволяют заранее запрограмми-

ровать оперативное управление системой микроклимата при неполадке или выходе их строя отдельных вентиляторов. Указанное обстоятельство снижает влияние человеческого фактора и повышает надёжность работы системы вентиляции.

**Заключение (выводы).** В заключение отметим, что если систему управления на основе данного программируемого логического контроллера установить в птичнике, включить в структурную схему работы вентиляции и запрограммировать контроллер в специальной программе на компьютере, то применение системы микропроцессорного регулирования микроклиматом для птичников обеспечит оптимальные параметры воздушной среды в птичнике и будет эффективным.

Кроме того, предложенная система автоматизированного управления микроклиматом для птичников под управлением логического микроконтроллера Siemens Logo 8 серии Basic позволяет существенно удешевить затраты, по сравнению с известными системами автоматизированного управления микроклиматом для птичников BigDutchman и VDLAgrotech, так как установка этих систем стоит намного дороже.

#### Список литературы

1. Дерхо М.А. Влияние микроклимата на сохранность и обмен веществ у ремонтного молодняка кур / М.А. Дерхо, Т.И. Середа // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 366-370.
2. Салаев И.П. Микроклимат, вентиляция и газовый состав воздуха в птицеводческих помещениях (обзор) / И.П. Салаев, Н.А. Королёва, В.А. Офицеров, А.В. Иванов, А.П. Бахарев // Птицеводство. 2016. № 6. С. 44-49.
3. Скляр А.В. К обоснованию алгоритмов управления микроклиматом птичников / А.В. Скляр, М.В. Постнова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2018. Т. 8. № 2. С. 25-28.
4. Довлатов И.М. Автоматизированная система обеспечения микроклимата в птичниках / И.М. Довлатов, Л.Ю. Юферев, В.В. Кирсанов, Д.Ю. Павкин, В.Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. 2018. № 7 (86). С. 7-18.
5. Самарин Г.Н. Энергосберегающая система кондиционирования воздуха для ферм / Г.Н. Самарин // Техника в сельском хозяйстве. 2017. № 4. С. 43.
6. Латышев А.А. Модернизация системы автоматизированного управления микроклиматом в птичнике / А.А. Латышев, С.В. Вендин // В сборнике: Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения. Белгородский ГАУ. 2018. С. 159-162.
7. Латышев А.А. Система микропроцессорного регулирования микроклимата в птичнике / А.А. Латышев, С.В. Вендин // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 32-33.

## УПРАВЛЕНИЕ ИК-СУШКОЙ ЗЕРНА

**Свищев Д.А., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Инфракрасные лучи в настоящее время широко применяются практически во всех отраслях жизнедеятельности человека – в пищевой промышленности (кондитерская, консервная, пище-концентратная), медицине и биологии, промышленности и транспорте, научных исследованиях и др. Инфракрасный энергоподвод также применяется в таких технологических процессах, как нагрев, обжарка, выпечка, термообработка зернового сырья и сушка. Применение ИК-облучения создает во много раз большую плотность потока теплоты, чем при конвективной сушке, что позволяет достичь значительно больших скоростей прогрева высушиваемого материала.

В настоящее время сушка зерна осуществляется преимущественно зерносушилками с конвективным теплоподводом [1]. В то же время в литературе отмечается перспективность применения инфракрасной сушки (ИК-сушки) при переработке сельскохозяйственной продукции, в пищевой промышленности – хлебопекарной, кондитерской, мукомольной, комбикормовой [2]. Быстрое повышение температуры материала после критической точки при непрерывной ИК-сушке вызывает ухудшение свойств термолабильных материалов, а значительный температурный градиент, направленный противоположно градиенту влагосодержания, замедляет внутренний массоперенос. Это обуславливает необходимость использовать прерывистое облучение (осциллирующий или импульсный режим), сочетающее чередование стадий ИК-нагрева и отлежки материала. Последние исследования [3-5] по инфракрасной сушке зерна показывают ее перспективность и необходимость проведения ее в осциллирующем режиме, преимущества по отношению к другим способам сушки.

**Материалы и методы.** Разработка ИК-сушки зерна проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Технологически ИК-сушку зерна рекомендуется проводить, располагая источники излучения над транспортером зерна. В качестве источников инфракрасного излучения применяем галогенные лампы КГТ-230-1000-4. Для управления установки предлагается схема, которая должна обеспечивать управление установкой, поддержание температуры нагрева зерна на заданном уровне и отключение ее при перегорании более 15% ламп. Для измерения температуры зерна на выходе установки и выработки управляющего воздействия используется программируемый логический контроллер ПЛК 150, у которого имеется шесть дискретных входов и четыре дискретных выхода для управления магнитными пускателями. Четыре аналого-цифровых преобразователей (АЦП), позволяющих подключать датчики температуры. Два стандартных аналоговых выхода с цифроаналоговыми

преобразователями (ЦАП). Они вырабатывают сигналы в диапазоне 4...20 мА для управления БУСТ (блок управления симисторами и тиристорами) [6-8].

**Заключение (выводы).** Применение инфракрасного излучения для сушки зерна позволяет в 2...3 раза сократить общее время сушки зерна по сравнению с использованием традиционного конвективного способа сушки, реализованного в шахтных и барабанных сушилках. При этом сушка может быть реализована с применением существующих транспортеров зерна, над которыми располагаются источники инфракрасного излучения. Управление работой инфракрасных ламп может быть реализовано с применением программируемого логического контроллера ПЛК 150. Работа ламп может быть увязана с измерением температуры зерна на выходе установки.

#### Список литературы

1. Курочкин А.А., Шабурова Г.В., Зимников В.М. и др. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств: практикум. М. : Юрайт, 2019. 186 с.
2. Булавин С.А., Вендин С.В., Саенко Ю.В. Расчет параметров конвейерной сушилки пророщенного зерна / Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 2 (6). С. 3-8.
3. Юденич Л.М. Светотехника и электротехнология: учебное пособие 2-е изд., испр. и доп. СПб : Лань, 2020. 104 с.
4. Проничев С.А. Импульсная инфракрасная сушка семенного зерна: Автореф. Дисс. ... канд .техн. наук. Москва.2007. 18 с.
5. Гребеник А.В., Вендин С.В. Применение инфракрасного излучения для сушки зерна // В книге: Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции. 2019. С. 63.
6. Каталог продукции фирмы SELZ. [Электронный ресурс] : Режим доступа: [www.selz.ru](http://www.selz.ru).
7. Каталог продукции фирмы Pritok44. [Электронный ресурс] : Режим доступа: [www.pritok44.ru](http://www.pritok44.ru).
8. Каталог продукции фирмы ОВЕН. [Электронный ресурс] : Режим доступа: [www.owen.ru](http://www.owen.ru).

## СИЛОВЫЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ КАБЕЛИ

**Северинов Я.М., Килин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Электроэнергетика XXI века должна обеспечивать высокую эффективность выработки, транспортировки и потребления энергии [1]. Этого можно достичь путем повышения требований к управляемости энергосистемы, а также к экологическим и ресурсосберегающим характеристикам на всех этапах производства и распределения электроэнергии. Использование сверхпроводниковых технологий позволяет перейти на качественно новый интеллектуальный уровень функционирования данной отрасли. Интерес к данным разработкам усилился в последние годы в связи с открытием высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП), не требующих сложных и дорогих охлаждающих приборов [2].

Именно силовые сверхпроводящие кабели являются наиболее разработанным и продвинутым способом применения сверхпроводимости в электроэнергетике в настоящее время. Основными преимуществами сверхпроводящих кабелей являются: высокая эффективность в связи с малыми потерями энергии в сверхпроводнике; возможность замены существующего кабеля на кабель с большей передаваемой мощностью при тех же габаритах; легкий вес за счет меньшего количества используемого материала; увеличение жизненного цикла кабеля в результате замедления процессов старения изоляции; низкий импеданс и большая критическая длина; отсутствие электромагнитных и тепловых полей рассеяния, экологическая чистота и пожаробезопасность; возможность передачи больших мощностей при сравнительно низком напряжении [3].

ВТСП КЛ постоянного и переменного тока – инновационная разработка, позволяющая решить значительную часть проблем электрических сетей.

В электрических сетях возможно создание схемы с применением как ВТСП КЛ переменного, так и линий постоянного тока. Обе системы имеют свои предпочтительные области применения, и в конечном итоге выбор определяется как техническими, так и экономическими соображениями.

Одним из вариантов применения технологии являются энергетические сети мегаполисов. Они являются динамично развивающейся структурой, которая имеет следующие особенности: быстрый рост потребления энергии, что обычно превышает средний темп роста потребления по всей стране; высокая плотность энергопотребления; наличие дефицитных по энергообеспечению районов; высокая степень разветвленности распределительных электрических сетей, что обусловлено необходимостью многократного дублирования линий электрообеспечения потребителей; секционирование электрической сети с целью уменьшения токов короткого замыкания.

Все эти факторы определяют основные проблемы в сетях городских: высокий уровень потерь электроэнергии в распределительных сетях; высокие уровни токов короткого замыкания, значения которых в некоторых случаях превос-

ходят отключающую способность коммутационного оборудования; низкий уровень управляемости [4].

При этом загрузка подстанций в городе очень неравномерна, во многих случаях загружены только на 30-60%. Как правило, подстанции глубокого ввода в городах запитываются по отдельным линиям высокого напряжения. Соединение подстанций на стороне среднего напряжения может обеспечить взаимное резервирование энергорайонов и высвободить резервные трансформаторные мощности, что в конечном итоге приведет к снижению потерь энергии в сети. Кроме того, такой тип подключения позволяет использовать высвободившиеся мощности для подключения дополнительной нагрузки без необходимости ввода в эксплуатацию новых трансформаторов или строительства новых подстанций и линий электропередачи.

Одним из основных преимуществ сверхпроводящих кабельных линий является возможность передачи больших потоков энергии (сотни мегаватт) на распределительном напряжении. Эти открывшиеся новые возможности целесообразно учитывать и использовать при проектировании или кардинальной реконструкции сетевых объектов.

Это позволит существенно повысить энергоэффективность сети, уменьшить количество базовых подстанций, обеспечить высокую управляемость энергопотоками и в конечном счете увеличить надежность энергоснабжения потребителей. Такая сеть может стать реальным прообразом умной сети будущего [5].

#### Список литературы

1. Инновационные пути решения проблемы обеспеченности энергетическими ресурсами / И.А. Бондарева и др. // Инновационные перспективы Донбасса, 2019. С. 209-214.
2. Сытник, В.Е. Сверхпроводящие кабельные линии: состояние вопроса и перспективы / В.Е. Сытник // Академия энергетики. – 2011. – № 6 (44). – С. 74-83. – EDN SIQSVD.
3. Коваленко, И.П. Сверхпроводимые провода / И.П. Коваленко // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. – 2018. – № 10. – С. 169-171. – EDN UQLXGG.
4. Введение в профессиональную деятельность / С.В. Вендин, С.В. Соловьев, С.В. Клилин, А.О. Яковлев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 180 с. – EDN JXDGZX.
5. Титаренко, О.Н. Использование высокотемпературных сверхпроводников как перспективное направление в электроэнергетике / О.Н. Титаренко, Е.Г. Малюк // Энергетические установки и технологии. – 2019. – Т. 5, № 1. – С. 100-105. – EDN ZAHЕАР.

## ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**Скобенко Е.П., Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Насосные станции как один из самых важных элементов систем водоснабжения получили огромное распространение. От качества монтажа, дальнейшей эксплуатации и ремонта насосных станций зависит качество и надёжность работы системы водоснабжения [1]. Насосная станция в виде комплексной системы для перекачивания жидкостей из одного места в другое представляет собой сооружение, в состав которого входят одна или несколько насосных установок и вспомогательные системы, обеспечивающие работоспособность объекта в целом [2]. Насосную установку образует насосный агрегат в совокупности с оборудованием, обеспечивающим его работу в требуемом режиме [2]. Насосный агрегат – это насос с электроприводом и передаточным механизмом (муфтой, редуктором, шкивом) [2, 3]. В современных условиях внедрение автоматизации насосных станций базируется в основном не только на факторах улучшения технологического процесса управления системой водоснабжения, но и экономической целесообразности [4]. При этом система автоматического управления насосным агрегатом должна обеспечивать выполнение всех условий работы, предусмотренных схемой, и соблюдение заданной последовательности действий при пуске или остановке насосного агрегата. В последние годы для управления насосными агрегатами стало удобно применять регулируемый асинхронный электропривод, позволяющий производить плавный разгон и остановку мощных насосных агрегатов, исключая появление гидроударов в трубопроводе при запуске в работу нового двигателя, и плавно регулировать производительность насоса и, следовательно, значение выходного напора насосной установки [2]. В связи с этим обоснование и разработка функциональной и принципиальной электрических схем автоматически управляемого электропривода системы тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель для насосов систем водоснабжения является актуальной задачей.

### Список литературы

1. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования насосной станции водоснабжения. – URL: <https://studwork.org/shop/19823-montaj-ekspluataciya-i-remont-elektrooborudovaniya-nasosnoy-stancii-vodosnabjeniya>.
2. Петров Д. Регулируемый электропривод в насосных установках. – URL: <https://masters.donntu.ru/2008/eltf/sukiasyan/library/letter2.htm>.
3. Бахарев Д.Н. и др. Техническая механика. Курсовое проектирование. Москва : ИНФРА-М, 2020. 236 с. ISBN 978-5-16-015658-3. DOI 10.12737/1045057. EDN RPNGJX.
4. Колбасин Р.В., Вольвак С.Ф. Автоматизация насосных станций // Молодёжный аграрный форум - 2018 : Материалы международной студенческой научной конференции, п. Майский, Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 258. EDN UQJGTO.



## МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Соловцов А.С., Марченко И.В.**

ОГАПОУ «Губкинский горно-политехнический колледж», г. Губкин, Россия

Наша область богата черноземом, что позволяет выращивать богатые урожаи. На её территории благоприятные условия для развития животноводства и птицеводства, возможностей для переработки продукции. Но в настоящее время для развития этих направлений сельского хозяйства необходима энергия. В первую очередь электрическая.

Все достижения нашей страны, в том числе энергетические, часто сравнивают с 1913 годом. Так вот, тогда, в 1913 году в царской России электричеством пользовались лишь несколько передовых хозяйств, и всего в крестьянских хозяйствах общая мощность электроустановок не достигала и 2МВт. Этого вида энергии еще не вырабатывалось достаточно, да и использовать её опасались. Сейчас в сельском хозяйстве затраты на электроэнергию – одна из важных статей расходов.

В настоящее время на территории Белгородской области производится около 10% потребляемой регионом энергии. Наша область не обладает большими возможностями и для альтернативной энергетики. У нас мало солнечных дней. На территории нашей области недостаточные для постоянной работы ветрогенераторов скорости ветра.

Несмотря на это, в 2013 году Белгородским институтом альтернативной энергетики была разработана концепция энергосбережения. В соответствии с ней были реализованы проекты по установке солнечных батарей, биогазовой станции промышленного масштаба, ветрогенераторов. Выработанная ими электроэнергия поступает в сеть и распределяется между потребителями.

Есть еще один источник электроэнергии, имеющий такой же недостаток в Белгородской области, как солнечные панели и ветрогенераторы – его недостаточность для покрытия всех энергетических проблем региона. Это – реки. Альтернативным источником энергии могут стать малые гидроэлектростанции.

Использование энергии небольших водотоков с помощью малых ГЭС является одним из эффективных направлений развития возобновляемых источников энергии [2]. Если в 19 веке на каждой мало-мальской речушке ставили мельницы, а в Советском Союзе устанавливали небольшие электростанции, сейчас это направление энергетики в нашей области развивается недостаточно.

Основные характеристики малых ГЭС – гидростатический напор и расход воды для вращения турбины.

Обычно малые ГЭС строят на реках или с очень низким напором, или очень слабым потоком. Именно такие характеристики почти у всех рек Белгородской области. Наибольший уклон у реки Валуй – 1,44м/км. Самая большая скорость потока – река Айдар (0,59 м/сек), а расход воды – у реки Северский Донец (159 м<sup>3</sup>/с). Это небольшие цифры. Но, исходя из этих характеристик, есть

возможность выбрать соответствующий вид электростанции с учетом необходимости накопителя, типа турбины, пр.

Малые ГЭС в промышленном исполнении имеют простую конструкцию, автоматизированы и удобны в управлении. Параметры вырабатываемой ими электроэнергии соответствуют требованиям стандартов, у них высокий коэффициент полезного действия. Малые гидроэлектростанции экологически безопасны, а их эксплуатационный ресурс рассчитан на 40 лет.

Эти электростанции могут стать источником электроэнергии для дачных поселков и хуторов, фермерских хозяйств и небольших производств. Если качество энергии ГЭС не будет соответствовать каким-либо требованиям оборудования, можно установить преобразователь или использовать выработанную энергию для питания энергоёмких, но не очень требовательных к качеству энергии устройств – например, отопительного оборудования [4] или парогенератора.

Чтобы в нашей области развивалась малая гидроэнергетика, нужно изучить характеристики малых рек; проанализировать их воздействие на окружающую среду и хозяйственную деятельность; организовать обслуживание оборудования и информировать возможных потребителей.

Наша область энергетически небогата. Но развитие технологий и рост цен на топливо повышает инвестиционную привлекательность небольших гидропроектов. А использование комбинации альтернативных источников энергии [5], в том числе малых гидроэлектростанций, позволит повысить надежность электроснабжения потребителей.

#### Список литературы

1. Кирюхин, В.А., Толстихин Н.И. Региональная гидрогеология. Москва, Недра, 1987. – 382 с.
2. Малик, Л.К. Проблемы и перспективы создания малых ГЭС на малых реках // Малая электроэнергетика. 2004. № 1.
3. Петин, А.Н. Родники Белогорья / Петин, А.Н., Новых. Л.Л. – Белгород : КОНСТАНТА, 2009. - 219 с.
4. Шеенко, Р.В. Применение отопительного оборудования в сельскохозяйственных помещениях / Шеенко, Р.В., Нестерова, Н.В. // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. по мат. IV Международной науч.-практ. конф., 2019. – С. 155-158.
5. Сорокин, В.Ю. Анализ эффективности применения альтернативных источников электроэнергии в сельском хозяйстве / Сорокин, В.Ю., Вендин, С.В. // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием, 2020. – С. 205-207.
6. <http://belapk.ru/deyatelnost/vosproizvodstvo-okruzhayushej-sredy/vodnye-resursy/>
7. <https://cyberleninka.ru/article/n/energeticheskaya-statistika-dorevolyutsionnoy-rossii>

## ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

**Стеба И.П., Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Сбор зерновых культур очень часто совпадает с наступлением осеннего дождливого времени и, в связи с этим, зерно заготавливают во влажном или сыром состоянии. Но и при нормальных погодных условиях влажность у свежубранного зерна составляет 18-20%, в то время как при неблагоприятных условиях 25-35% [1, 2]. А, как известно, зерно, предназначенное для длительного хранения, должно иметь влажность не более 14-15%, что требует применения тех или иных способов сушки [1, 2]. Послеуборочная обработка зерна является наиболее ресурсоёмким процессом во всей технологической цепи производства зерна, на её осуществление приходится 30-50% расхода топлива, 15-25% – металла, до 10% трудозатрат и 85-90% электроэнергии от общих затрат на производство зерна [3]. Сушка зерна – эффективный приём подготовки зерна к хранению, улучшает хлебопекарные, мукомольные и другие товарные качества зерна, значительно сокращает затраты на перевозку, повышает производительность перерабатывающих предприятий (мельниц, крупорушек и т. п.) и уменьшает износ оборудования, а следовательно, и стоимость переработки. Внедрение новой системы автоматического управления процессом сушки зерна, осуществлённое на базе промышленной техники и при незначительном увеличении капиталовложений, позволит значительно улучшить качество выходной продукции, добиться экономии энергоносителей и за счёт этого достичь значительного годового экономического эффекта [4]. На основании расчёта, выбора и проверки электропривода передаточного транспортёра [5] подобрано электросиловое оборудование зерносушильного комплекса. В связи с этим предлагается технологическая схема сушки и очистки зерна, спроектирована внутрицеховая силовая распределительная сеть и на основании установленных требований к системе управления работой очистительного отделения разработаны схемы электрические принципиальная, соединений и подключения и выбраны необходимые средства автоматизации.

### Список литературы

1. Выбор условий сушки зерновых культур. – URL: <https://euroasia-science.ru/selskoxozyajstvennye-nauki/vybor-usloviy-sushki-zernovykh-kul'tur/>
2. Баум А.Е. Сушка зерна. М. : Колос, 1983. 223 с.
3. Агрегаты и комплексы для послеуборочной обработки зерна и семян. – URL: [https://bstudy.net/1003213/agro/agregaty\\_kompleksy\\_posleuborochnoy\\_obrabotki\\_zerna\\_semyan](https://bstudy.net/1003213/agro/agregaty_kompleksy_posleuborochnoy_obrabotki_zerna_semyan)
4. Боровец И.Е., Вольвак С.Ф. Совершенствование системы автоматического управления процессом сушки зерна // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. С. 129. EDN VUDIGJ.
5. Бахарев Д.Н. и др. Техническая механика. Курсовое проектирование. Москва : ИНФРА-М, 2020. 236 с. ISBN 978-5-16-015658-3. DOI 10.12737/1045057. EDN RPNGJX.

## СОЛНЕЧНЫЕ ОКНА

**Стеба И.П., Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

С каждым днём совершенствование технологий альтернативной энергетики всё больше берёт свой охват [1, 2]. Технология солнечных окон одна из самых перспективных в солнечной генерации. Мичиганский университет опубликовал исследования, согласно которому солнечные окна способны генерировать как минимум 40% всей потребляемой зданием энергии [3]. Окна, генерирующие солнечную энергию на поверхности оконного стекла, – инновация, которая изменит оконный рынок [4]. И это не единственный способ полностью перейти на возобновляемые источники энергии с помощью пространства окна [4]. Используют квантовые точки, поглощающие свет по всему спектру и не искажающие окнами цвета, из композитных материалов из меди, индия, селена и серы, избавившись от кадмия и других токсических металлов. Также используют тончайшие силиконовые плёнки, сенсibilизированный краситель солнечного элемента и микроскопические органические фотоэлементы [5]. В зависимости от производителя и технологий производства солнечные окна имеют КПД в диапазоне от 7% до 15% [3], но это только начало. Сама по себе технология производства солнечных окон, в сравнении с производством солнечной панели, на порядок дешевле [6]. Сроки окупаемости окна – от года до пяти лет, в зависимости от применяемой технологии и места размещения [6]. Стоимость солнечных окон относительно обычных, конечно, выше, но при этом главный их плюс – это возможность сравнительно быстрой окупаемости. Солнечные окна ещё не пользуются большой популярностью, а считаются, наверное, ещё только опытными образцами, но в недалеком будущем они займут большую массу в современной жизни и вытеснят привычные нам окна. Первая производственная линия выйдет на полную мощность в начале 2024 года [3]. В перспективе солнечные окна в качестве источника возобновляемой электрической энергии смогут превращать здания в электростанции.

### Список литературы

1. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А., Щербатюк М.В. Альтернативные источники электроснабжения. Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. 246 с.
2. Вольвак С.Ф., Вольвак М.В., Суровцев В.А. Нетрадиционные источники энергии в сельском хозяйстве // Энергосберегающие технологии в АПК: сб. науч. трудов по матер. Всерос. научно-практ. конф. с междунар. Участием : Ярославская ГСА, 2019. С. 23-26.
3. Солнечные окна изменят мировой рынок. – URL: <https://www.oknamedia.ru/novosti/solnechnye-okna-izmenyat-mirovoy-rynok-47122>
4. Солнечные окна пошли в серию. – URL: <https://vc.ru/u/631511-fizrastvor/574310-solnechnye-okna-poshli-v-seriyu>
5. Смогут ли солнечные окна превратить здания в производителей энергии? – URL: <https://altenergiya.ru/sun/solnechnye-okna-proizvoditeli-energii.html>.
6. В мире стартовали солнечные окна. – URL: <https://dzen.ru/a/YeG1kXBW2RpXBsF8>.

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН УФ-ИЗЛУЧЕНИЕМ ПЕРЕД ПОСЕВОМ**

**Страхов В.Ю., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одной из главных задач сельскохозяйственного производства является увеличение объемов и качества производимой продукции при минимальном потреблении энергетических ресурсов [1, 2]. Результат деятельности отрасли растениеводства заключается в получении продуктов питания, сырья для легкой и перерабатывающей промышленности, а также кормов для животноводства [3]. Объем и качество производимой в растениеводстве продукции зависит от многих факторов: климатические условия, агротехника, снижение потерь и условия хранения продукции, качество семенного материала. Для повышения посевных качеств семян применяют различные технологические приемы и способы обработки. Правильная предпосевная обработка семян способствует повышению качества посевного материала, созданию благоприятных условия для роста и развития культуры. Одними из путей улучшения качества семенного материала, повышения всхожести, ускорения роста и развития растений является электротехнологические методы на основе применения энергии электромагнитного излучения различного диапазона. Несомненный интерес представляют электрофизические способы предпосевной обработки семян, к которым относятся и УФ-облучение.

На качество полученного урожая оказывают влияние различные факторы, из которых предпосевная обработка семян является доступным и эффективным методом повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Среди физических методов предпосевной обработки семян следует выделить: ЭМП СВЧ, ИК и УФ-излучение, электрический ток и ультразвук и т.д. [4, 5]. Применение методов физической стимуляции семян, основанных на оптическом воздействии ультрафиолетового (УФ) спектра излучения, является эффективным и технологичным способом повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Следует отметить, что представленные на сегодняшний день конструкции установок для предпосевной обработки семян УФ-облучением имеют ряд недостатков: низкая производительность, отсутствует контроль дозы облучения семян, не учитывается равномерность облучения семян. Наличие вышеуказанных недостатков обуславливает необходимость искать новые технологий и конструктивные решения эффективных установок для обработки семян.

**Цель исследований.** Основной целью представленных результатов научных исследований является разработка конструкции и обоснование параметров установки для УФ-обработки семян, обеспечивающей повышение производительности и равномерность обработки семян.

**Основные результаты.** В Белгородском ГАУ проведены исследования по применению энергии УФ-излучения для обеззараживания семян и стимуляции ростковых процессов в семенах. Для обработки семян разработана и создана установка непрерывного действия. Установка позволяет механизировать и автоматизировать процесс УФ-обработки семян различных сельскохозяйственных культур. Разработана методика определения параметров установки и режимов УФ-облучения семян [6]. Для изменения режима обработки предусмотрено регулирование мощности источника УФ-излучения, а также регулирование скорости движения потока семян в зоне облучения [7, 8].

**Заключение.** Основные результаты проведенных научных исследований по использованию УФ-излучения для предпосевной обработки семян состоят в следующем. Разработана и создана установка непрерывного действия, позволяющая механизировать и автоматизировать процесс УФ-обработки семян различных сельскохозяйственных культур. Разработана методика определения параметров установки и режимов УФ-облучения семян.

Для изменения режима обработки предусмотрено регулирование мощности источника УФ-излучения, а также регулирование скорости движения потока семян в зоне облучения.

Проведены экспериментальные исследования с целью оценки влияния режимов УФ-облучения на эффективность проращивания семян сои и получены регрессионные уравнения в натуральных переменных для оценки влияния удельной мощности УФ-облучения ( $\text{Вт/м}^2$ ) и продолжительность УФ-облучения (с) на длину ростков семян сои при проращивании.

#### Список литературы

1. Водолазская Н.В. О необходимости инновационного подхода к решению проблем производственных систем регионального уровня // Роль науки в удвоении валового регионального продукта: Белгородский ГАУ, 2021. С 214-215.
2. Комплекс рекомендаций по повышению эффективности функционирования предприятий / А.В. Мешков [и др.] // Инженерная экономика и управление в современных условиях, 2019. С. 570-576.
3. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов [и др.]. Белгород, 2014. 194 с.
4. Курочкина, О.А. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы ультрафиолетовыми лучами: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Курочкина Ольга Андреевна. – Курган, 2009. – 136 с.
5. Кондратьева, Н.П. Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы на урожайность // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. 2001. Вып. 12. С. 17.
6. Пат. 2728184 Российская Федерация, А01С 1/00 (2020.02). Устройство для ультрафиолетовой обработки зерна перед проращиванием / С.В. Вендин [и др.] ; заявитель и пат-ель Белгородский ГАУ. – 2019131990, заявл. 09.10.2019; опубл. 28.07.2020, Бюл. №22. – 6 с.
7. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Страхов В.Ю. Результаты экспериментальных исследований по оценке эффективности применения УФ облучения, СВЧ обработки и искусственного освещения при проращивании зерна пшеницы и ячменя на витаминный корм // Вестник аграрной науки Дона. 2019. № 2. С. 42-50.
8. Вендин С.В., Страхов В.Ю. Анализ влияния УФ облучения на зерно перед проращиванием // Актуальные вопросы энергетики. 2019. С. 14-16.

## О НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Сухомлинова Е.В., Водолазская Н.В.  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Одной из наиболее важных задач на современном этапе развития отечественного производства является необходимость повышение качества промышленного оборудования, в том числе сельскохозяйственных машин [1]. Эта глобальная проблема включает в себя ряд более узких вопросов, например, обеспечение надежной работы электродвигателей. К числу основных показателей качества электродвигателей следует отнести надежность и безопасность их обслуживания при эксплуатации. Эти две указанные категории состоят между собой в неразрывной связи, причем, надежность – это комплексное свойство, которое зависит от назначения отдельного узла или всей машины, включающее в себя безотказность, ремонтпригодность, долговечность и другие показатели [2-5]. Особенности эксплуатации такого оборудования в условиях сельскохозяйственного производства необходимо рассматривать как совокупность факторов, связанных со спецификой выполнения заданных функций и предотвращением причин отказов, возникающих в рабочий период [6].

Следовательно, рассмотрение вопросов, связанных с повышением надежности электрооборудования, является актуальной задачей.

**Цель работы.** Целью работы является изучение причин возникновения отказов электрооборудования в процессе его эксплуатации, проведение систематизации этих отказов для дальнейшего их исключения и для разработки способов их недопущения при повышении в итоге надежности и долговечности сельскохозяйственных машин.

**Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели были использованы методы статического анализа материала, полученного из литературных источников, а также на основании предыдущих исследований авторов [7] по данному вопросу.

**Результаты исследований и их обсуждение.** На основе изучения статистических данных надежности работы электродвигателей было установлено, что показатели надежности сельскохозяйственного электрооборудования складываются на следующих этапах жизненного цикла изделия: при первоначальном проектировании, промышленном производстве, дальнейшей эксплуатации и ремонте.

Электрооборудование, используемое в агропромышленном комплексе, отличается видами и параметрами движения исполнительного органа, режимами и условиями работы. Для его создания применяют инновационные, технологии, направленные на совершенствование экономических показателей, а также на повышение качества и надежности [8, 9]. При исследованиях и расчетах электрического оборудования и устройств сельскохозяйственных машин определя-

ются их характеристики, т.е. зависимости напряжений на зажимах обмоток, токов в них, потребляемой мощности, местных электромагнитных нагрузок, частоты вращения от полезной мощности или момента на валу. Наиболее часто встречающимися причиной отказов является старение навивки статора, которое зависит от попадания пыли, влияния влажности или эмульсии и др. Со снижением сопротивления изоляции растет вероятность ее пробоя.

**Заключение.** Таким образом, на основании представленных результатов, можно сделать вывод о необходимости повышения надежности электрооборудования еще на стадии его первоначального проектирования.

### Список литературы

1. Пузь А.В., Бережная И.Ш. Обеспечение надежности оборудования перерабатывающих предприятий // Инновационные решения для АПК : Материалы Междунар. студ. научной конференции. 2021. С. 127.
2. Обеспечение надежности машин в процессе производства, эксплуатации и ремонта / А.В. Захарин, Р.В. Павлюк, Е.В. Зубенко и др. // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Белгород, 2018. С. 239-243.
3. Вендин С.В., Мануйленко А.Н. Ремонт электрических машин. Белгород, 2021. 71 с.
4. Водолазская Н.В. Моделирование технических систем для повышения надежности выпускаемой продукции // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы. Белгородский ГАУ, 2018. С. 196-198.
5. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю., Шаршуков Н.О. Мероприятия повышения надежности оборудования автоматизированного технологического управления в электросетевом комплексе // Надежность. 2017. Т. 17. № 1 (60). С. 11-16.
6. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80Т / К.А. Рябко, Е.В. Рябко, В.А. Пьянкин, А.В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 51. С. 85-91.
7. Сухомлинова Е.В., Водолазская Н.В. Анализ надежности электродвигателей сельскохозяйственных машин // Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК: Материалы междунар. студ. научной конференции. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. С. 292.
8. Сухомлинова Е.В., Водолазская Н.В. Об экономической эффективности работы электродвигателей сельскохозяйственных машин // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Белгородский ГАУ, 2020. С. 110.
9. Жиляков Д.И. Оценка системы государственного регулирования аграрной экономики с использованием международных показателей и направления ее совершенствования // Экономика и предпринимательство. 2020. № 5 (118). С. 284-287.



## АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**Ткаченко Д.А., Компанеец Б.С.**  
ФГБОУ ВО АлтГТУ, г. Барнаул, Россия

Такой элемент электроустановок, как контактное соединение, является источником повышенной опасности в связи с повышенной нагрузкой на данный элемент. Для снижения вероятности возникновения аварий по причине контакта низкого качества необходимо своевременно проводить диагностику и соответствующий ремонт. Диагностика имеет разные сроки и методы проведения. Существуют некоторые, наиболее распространенные, методы контроля контактных соединений визуальным осмотром, по сопротивлению, по падению напряжения, тепловизором, пирометром. Состояние контактных соединений визуально определяется по потемнению поверхности, искрению контакта, испарению влаги при дожде или снеге. При контроле состояния коммутационных контактов производят измерение сопротивления всего контура токоведущей цепи. Для масляных выключателей это позволяет в ряде случаев отказаться от проверки контактной системы со вскрытием аппарата. Для реализации такого метода используется амперметр – вольтметр или омметр. Измерение сопротивления токоведущего контура постоянному току производится в фиксированном положении переключающего устройства не менее чем в двух положениях для каждой фазы [1].

Проверка состояния контактного соединения по величине падения напряжения на нем проводится в открытых распределительных устройствах под напряжением при действии тока нагрузки. Для реализации такого метода используется измерительная штанга с укрепленным на ней милливольтметром, измерение выполняют под рабочим напряжением [2]. Метод измерения основан на сравнении падения напряжения на участке, имеющем контактное соединение, с падением напряжения на участке целого провода при неизменной величине тока нагрузки. Однако, данные методы сложны, трудоемки, применяются только при наиболее тщательном анализе качества проводников, контактных соединений. Наиболее часто применяется метод, связанный с определением температуры контакта, так как он дает возможность проводить измерения под напряжением в любое время года.

Тепловизор – устройство, позволяющее визуализировать картину теплового излучения наблюдаемого, видеть рельефы в темноте, а также холодные и горячие потоки. При этом красным цветом обозначаются максимально высокотемпературные участки, черным или синим — низкотемпературные. Принцип действия современных тепловизоров основан на способности некоторых материалов фиксировать излучение в инфракрасном диапазоне. Посредством оптического прибора, в состав которого входят линзы, изготовленные с применением редких металлов (таких как германий), тепловое излучение объектов проецируется на матрицу датчиков, чувствительных к инфракрасному излучению.

Далее сложные микросхемы считывают информацию с этих датчиков и генерируют сигнал, где разной температуре наблюдаемого объекта соответствует разный цвет изображения [3].

Пирометр является средством бесконтактного измерения температуры. Следует иметь в виду, что при использовании пирометров отсутствует искажение температурного поля, что актуально при измерении температуры материала с низкой теплопроводностью. Принцип действия основан на регистрации теплового излучения объектов, передаваемого на расстоянии в виде электромагнитных колебаний. В связи с этим пирометры имеют воспринимающую оптическую часть и преобразователь теплового излучения в унифицированный выходной сигнал [4].

При обслуживании подстанций оперативный персонал контролирует состояние контактных соединений, как правило, по степени их нагрева в периоды прохождения максимальных токов нагрузки. Двумя другими методами (измерения падения напряжения и переходного сопротивления) пользуется ремонтный персонал. Правильность отбраковки дефектных контактов этими методами выше, чем при измерении температуры нагрева контакта [5].

Методы, связанные с измерением сопротивления, падения напряжения на контакте дают высокую точность, надежные, но трудоемкие, для их применения необходимы перерывы электроснабжения, невозможно их применение на включенном оборудовании. Методы проведения осмотров, тепловизионной диагностики достаточно просты, не требуют разборки электроустановки, но имеет недостаточную точность определения качества электрического контакта. Для того чтобы обеспечить одновременно преимущества точность контроля и удобство контроля, необходимо по результатам тепловизионной диагностики производить расчет сопротивления контактного соединения. Нужно либо модернизировать метод тепловизионной диагностики для определения этих сопротивлений, либо создать новый метод на основе тепловизионной диагностики с целью модернизации.

#### Список литературы

1. Михеев, Г.М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования / Г.М. Михеев. – Москва : ДМК Пресс, 2010. – 297 с.
2. Способы контроля состояния контактных соединений в процессе эксплуатации электрических сетей [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/ekspluat/200-sposoby-kontrolja-sostojanija.html/> Загл. с экрана.
3. Попов, Н.М. Измерения в электрических сетях 0,4...10 кВ : учебное пособие / Н.М. Попов. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 228 с.
4. Сажин, С.Г. Средства автоматического контроля технологических параметров : учебник / С.Г. Сажин. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 368 с.
5. Эксплуатация технических средств обеспечения движения поездов и техническое обслуживание устройств электроснабжения : учебное пособие / П.А. Бодров, О.В. Кубкина, Н.А. Попова, И.А. Кондрашов. – Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. – 104 с.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЧ ДЕЗИНСЕКЦИИ СЕМЯН

**Треглазова А.А., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Одной из важных операций при хранении семян и зерна является дезинсекция зерна от насекомых-вредителей. Для этого используют химические средства газации, тепловую дезинсекцию в зерносушилках, а также различные электрофизические способы воздействия и конструкции устройств [1-8], включая установки с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты.

Технологические приёмы обработки семян и зерна энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению.

По сути процесс СВЧ обработки семян аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-6 и др.].

При СВЧ обработке семян важно обеспечить равномерность обработки объёма семян и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчета СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** СВЧ обработка семян и зерна может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций.

В работе [8] приведена конструкция СВЧ установки для дезинсекции семян, целью которого является увеличение производительности и улучшение качества обработки семян. Устройство содержит дозатор, источник СВЧ электромагнитной энергии, связанный с волноводом, резонатор, выполненный в виде брахистохроны, имеющий металлические стенки и встроенные диэлектрические семяпроводы, распределитель потока семян, а также радиогерметично сочлененные запредельные волноводы, установленные на входе и выходе соответственно.

Устройство работает следующим образом. Семена из дозатора через запредельный волновод и распределитель потока поступают в рабочий объем резонатора и самотеком транспортируются по диэлектрическим семяпроводам,

совершая поступательно-вращательное движение, к запердельному волноводу, одновременно электромагнитная энергия от источника по волноводу передается в резонатор и возбуждает в нем резонансные электромагнитные колебания, при этом происходит обработка транспортируемых семян. Наличие диэлектрических семяпроводов внутри камеры улучшает равномерность электромагнитного поля, а в сочетании с движением по винтовой линии улучшает качество обработки семян. Частично электромагнитная энергия рассеивается в диэлектрических семяпроводах, а основной поток поглощается в обрабатываемом материале.

**Заключение (выводы).** Предлагаемая конструкция установки для СВЧ дезинсекции семян позволяет обеспечить высокую производительность и соблюдение режимов СВЧ обработки для уничтожения вредных насекомых в зерновой массе.

#### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.
2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.
3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.
5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.
6. Вендин С.В. Теория и математические методы анализа электродинамики процессов СВЧ обработки семян: Монография / С.В. Вендин. М. : ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», ООО «ТРАНСЛОГ», 2015. 137 с.
7. Патент RU 2022681347. Калькулятор урожайности озимой пшеницы : № 2022669531 : заявл. 18.10.2022 : опубл. 11.11.2022, Бюл. № 11 / А.А. Ореховская, Н.В. Водолазская, Д.Н. Клёсов, И.В. Оразаева; заявитель, патентобладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – 3 с.
8. Авторское свидетельство RUS№1671181. Устройство для дезинсекции семян / Бородин И.Ф., Вендин С.В. Опубл. 23.08.1991; Бюл. № 31.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

**Трифонов И.С., Мануйленко А.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

С переходом на автоматизацию многих технологических процессов предприятия АПК стали значительно больше потреблять электроэнергию, поэтому для рентабельности производства необходим ряд мероприятий для обеспечения энергетического сбережения. Как правило, они способствуют ощутимому снижению расходов на потребляемые энергоресурсы и тем самым положительно влияют на технико-экономические показатели предприятия и производства, что способствует увеличению рентабельности и улучшению конкурентоспособности выпускаемой продукции, за счет снижения её себестоимости, не вредя качеству.

Для обеспечения энергетического сбережения на сельскохозяйственных предприятиях необходимо провести следующие мероприятия:

– Увеличение отражающей способности в производственных помещениях путем покраски стен в светлые тона, что будет способствовать увеличению уровня освещенности. Как следствие, для обеспечения заданного уровня освещенности можно будет использовать менее мощные осветительные приборы, которые позволят сэкономить 5...10% от используемой электроэнергии [1].

– Использование окон с увеличенной площадью остекления, с рациональным расположением относительно хода солнца, благодаря чему экономия электрической энергии в светлое время суток будет составлять порядка 10...20% [2].

– Установка современных образцов энергосберегающих источников освещения, например, светодиодные. Экономия в сегменте потребления электричества на освещение в этом случае будет составлять около 50% [1].

– Планомерная замена проводников для снижения потерь в питающей сети, а также замена морально устаревшего электрооборудования на современные и более экономичные аналоги, что будет способствовать увеличению эффективности работы и снижению расхода электроэнергии на 20...25% [3].

– Установка устройств, способствующих компенсации активной и реактивной мощности, которые будут способствовать сглаживанию электрической нагрузки и снижению расхода электроэнергии до 10% [3].

– Установка пакетов автоматизации (датчики присутствия, движения, времени и т.д.), что поможет повысить автоматизацию производства и способствует экономии от 25% затрат на электрическую энергию за счет снижения «холостой» работы [4-6].

Применение предложенных мер по энергетическому сбережению способствует весомому снижению материальных расходов предприятия на оплату потребленной энергии. Эффективность работы современного оборудования, отвечающего стандартам, очень велика, что в свою очередь увеличивает производительность предприятия, снижает себестоимость продукции и улучшает её каче-

ство. Экономия электроэнергии в большинстве случаев по сравнению с базовым вариантом может составить от 25% до 80%. Также стоит отметить тот факт, что соблюдение всех выше представленных мер должно носить комплексный, а не разрозненный характер, чтобы добиться максимальной энергоэффективности производства при минимальных затратах.

#### Список литературы

1. Григорьян И.С., Шахбазян Р.В. Энергоэкономичность осветительных установок птичников при напольном содержании бройлеров // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 3 (31). С. 9-16.

2. Мануйленко А.Н. Ключевые проблемы промышленной безопасности // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Национальная безопасность России: актуальные аспекты» ГНИИ «Нацразвитие». Июль 2018». – СПб : Изд-во Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2018. – С. 57-64.

3. Матюхин В.Д., Шахбазян Р.В. Современные приборы учета электроэнергии // Материалы Международной студенческой научной конференции «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК». – Майский : Изд-во Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 62.

4. Серых Д.А., Шахбазян Р.В. Автоматизация технологического процесса и дистанционное управление элеватором. Материалы Международной студенческой научной конференции. – Майский : Изд-во Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – С. 191.

5. Войтенко В.С., Вендин С.В. Параметрические и программируемые системы управления вентиляцией А-CLIMA / В книге: Материалы международной студенческой научной конференции. Изд-во Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. С. 209.

6. Войтенко В.С., Вендин С.В. Схема блока управления вентиляцией помещения / В книге: Материалы международной студенческой научной конференции. Изд-во Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. С. 209.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОРЕАКТОРОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Ушаков И.Е., Мануйленко А.Н.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Плотность электрической нагрузки у сельскохозяйственных потребителей электрической энергии невелика, как правило, находится в диапазоне 5...10 кВт/км<sup>2</sup>, порой 10...15 кВт/км<sup>2</sup>, такой разброс связан с большой протяженностью сельскохозяйственных объектов. На территории РФ находятся районы и сельскохозяйственные объекты, куда подводить централизованную энергетическую систему экономически невыгодно, вследствие чего появляется необходимость в сооружении специальных дизельных электростанций с полной автоматизацией работы.

В настоящее время, актуальным становится использование альтернативных источников энергии, к которым относятся – энергия ветра, энергия воды, энергия земли, биогаз и др. Перспективы преобразования перечисленных видов энергии в электрическую и тепловую имеют большой потенциал. Что касается ветра, земли и воды, то данный вид энергетики очень сильно зависит от географического положения и погодных условий, где нет возможности предугадать объемы выработанного эквивалента электрической энергии. Биогазовая энергетика актуальна тем, что почти все сельскохозяйственные предприятия являются поставщиком сырья для биореакторов (навоз, отходы пищевой промышленности и т.д.), а получаемый биогаз для генераторов, работающих на нем и вырабатывающих электричество, не единственный производимый продукт, помимо этого мы получаем уже готовые удобрения, тепловую энергию и, пожалуй, основной аспект для сельского хозяйства – это утилизация ненужной биомассы [1, 2].

Для сбраживания отдельных видов отходов, таких как, птичий помет, спиртовая барда и т.д., необходимо использовать двухстадийную технологию. Для переработки представленного сырья нужно использовать ещё и реактор гидролиза. Он помогает контролировать уровень кислотности сырья, не давая бактериям погибнуть в агрессивной среде. Состав газа изменяется в зависимости от сырья и условий переработки, но он имеет примерно следующий вид: метан – 50...70%, двуокись углерода – 30...50% и сероводород, как правило, менее 1% [3].

Куб биогаза, сожженный в специальных генераторах электроэнергии, способен произвести порядка 1,5...2 кВт·ч электроэнергии. Масштабные биогазовые установки оснащены аварийными факельными устройствами на случай, если биогаз необходимо срочно сжечь [4-6].

Переброшенная масса – это готовые биоудобрения. Жидкие биоудобрения отделяются от твердых при помощи сепаратора и отправляются в специальные емкости или резервуары для хранения биоудобрений. Переработка отходов

производства в биореакторе способствует получению: биогаза, электрической и тепловой энергии, топлива для автомобилей, биоудобрений.

Биогазовые установки целесообразны в использовании энергоснабжения сельскохозяйственных предприятий, так как в связи с энергетическим кризисом и увеличением тарифов некоторое сельскохозяйственное производство становится невыгодным и несет убытки. Несмотря на отсутствие в России «зеленого тарифа» на электрическую энергию, полученную из биомассы, российский рынок биогаза может активно развиваться за счет проектов, нацеленных на утилизацию отходов сельского хозяйства.

#### Список литературы

1. Мануйленко, А.Н., Нестерова Н.В. Применение биореакторов для энерго и электро-снабжения предприятий АПК // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. – Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – 2018. – С. 528-532.

2. Андреев А.Е., Вендин С.В. Биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья сельскохозяйственного назначения // Материалы Международной студенческой научной конференции «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК». – Майский : Изд-во Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2022. – Т. 4. – С. 119-120.

3. Мамонтов А.Ю., Андреев А.Е., Вендин С.В. Биогазовый реактор // Материалы Национальной научно-практической конференции «Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке». – Майский : Изд-во Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 234-238.

4. Андреев А.Е., Мамонтов А.Ю., Вендин С.В. Конструкция биогазового реактора непрерывной загрузки сырья // Материалы XII Всероссийской (с международным участием) молодежной конференции молодых ученых, студентов и школьников «Физика и современные технологии в АПК». – Орел : Изд-во Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, 2021. – С. 253-257.

5. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю. Автоматизация механических и тепловых процессов в многокамерном биогазовом реакторе непрерывной загрузки сырья // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2016. № 4 (74). С. 55-60.

6. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю., Ульянов Ю.Н. К выбору теплоизоляции для корпуса биогазового реактора с учетом дополнительного подогрева сырья // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – № 2 (26), 2020. – С. 16-26.



## **ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА**

**Филютнич Д.С., Шахбазян Р.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Конкретные типы средств автоматизации необходимо выбирать с учетом особенностей технологического процесса и его параметров [1, 2].

В первую очередь принимаем во внимание такие факторы, как пожаро- и взрывоопасность, агрессивность и токсичность среды, число параметров, участвующих в управлении, и их физико-химические свойства, дальность передачи сигналов информации и управления, требуемые точность и быстродействие. Эти факторы определяют выбор методов измерения технологических параметров, требуемые функциональные возможности регуляторов и приборов, диапазоны измерения, классы точности, вид дистанционной передачи и т.д.

Конкретные приборы и средства автоматизации подбираются по справочной литературе, исходя из следующих соображений:

- для контроля и регулирования одинаковых параметров технологического процесса необходимо применять однотипные средства автоматизации, выпускаемые серийно;

- при большом числе одинаковых параметров рекомендуется применять многоточечные приборы;

- при автоматизации сложных технологических процессов необходимо использовать вычислительные и управляющие машины;

- класс точности приборов должен соответствовать технологическим требованиям;

- для автоматизации технологических аппаратов с агрессивными средами необходимо предусматривать установку специальных приборов, а в случае применения приборов в нормальном исполнении нужно защищать их.

Основными параметрами, требующими контроля, а также автоматического регулирования являются: температура, уровень солнечной радиации, вектор скорости ветра, наличие осадков, относительная влажность, расход, угловые перемещения.

### **Список литературы**

1. Томин А.А., Ульяновцев Ю.Н. Локальная автоматизация фермерских хозяйств / Горинские чтения. Материалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах. 2020. С. 113.

2. . Щербатюк М.В. Электротехника и электроника : Учебно-методическое пособие / М.В. Щербатюк, С.В. Вендин, С.Ф. Волвак. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – 102 с.

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОГО ПУНКТА

**Фоменко Д.А., Щербатюк М.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Повышение уровня электрификации технологических процессов сельскохозяйственного производства заключается в применении современных технологий. Для снижения себестоимости переработки и хранения зерна, улучшения условий труда работников разработана система автоматизированного управления технологическими процессами переработки и хранения зерна.

Объектом исследования является пункт по очистке и сушке зерна. Элементы автоматизации служат для контроля, наблюдения измерения различных параметров физических величин [1-3]. В схеме управления зерноочистительным агрегатом [3] предусмотрены следующие средства автоматизации: звуковая сигнализация СС-1; переключатель режимов УП5512, задает программы, по которым осуществляется очистка зерна; промежуточное реле РП-53/400 – подает питание на магнитный пускатель и включает в работу различные механизмы; датчики-сигнализаторы уровня ДУМ-100К – служат для контроля за наполнением бункеров отходами и зерном; электромагниты МИС-220 – воздействуют на закрытие и открытие заслонки загрузочной норрии; реле времени ВЛ-27; конечные выключатели ВК-2112 – воздействуют на заслонку в крайних рабочих положениях; сигнальные лампы АСЛ2У3; кнопочные посты ПКЕ-222-2, ПК12. Для контроля уровня сыпучих веществ применяют мембранные датчики уровня. Давление сыпучего материала воспринимает мембрана и передает его на опорный диск. Рычаг нажимает толкатель, происходит переключение контактов.

Выбор варианта технологической схемы зерноочистительного агрегата осуществляется при помощи переключателя. Для каждой поточной линии соблюдаются необходимые блокировочные связи как при пуске и работе, так и при аварийных отключениях. В каждой поточной линии сначала включают вентилятор централизованной воздушной системы, а затем – машины в порядке, обратном направлению потока зерна. Индивидуальное включение и отключение любой машины агрегата без соблюдения технологической последовательности достигается путем закорачивания всех блокировочных связей контактами промежуточных реле при установке переключателя. Этот режим предназначен для наладки и опробывания отдельных машин, входящих в состав зерноочистительного агрегата. В случае аварии все машины комплекса одновременно можно отключить кнопками из зерноочистительного и сушильного отделений. Подготовка электрической схемы и запуск машин зерноочистительного агрегата происходят следующим образом: 1) включают автоматические выключатели силовых цепей, цепей управления и главный рубильник. При этом включаются блок-контакты автоматических выключателей, установленных для защиты от коротких замыканий электродвигателей вентилятора воздушной системы, три-

ерных блоков, передаточных транспортеров, зерноочистительных машин 1-й и 2-й линий очистки; 2) задают необходимый вариант технологической схемы; 3) при включенном выключателе SA3 кнопкой SB22 подают звуковой сигнал, предупреждающий о начале работы. Затем нажатием соответствующих кнопок включают: - вентилятор централизованной воздушной системы; - триерные блоки 1-й и 2-й линий очистки; - передающие транспортеры 1-й и 2-й линий очистки; - ветро-решетные зерноочистительные машины 1-й и 2-й линий очистки; - машину предварительной очистки и транспортер отходов; - загрузочную норию. После включения загрузочной норрии вручную поднимают заслонки загрузочных окон норрии НЗ. Автоматы закрытия заслонки норрии (УА1-SQ1 и УА2-SQ2) установлены на обе ветви двухпоточной загрузочной норрии. При неработающей норрии блок-контакты КМ10.2 магнитного пускателя цепи автомата закрытия заслонки замкнуты, загрузочное окно закрыто заслонкой, при этом заслонка нажимает на микропереключатель и его контакты разомкнуты. Поднимание заслонки освобождает микропереключатель и он замыкает свои контакты. В этом случае через замкнутые контакта КМ10.2 и SQ1 на электромагнит автомата УА1 подается напряжение, сердечник электромагнита втягивается и заклинивает заслонку, лишая возможности поднять ее. После включения загрузочной норрии, когда контакты КМ10.2 будут разомкнуты, обесточится электромагнит, заслонка освободится от заклинивания и становится возможным ее подъем. Перед остановкой машин сначала закрывают заслонку загрузочной норрии, а затем с выдержкой времени, необходимой для освобождения действующей поточной линии от зерна, отключают машины. Контроль заполнения бункеров осуществляется при помощи датчиков уровня с действием на световой и звуковой сигналы [4]. При заполнении какого-либо из бункеров гаснет соответствующая сигнальная лампа и включается звуковой сигнал. В этом случае надо опорожнить, наполненный бункер или отключить загрузочную норию. Датчики устанавливают на такой уровень, чтобы в оставшуюся незаполненную емкость бункера вместились зерно, находящееся в машинах и зернопроводах агрегата с момента получения сигнала и отключения загрузочной норрии. Предложенная схема является рациональной для комплекса по очистке зерна.

#### Список литературы

1. Щербатюк М.В. Электротехника и электронная техника : Учебное пособие / М.В. Щербатюк, С.В. Вендин, С.Ф. Волвак. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – 161 с.
2. Томин А.А., Ульяновцев Ю.Н. Локальная автоматизация фермерских хозяйств / Горинские чтения. Материалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах. 2020. С. 113.
3. Мартыненко И.И. Автоматика и автоматизация производственных процессов [Текст] / И.И. Мартыненко, Т.Ф. Розниченко, Б.Л. Головинский. – М. : Агропромиздат, 2012. – 335 с.

## ГЕЛИОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

**Хойла К.А., Малахов А.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время актуальны мероприятия по охране природы, среди которых не маловажную роль занимает экономия потребления ресурсов природы. Особое внимание, как абсолютно бесплатному и возобновляемому ресурсу, необходимо уделить энергии солнца. В конечном счете, данный вид энергии доступен в любой точке планеты.

Энергия солнца уникальна. Ее можно использовать для разнообразных целей и перерабатывать как в механическую, так электрическую и тепловую энергию.

Установки, позволяющие вырабатывать большой объем электрической и тепловой энергии из солнечного излучения, называются гелиоэлектростанциями. Сконцентрированная в определенном месте солнечная энергия может быть преобразована в различные формы и использована для производства электрической энергии. Такие механизмы позволяют обеспечивать производственные и жилые здания светом, теплом, а также могут применяться при организации эффективной системы вентиляции помещений [1].

Наряду с тем, что солнечное излучение является неисчерпаемым и возобновляемым ресурсом, с экологической точки зрения его ценность проявляется в том, что оно не токсично и не загрязняет окружающую среду [2-5].

Для повышения энергоэффективности излучение солнца можно концентрировать с помощью таких приспособлений как линзы, зеркала и т.п. Для того, чтобы повысить мощность солнечной энергии необходимо использовать отражатели зеркального типа. В частности, в установках промышленного типа для обеспечения концентрации солнечных лучей, падающих параллельно, используют зеркала вогнутого типа [6].

В современной энергетике и в условиях импортозамещения существует необходимость применения электростанций, работающих на основе солнечного излучения, так как эти электростанции обладают рядом преимуществ по сравнению с другими:

- экологичность;
- экономия ископаемых видов топлива;
- возобновляемость ресурсов;
- долговечность;
- производство дешевой электроэнергии;
- простота обслуживания и др.

### Список литературы

1. Попцова К.Э., Валиева Э.Г. Гелиоэлектростанции. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах. Том 1. Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2020. С. 523-524.
2. Гелиоэлектростанции – как альтернатива источников энергии будущего / Джангитаев А.М., Майский Р.А. // В сборнике: ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ. Сборник статей международной научно-практической конференции. 2016. С. 61-64.
3. Вендин С.В., Соловьев С.В. Пути повышения энергоэффективности устройств на базе альтернативных источников энергии / В сборнике: Проблемы электрификации сельского хозяйства. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 10-12.
4. Vendin S. On the solution of problems of transient heat conduction in layered media // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. Т. 11. № 18. С. 12253-12258.
5. Vendin S.V. Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind / S.V. Vendin // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1993. Т. 65. № 2. С. 823-825.
6. Осадчий Г.Б. Способ расширения суточного и сезонного временного диапазона продуктивного использования энергии солнца в высоких широтах. Журнал «Энергетический вестник». № 18. 2014. С. 84-90.

**МЕХАНИЗАЦИЯ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ, ЕЁ КОМПЛЕКСНАЯ  
МЕХАНИЗИРОВАННАЯ РАЗРАБОТКА В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ  
ПРОФЕССИИ ЭЛЕКТРОМОНТЁР ПО РЕМОНТУ И ОБСЛУЖИВАНИЮ  
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ  
ПРОИЗВОДСТВЕ**

**Чижов А.Ю., Гусева М.В.**

ОГА ПОУ Ракитянский агротехнологический техникум, п. Ракитное, Россия

Выращивание на гидропонике позволяет достичь поразительных результатов: цветения тропических растений, урожая фруктов и овощей зимой. В домашних условиях для экзотических, ягодных и плодовых культур требуется создать особые условия. Для этих целей можно поставить теплицу или оранжерею, приобрести гроубокс, либо купить готовый гроутент. Гидропонная установка облегчает владельцам уход за растениями, с ее помощью постоянно поддерживается идеальная для них среда.

Метод гидропоники предполагает соблюдение ряда условий: температуры, влажности, питательности раствора, уровня рН, освещенности, своевременного полива. Ошибки в уходе владельцев могут привести к гибели растений, либо к ухудшению их здоровья [1-2].

В настоящее время для успешного развития сельскохозяйственных производств, в условиях сложившихся экономической и внешнеполитической ситуациях, аграриям приходится решать целый ряд важных задач. Особое внимание следует уделить животноводческим и птицеводческим отраслям, конечная продукция которых занимает основное место в питательном рационе человека. Для интенсивного развития данных отраслей сельскохозяйственного производства, большое значение имеет стабилизация и повышение питательности кормовой базы. В связи с этим, из-за отсутствия постоянной возможности заготовки требуемого ассортимента кормов, повышается интерес к методам, позволяющим сельскохозяйственным производствам самостоятельно и с малыми материально-финансовыми затратами, получать сбалансированные кормовые рационы в течение всего года. Одним из таких методов является способ гидропонного выращивания зеленых кормов.

**Список литературы**

1. Базырина Е.Н., Бушуева Т.М., Ильинская Н.Л., Чесноков В.А. Выращивание растений без почвы. Изд-во Ленинградского университета, 2021. 169 с.
2. Гидропонный метод выращивания растений без почвы (<http://www.floralworld.ru/gidroponica.html>)

## СПОСОБЫ СВЧ ОБРАБОТКИ СЛОЯ СЕМЯН

**Шаламаева Д.С., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Многочисленные исследования по СВЧ обработке семян показывают, что наиболее предпочтительными являются технологические способы и приемы реализующие обработку потока семян в объемном резонаторе или слоя семян под излучателем [1-7].

Технологические приёмы обработки продуктов энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты предполагают использование различных типов СВЧ устройств, различающихся как по принципу действия, так и по конструктивному исполнению.

По сути процесс СВЧ обработки различных продуктов аналогичен процессу термообработки диэлектрических материалов. Следовательно, в зависимости от поставленной цели обработки, СВЧ устройства должны обеспечивать избирательность СВЧ нагрева, высокий коэффициент преобразования СВЧ энергии в тепловую, равномерность СВЧ обработки объёма материала, защиту СВЧ генератора и электромагнитную безопасность [3-6 и др.].

При СВЧ обработке важно обеспечить равномерность обработки объёма продукта и автоматически поддерживать оптимальные режимы обработки (режимы СВЧ нагрева). В связи с этим, вопросы разработки технологических приёмов, конструкций, способов, а также математических моделей и методов расчета СВЧ устройств являются актуальными.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе патентного поиска и литературного анализа конструкций устройств и способов СВЧ обработки сельскохозяйственных материалов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** СВЧ обработка семян и зерна может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций.

Особенностью технологических приемов СВЧ обработки слоя зерна и семян является правильный подбор толщины слоя. При этом необходимо учитывать исходную влажность семян. Кроме того, для обеспечения минимума коэффициента отражения электромагнитной волны необходимо учитывать электрофизические параметры зерна и технологического материала, где оно располагается [7].

Рассмотрены различные варианты технологических решений СВЧ установок периодического и непрерывного действия для технологической обработки слоя семян [7]. Приведены структурные схемы СВЧ установок периодического действия для обработки семян в слое, отличительной особенностью которых является выбор толщины слоя семян при СВЧ обработке в зависимости от частоты ЭМП и исходной влажности семян, что позволяет снизить коэффициент отражения ЭМВ. В представленных устройствах наряду с выбором толщины

обрабатываемого слоя предусмотрены: установка ферритового циркулятора, позволяющего защитить СВЧ генератор от отраженной ЭМВ; установка устройства изменения поляризации ЭМВ от линейной до круговой, что улучшает коэффициент использования СВЧ энергии.

Эффективной является конструкция СВЧ установки, в которой, кроме определенной толщины слоя семян имеет поворотный стол, что дает возможность повысить равномерность СВЧ обработки семян.

**Заключение (выводы).** Рассмотрены различные варианты технологических решений СВЧ установок периодического и непрерывного действия для технологической обработки слоя семян, обеспечивающих высокую эффективность и соблюдение режимов СВЧ обработки.

#### Список литературы

1. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108-111.

2. Белов А.А. Способ обеззараживания зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.А. Белов, А.Н. Коробков // Вестник НГИЭИ. 2015. № 2 (45). С. 5-12.

3. Белов А.А. Разработка и обоснование параметров установки с движущимися источниками сверхвысокочастотной энергии для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). С. 44-54.

4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26-32.

5. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35-43.

6. Вендин С.В. Технологические приемы СВЧ-обработки семян в слое // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 2 (10). С. 3-11.

7. Вендин С.В. Теория и математические методы анализа тепловых процессов при СВЧ обработке семян: Монография / С.В. Вендин. М.; Белгород : ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», ООО «ТРАНСЛОГ», 2016. 143 с.

## **БЕСКОНТАКТНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ МНОГОСКОРОСТНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА ПТИЧНИКА**

**Шутков К.Н., Ульянов Ю.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г.Белгород, Россия

Продуктивность птицы на современных птицеводческих предприятиях более чем на четверть зависит от параметров микроклимата. Вместе с тем даже кратковременные отключения системы вентиляции вызывают значительный экономический ущерб из-за резкого снижения продуктивности или гибели поголовья. Оптимальный микроклимат в птицеводческих помещениях – это сочетание определенной температуры, влажности, газового состава, скорости движения воздуха и других факторов.

Уровень воздухообмена и качество воздушной среды птицеводческих помещений во многом определяется применяемой системой вентиляции. Для изменения производительности вентиляторов применяются несколько способов регулирования. Одним из распространенных методов является использование многоскоростных электродвигателей [1].

Многоскоростной электропривод может иметь самые высокие энергетические показатели из всех способов регулирования, однако его применение ограничивают сложные схемы коммутации с большим числом контактных механических элементов. Одним из главных недостатков многоскоростных двигателей является сложность переключения обмоток на различные скорости вращения, для чего используется различная контактная коммутационная аппаратура. Применение бесконтактного переключающего блока коммутации обмоток двигателя позволит добиться повышения надежности схемы управления, снижения материальных и эксплуатационных затрат схемы управления [2].

Это может быть реализовано при помощи современной электронной базы. Повышение общей эффективности регулирования микроклимата, что может быть достигнуто возможностью включения вентиляторов в так называемом «шахматном» режиме. Каждый вентилятор может быть оснащен своим блоком переключения обмоток.

### **Список литературы**

1. Харченко Д.П. Многоскоростной электропривод вентилятора птичника с комбинированным коммутатором статорной обмотки для повышения эксплуатационной эффективности вентиляционных систем: автореф. к.т.н. Краснодар. 2013. 27 с.
2. Давыдов Р.А., Шахбазян Р.В. Коммутатор обмотки статора многоскоростного двигателя электропривода вентилятора птичника / Материалы международной студенческой научной конференции. 2018. С. 240.



# ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АГРОБИЗНЕСЕ

УДК 631.313

## ДИСКОВАЯ БОРОНА БДМ-6х4

**Астапов Д.А., Мачкарин А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Борона БДМ-6х4 предназначен для поверхностной обработки почвы на глубину до 15 см, уничтожения сорняков, измельчения пожнивных остатков. Агрегатируется с тракторами с/х назначения тягового класса 5 т.с. и мощностью двигателя 250-270 л.с. [1].

Борона состоит из цельносварной рамы с закрепленными на ней 4-мя рядами рабочих органов, прицепа, соединенного с рамой посредством понизителей, цельного шасси, 4-х механизмов регулировки угла атаки дисков в каждом ряду, гидросистемы [2].

Рабочими органами бороны являются установленные на индивидуальных стойках наклонно к вертикали и с углом атаки сферические диски. При этом часть дисков развернута вправо по ходу движения орудия и при работе стремится увести (развернуть) орудие вправо. Другая часть дисков развернута влево по ходу движения орудия и при работе стремится увести (развернуть) орудие влево. Глубина обработки зависит от угла атаки дисков [3, 4].

Угол атаки 15-25° устанавливается в зависимости от влажности и плотности почвы, наличия растительных остатков. Увеличение угла атаки диска увеличивает глубину обработки орудием, ширину захвата каждым диском и увеличивает нагрузку на каждый диск. При работе без прикатывающего катка или со свободно катящимся катком, глубину обработки регулируют изменением угла атаки дисков. При наличии опорного прикатывающего катка, угол атаки дисков выставляется в 20-22° и глубину обработки регулируют подъемом или опусканием прикатывающего катка. При наличии опорных колес, угол атаки дисков выставляется в 20-22° и глубину обработки регулируют подъемом или опусканием опорных колес. При движении орудия прямолинейно, без перекосов, обеспечивается захват каждым диском своей полосы земли, с полным перекрытием соседних следов дисков, с полным подрезанием растительных остатков и с гребнистостью дна не более 5 см. Перекос орудия легко увидеть, если в работе остановить орудие и, не поднимая диски из земли, посмотреть на крайние продольные балки рамы. Для выравнивания орудия необходимо уменьшить нагрузку на диски, уводящие Борону в сторону перекоса и увеличить нагрузку на диски, уводящие Борону в противоположную от перекоса сторону.

Задача решается несколькими способами и регулировку необходимо проводить в следующей последовательности [5, 6]:

1. Увеличить угол атаки дисков, уводящих борону в противоположную от перекоса сторону и уменьшить угол атаки дисков, уводящих борону в сторону

перекоса. При этом необходимо следить, чтобы не изменилась заданная глубина обработки и не происходило забивания орудия землей.

2. Перекосить раму орудия в продольном направлении, чтобы увеличить глубину обработки дисков, уводящих борону в противоположную от перекоса сторону и уменьшить глубину обработки дисков, уводящих борону в сторону перекоса. Практически, для выравнивания Бороны достаточно изменить глубину обработки между первым и последним рядом дисков на 1-2см.

#### Список литературы

1. Field tests of the experimental installation for soil processing / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, ect. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 100. С. 81-86.

2. Сельскохозяйственная техника Белогорья / С.А. Булавин, В.Н. Любин. Рыжков [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. № 1. С. 39-42.

3. Рыжков А.В., Мачкарин А.В. Дисковый почвообрабатывающий агрегат для внесения растворов концентратов микроорганизмов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. – Вып. 6. С. 88-94.

4. Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и САЕ анализ их рабочих органов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4. С. 191-197.

5. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография / Казаков К.В., Макаренко А.Н., Мартынова И.В. [и др.]. – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. 200 с.

6. Сельскохозяйственные машины / Ю.В Саенко, О.А Чехунов, А.Н Макаренко [и др.]. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия. – п. Майский, Белгородский ГАУ, 2021. 435 с.

## КОНВЕЙЕРНАЯ СУШИЛКА ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА

**Байрамов Р.З., Саенко Ю.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Во всем мире такие культуры, как пшеница, рис, кукуруза, овес, ячмень, рожь, сорго, просо и т.д. выращиваются для производства продуктов и потребляются в цельном, пророщенном, или измельченном виде [1]. Исследования в области кормления и эпидемиологии показывают, что цельные зерна, а особенно пророщенные полезны для здоровья животных, и в результате чего их потребление с каждым годом увеличивается в животноводстве и птицеводстве. Проращивание зерна является одним из эффективных методов повышения пищевой ценности для КРС и птицы.

Для консервации пророщенного зерна можно применить несколько способов: добавление консервантов, вакуумная упаковка, удаление избыточной влаги. Чтобы предотвратить развитие микроорганизмов в пророщенном зерне с содержанием влаги 54-56% необходимо удалить избыточную влагу до конечного её содержания 14-15%. Возможным методом является высушивание пророщенного зерна, поскольку этот метод обеспечивает высокую скорость удаления влаги с сохранением формы и размера продукта, может использоваться и высокотемпературная сушка. Однако, такая высокопроизводительная сушка может сказаться на качестве готового продукта. Результаты экспериментальных исследований показали, что скорость отдачи влаги увеличивается с увеличением температуры сушильного агента, однако ввиду неравномерного прогрева зерновок они могут растрескиваться и будет снижаться качество высушенного пророщенного зерна [2, 3]. Основное внимание уделяется обработке и функциональности проросших зерен в качестве ингредиентов, а также инструментам и оборудованию, используемым для понимания влияния проращивания и получения конечного продукта для животных. Особенность пророщенного зерна состоит в его высокой влажности в сравнении с фуражным, или семенным зерном. Поэтому необходимо искать новые конструкторские решения по подведению тепловой энергии к высушиваемому продукту и режимы работы сушильного агрегата.

В настоящее время существуют различные сушилки, которые применяются для сушки фуражного и семенного зерна, но для пророщенного зерна целесообразным является использование предложенной конвейерной сушилки с различными способами подведения тепловой энергии: инфракрасным излучением и конвективным способом. Удаление испаренной влаги осуществляют конвективным способом [4, 5]. Подведенная конвективным путем теплота оказывает влияние на испарение влаги, на нагрев влаги до температуры испарения, на перегрев образующегося пара и на нагрев самого зерна. Образующиеся водяные пары поглощаются воздухом (в нагретом состоянии он имеет низкую относительную влажность) и выводятся из зоны сушки. Нагретый воздух, таким

образом, выполняет функции не только теплоносителя, но и влагопоглотителя. Особенность предложенного сушильного агрегата состоит в том, что отработанными газами осуществляют подогрев воды на технологические нужды, таким образом увеличивают общий коэффициент полезного действия использования тепловой энергии, заключенной в отработанных газах.

Конвейерная сушилка обладает рядом преимуществ:

- безопасность: благодаря горизонтальному расположению массы зерна и её движению за счёт транспортёров в них не образуется затор, и они не испытывают трения и давления, процент повреждений близок к нулю;

- универсальность: он подходит не только для сушки зерна, но и других сельскохозяйственных продуктов;

- производительность: большинство моделей обладают высокой производительностью от 5 до 50 тонн;

- надёжность: они рассчитаны на интенсивную эксплуатацию без простоев в течение всего срока службы.

В качестве топлива может использоваться электричество, газ, а отработанный сушильный агент можно использовать повторно, например, для подогрева воды на технологические нужды. Таким образом, расход электроэнергии снижается на 5-7% по сравнению с зерносушилками других типов. Поэтому предлагаем конвейерную сушилку для пророщенного зерна [6], которая способна не только высушить зерно, но также уменьшить эксплуатационные затраты на предприятии.

#### Список литературы

1. Саенко Ю.В. Определение параметров конвейерной сушилки пророщенного зерна / С.В. Вендин, С.А. Булавин, Ю.В. Саенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 1. – С. 8-10.

2. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна / Н.И. Малин. – М. : Колос, 2004. – 240 с.

3. Атаназевич В.И. Сушка зерна / В.И. Атаназевич. М. : ДеЛи принт, 2007. – 480 с.

4. Анализ способов сушки и предпосевной обработки зерна в сельском хозяйстве / С.О. Фатьянов, Е.С. Семина, А.С. Морозов, В.И. Семин, А.И. Трыханкин, С.С. Трухачев // Материалы национальной научно-практической конференции: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России, 2019. – С. 388-391.

5. Оробинский В.И. Качественные показатели работы зерноочистительного агрегата / В.И. Оробинский, И.В. Шатохин, А.Г. Парфенов // Лесотехнический журнал. – 2014. – С. 256-257.

6. Пат. 2757401 С1 F26B 17/04 (2006.01) F26B 20/00 (2006.01) F26B 17/04 (2021.01) F26B 20/00 (2021.01) Сушилка пророщенного зерна / Вендин С.В., Саенко Ю.В., Макаренко А.Н., Казаков К.В., Путиенко К.Н., Байрамов Р.З. Правообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина. Заявка № 2021105254. Заявка 01.03.2021 г. Опубликовано 15.10.2021 г. Бюл. № 29.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НА ПТИЦЕФАБРИКАХ**

**Бондаренко Т.В., Воскобойников И.С.**  
БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

Птицеводство является важнейшей отраслью во многих странах, обеспечивая миллионы людей источником белка. Одной из ключевых задач в этой отрасли является контроль среды, в которой выращиваются птицы. Это включает в себя поддержание соответствующих уровней температуры и влажности, которые могут повлиять на здоровье и продуктивность птиц.

Для достижения оптимальных условий многие птицеводы используют датчики контроля температуры и влажности. Эти датчики контролируют окружающую среду и в режиме реального времени предоставляют данные об условиях в птичнике. Затем эта информация может быть использована для настройки систем отопления, охлаждения и вентиляции, чтобы птица содержалась в здоровой и комфортной среде [1, 2, 3].

Использование датчиков контроля температуры и влажности в птицеводстве имеет множество преимуществ. Во-первых, они могут помочь предотвратить вспышки заболеваний. Домашняя птица восприимчива ко многим различным заболеваниям, некоторые из которых могут распространяться патогенами, размножающимися в теплых и влажных условиях. Поддерживая оптимальные уровни температуры и влажности, фермеры могут снизить риск вспышек заболеваний и обеспечить здоровье своих птиц.

Ещё одним преимуществом использования датчиков контроля температуры и влажности является то, что они могут повысить продуктивность птицы. Домашняя птица, которая содержится в комфортных и здоровых условиях, с большей вероятностью будет хорошо расти и производить больше яиц. Это может положительно сказаться на общей рентабельности птицефабрики.

Кроме того, датчики контроля температуры и влажности также могут помочь снизить затраты на электроэнергию. Поддерживая оптимальные условия окружающей среды, фермеры могут избежать чрезмерного нагрева или охлаждения, снижая потребление энергии в своих птичниках.

### **Список литературы**

1. Птицеводство. – М. : КолосС, 2004. 407 с. «Современная птицефабрика» Дж.Т. Крейга (1962).
2. «Умное» сельское хозяйство как перспективный вектор роста аграрного сектора экономики России / Анищенко А.Н/ [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/umnoe-selskoe-hozyaystvo-kak-perspektivnyy-vektor-rosta-agrarnogo-sektora-ekonomiki-rossii>, свободный.
3. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления : учебник для вузов / И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. 386 с.

## ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ МАТЕРИАЛА ПРУЖИНЫ РАСТЯЖЕНИЯ

**Боровец И.Е., Минасян А.Г.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Белгородская обл., Россия

Качество металлопродукции для изготовления деталей машин является не единственным показателем эффективности их работы [1, 2]. Немаловажным, а зачастую определяющим фактором долговечности функционирования деталей машин является правильная технология их изготовления и последующая оптимальная обработка [3, 4, 5]. Поэтому вопросы, связанные с безотказным функционированием деталей машин, в том числе применяемых в сельскохозяйственном машиностроении, это многофакторные, взаимосвязанные задачи, которые необходимо рассматривать в комплексе [6].

В качестве объектов исследования использовались опытные образцы пружин растяжения винтовых цилиндрических из стали круглого сечения  $\varnothing 3,5$  по ГОСТ 13766-86 – ГОСТ 13768-86. Направление навивки – правое, число рабочих витков – 35, изготовлены из проволоки стальной углеродистой пружинной Б-3,5 по ГОСТ 9389-75, модуль сдвига стали  $G=78500$  МПа, максимальное касательное напряжение пружин  $\tau_3=760$  МПа. Технические требования по ГОСТ 16118-70.

Целью исследования является определение механических свойств и исследование микроструктур опытных образцов проволоки пружины растяжения в зоне основания зацепов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: из пружины отрезать образцы для исследования; изготовить микрошлифы из полученных образцов (запрессовка в смолы, шлифовка, полировка, травление); изучить и проанализировать микроструктуру образцов; измерить микротвердость; провести сравнительную оценку механических свойств по измерению твердости; выполнить анализ и обобщить результаты исследовательской работы.

На основании проведенных исследований: изготовлены микрошлифы из образцов пружины; изучена микроструктура изготовленных образцов; проведены измерения и дана сравнительная оценка механических свойств по микротвердости в разрезе поверхность-сердцевина; обобщены результаты экспериментальных исследований.

Анализ результатов после испытания образцов проволоки пружин на твердость показал, что в зоне основания зацепов твердость составляет: зацеп № 1 HRC –  $16,7 \pm 2,0$ , зацеп № 2 HRC –  $34,5 \pm 2,0$ ; против твердости в контрольной зоне: зацеп № 1 HRC –  $25,5 \pm 2,0$ , зацеп № 2 HRC –  $34,3 \pm 2,0$ .

Исследование микроструктур в зоне основания зацепов исследуемых и образцовых проволок пружин свидетельствует о неправильном назначении режимов термической обработки испытываемых пружин.

### Список литературы

- 1 Слободюк А.П., Стребков С.В. Причины отказов рабочего органа дискатора // Научное обозрение, 2014. № 4. С. 26-33.
- 2 Водолазская Н.В. Технические системы: сегодня и завтра. – Донецк : ДонНТУ, 2008. 203 с.
- 3 Слободюк А.П., Минасян А.Г. Оценка качества электроискрового покрытия // Роль науки в удвоении валового регионального продукта. Материалы XXV Международной научно-производственной конф. Майский, 2021. С. 156-157.
- 4 Vodolazskaya N., Sharaya O. Modifying of the Surface of Products from Cast Iron as the Element of Production Modernization // Solid State Phenomena, vol. 299, Trans Tech Publications, Ltd., Jan. 2020, P. 588-593.
- 5 Бережная И.Ш. Применение электроискрового наращивания при восстановлении деталей машин // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: Материалы XXII междунар научно-производственной конференции. 2018. С. 198-200.
- 6 Минасян А.Г., Пастухов А.Г., Шарая О.А. Оценка напряженно-деформированного состояния сегмента пресс-валкового измельчителя // Технология машиностроения. № 3. 2016. С. 43-46.

## **СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ НА ЭТАПЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ РАЗРАБОТКИ**

**Бурмистров Д.А., Бахарев Д.Н.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Конструкторская разработка кормоприготовительных машин требует полноты исходных данных для осуществления эффективного проектирования. Здесь важно оперировать не только инженерными, но и зоотехническими требованиями. Для этого предлагается выполнить анализ инженерных требований к кормоприготовительным машинам на этапе конструкторской разработки в строгой последовательности, позволяющей получить желаемую полноту исходных данных.

Переходить к анализу требований, предъявляемых к машинам, можно исключительно после выбора технологии комоприготовления. В связи с этим предлагается следующая двухэтапная последовательность анализа.

1. Выявление рациональной технологии кормоприготовления и определение ее достоинств и недостатков. Установление обобщённых современных требований к данной технологии:

- соответствие стандартам ГОСТ Р, ISO и техническому регламенту таможенного союза;
- минимальное время получения положительного эффекта;
- понятное и простое установление целевой функции повышения эффективности технологии, имеющей четкий физический смысл и количественную оценку;
- максимально возможная безопасность и экологичность технологии;
- оптимальные технико-экономические показатели технологии;
- применение инновационных научно-технических решений в сложно контролируемых процессах;
- использование современных машин и механизмов.

2. Анализ достоинств и недостатков конструктивно-технологических параметров машин для осуществления данной технологии. При этом машины должны характеризоваться:

- универсальностью выполнения идентичных технологических процессов или операций (измельчения, запаривания, дозирования кормов, смешивания и др.);
- высокой производительностью, низкой энергоемкостью и минимальной материалоемкостью, а также взаимозаменяемостью деталей и узлов рабочих органов;
- широким диапазоном регулирования режимов работы исполнительных механизмов кормоприготовительных машин;

- компактностью, то есть машины не должны загромождать проходы и затемнять помещения, размеры машин должны допускать их использование в типовых животноводческих помещениях, кормоцехах, складах кормовых материалов, специальных площадках и т.д;
- удобством очистки, мойки и дезинфекции основных и вспомогательных рабочих органов;
- простотой конструкции и легкостью управления, настройки и регулировки;
- эргономичностью и безопасностью, а также полной или частичной автоматизацией рабочего процесса;
- устойчивостью рабочих органов машин к химическим и температурным воздействиям;
- минимальной потерей качества и питательности кормов при обработке;
- выполнением технологического процесса или операции за время, установленное зоотехническими требованиями;
- оптимальными технико-экономическими показателями.

Все вышеперечисленные требования рекомендуется использовать при проектировании кормоприготовительных машин на этапе конструкторской разработки студентами в ВУЗах или конструкторами-проектировщиками на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения при разработке эскизного проекта.

#### **Список литературы**

1. Курсовое и дипломное проектирование по машиноиспользованию в животноводстве, автоматизации ферм и перерабатывающих предприятий / Н.В. Брагинец, И.И. Ревенко, Д.Н. Бахарев [и др.]. Луганск : Элтон-2, ЛНАУ, 2012. 452 с.
2. Проектирование и исследование технологических процессов животноводческих предприятий / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. 475 с.
3. Вольвак С.Ф., Шаповалов В.И. Исследование измельчающих аппаратов незерновой части урожая зерновых культур с шарнирной подвеской ножей на барабане // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 3 (7). С. 9-16.
4. Вольвак С.Ф. К выбору конструкции гранулятора комбикормов для кроликов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 36-44.
5. Вольвак С.Ф. Метод морфологического анализа биотехнических систем в животноводстве. 2021. № 4 (22). С. 93-103.
6. Завражнов А.И., Миронов В.В., Колдин М.С., Никитин П.С. Обоснование поточной технологии ускоренного компостирования отходов на фермах КРС // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2006. № 1. С. 159-167.



## МОДЕРНИЗАЦИЯ ШАССИ ПРЕДПОСЕВНОГО КУЛЬТИВАТОРА UNIA VIKING 5,3

**Василенко Р.Р., Слободюк А.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Предпосевной культиватор Unia Viking 5,3 [1] предназначен для обработки всех видов почв (включая тяжёлые) и отличается повышенной эффективностью обработки.

Впереди культиватора располагается выравнивающая планка, а сзади – прикатывающий каток. Глубина обработки зависит от выбранного типа рабочих органов на S-образных стойках лап [2], гарантирующих стабильно высокое качество обработки почвы:

- лапа SV 45×10 мм – предназначена для супер легких и легких почв, глубина обработки 4-8 см;
- лапа SK 45×10 мм с наральником «гусиная лапа» 100 мм – осуществляет эффективное рыхление почвы, а также измельчение пожнивных остатков для супер легких и легких почв, глубина обработки 4-8 см;
- лапа SL – обеспечивает высококачественное рыхление почвы и измельчение пожнивных остатков для среднетяжелых и тяжелых почв, глубина обработки 12-15 см.

Система опорных колес на балансирах обеспечивает 100% копирование рельефа почвы и высокую рабочую скорость до 15 км/ч [3].

Вместе с тем опыт эксплуатации рассматриваемой конструкции выявил одну неприятную особенность.

При движении агрегата в рабочем положении на скоростях, близких к максимальным заявленным производителем (15-17 км/ч) происходит деформация осей крепления колес, а также балки балансира, в результате этой деформации опорные колеса начинают задевать силовые элементы рамы. После такой деформации агрегат нестабильно выдерживает заданную глубину обработки.

Для исправления ситуации нами предложено доработать систему крепления опорных колес культиватора, усилив оси крепления колес. При этом, поскольку ступичные подшипники работают хорошо, их посадочные размеры на оси были сохранены, но увеличены диаметры оси от места крепления в балке балансира до места крепления ступицы колеса [4, 5].

Кроме этого, предложено усилить балку балансира путем применения профильной трубы с такими же наружными размерами, как в оригинальной конструкции, но с увеличенной с 4 до 5 мм толщиной стенки.

Модернизированная конструкция шасси обеспечивает достаточную прочность [6, 7], стабилизирует глубину обработки, снижает расходы на ремонт и техническое обслуживание и повышает эффективность использования предпосевного культиватора в целом.

### Список литературы

1. Предпосевные культиваторы UNIA VIKING [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: [https://risagro.ru/katalog/pochvoobrabatyvayushhaya-tehnika/kultivatory/dlya-sploshnoj-](https://risagro.ru/katalog/pochvoobrabatyvayushhaya-tehnika/kultivatory/dlya-sploshnoy)

obrabotki/predposevnye- kultivatory-unia-viking/

2. Стойки культиваторные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.bellotasklad.ru/category/17>

3. Конструкция и работа балансирной подвески [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autoars.ru/articles/?id=190&ysclid=leczmutty3241074553>

4. Слободюк А.П., Стребков С.В. Причины отказов рабочего органа дискатора // Научное обозрение, 2014. № 4. С. 26-33.

5. Водолазская Н.В. Моделирование технических систем для повышения надежности выпускаемой продукции // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: материалы XXII Международной научно-производственной конф. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2018. С. 196-198.

6. Слободюк А.П. Предотвращение разрушения упругой стойки рабочего органа дискатора. // Инновации в АПК: Проблемы и перспективы. 2014. № 2(2). С. 27-41

7. Пузь А.В., Бережная И. Ш. Обеспечение надежности оборудования перерабатывающих предприятий // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международ. студенческой научной конф. 2021. С.127.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОГО КОНЦЕНТРАТА НА ОСНОВЕ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ**

**Васильченко Я.В., Колесников А.С.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для получения кормового концентрата на основе кормовых дрожжей из отходов спиртовой промышленности не хватит. Поэтому необходимо искать дополнительные источники, причем, чем больше их будет, тем лучше. Кормовые дрожжи можно получить из тех материалов, которые в своем составе содержат белок растительного происхождения [1, 2]. Одним из источников может выступать отжатая жидкость из свекловичного жома.

Технологический процесс протекает следующим образом. Жом, который выходит из диффузионного аппарата, направляют питателем в шнековый пресс через загрузочный бункер. В шнековом прессе происходит отжатие жидкости. Полученная жидкость направляется на линию получения кормовых дрожжей. Прессованный жом через выгрузной козырек направляется на хранение. Для этого транспортер загружает жом в средство транспортирования, которое доставляет жом в траншею для хранения. Если требуется высушить жом, а это понадобится для дальнейшего получения из сухого жома пектина или пищевых волокон, то через выгрузной козырек жом направляется на транспортер, который его подает в сушилку. В сушилке происходит высушивание жома.

Предварительно подогретая жидкость в пластинчатый подогреватель направляется в сборник. Одновременно в сборник добавляются ферменты и питательные соли, которые создают отличные условия для жизни и размножения дрожжей. Полученная смесь перекачивается в ферментатор первой ступени. В подготовленную среду производят запуск засевных микроорганизмов. Процесс выработки кормовых дрожжей начинается в ферментаторе первой ступени. Для обеспечения процесса дозирования предусмотрен дозатор. Поддержание жизнедеятельности микроорганизмов заключается в подаче свежего воздуха, поэтому предусмотрены воздуходувки. Кроме подачи воздуха необходимо регулировать температурный режим необходимый для правильного протекания процесса. С этой целью применяются специальные теплообменники. Ввод аммиачной воды необходим для поддержания рН среды. Если нет возможности применения аммиачной воды, то можно использовать ее смесь с серной кислотой или полностью заменить серной кислотой. Окончанием процесса первой ступени ферментации считается переработка белковых соединений на 70...80%. При достижении этих параметров дрожжевую суспензию, которая представляет собой вспененный материал, перекачивают в флотатор-газоотделитель. Оставшуюся жидкость переливают в ферментатор второй ступени. После отделения газов из дрожжевой суспензии она поступает сепаратор. В ферментаторе второй ступени происходит переработка оставшихся 30% белковых соединений. Далее процесс аналогичен первой ступени ферментации. Дрожжевая суспензия

со второй ступени направляется в флотатор-газотделитель и потом в сепаратор. В сепараторе происходит отделение жидкости от кормовых дрожжей. Оставшаяся жидкость после второй ступени ферментации и жидкость, отделенная на сепараторе через систему очистки подается в канализацию. Система очистки отработанной жидкости представляет собой набор мембранных фильтров. Предварительно отсепарированные дрожжи поступают в сушилку. Процесс сушки проводят до наступления влажности материала 10...15%. Процесс сушки происходит в противотоке сырых кормовых дрожжей и теплоносителя. Последовательное поступление теплоносителя по сушильной камере обеспечивает равномерность высушивания кормовых дрожжей. Для подачи теплоносителя применяют вентилятор, который вмонтирован в трубопровод для подачи теплоносителя из основания трубы котельной. После процесса сушки, высушенные кормовые дрожжи поступают в циклон, где отделяются мелкие частицы и воздух. Потом кормовые дрожжи измельчаются на дробилке. После этого готовые сухие кормовые дрожжи можно фасовать в мешки и складировать для хранения. С целью снижения стоимости кормовых дрожжей можно предложенную технологию комплектовать оборудованием для получения кормового концентрата на основе кормовых дрожжей. Кормовой концентрат представляет собой смесь высушенного измельченного жома и отсепарированных кормовых дрожжей. Для смешивания этих двух компонентов применяется шнековый смеситель. Дрожжи из сепаратора и высушенный жом из сушилки, измельченный дробилкой, направляют в смеситель, где происходит равномерное распределение смешиваемых компонентов. Полученную смесь необходимо опять высушить в сушилке. Таким образом, мы снижаем стоимость готового продукта, но при этом увеличиваем объемы производства.

Предложенная технологическая схема позволяет получать сразу два готовых продукта: кормовой концентрат и кормовые дрожжи.

#### Список литературы

1. Кузнецов И.Н., Ручай Н.С. Анализ мирового опыта в технологии переработки после-спиртовой барды // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2010. № 4. С. 294-301.
2. Уланова Р.В., Кравченко И.К., Колпакова В.В., Лукин Н.Д. Новое использование побочных продуктов спиртовой промышленности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 11. С. 34-37.
3. Казаков К.В. Получение кормовых дрожжей из свекловичного жома // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2018 года. Том 1. Майский : Белгородский ГАУ, 2018. С. 141-143.
4. Колесников А.С. Совершенствование технологической схемы и технологических средств для получения кормовых дрожжей из свекловичного жома // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 1 (5). С. 3-10.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ СВИНОВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЙ**

**Воскобойников И.С., Кабалаец П.С.**  
БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

Свиноводство – одна из важнейших отраслей в мире, обеспечивающая продовольствием миллиарды людей. В связи с растущим спросом на свинину и другие продукты, полученные из свиней, фермеры ищут способы улучшить свои показатели и повысить эффективность. Один из способов, которым они это делают, – это автоматизация своих ферм с помощью приложений для Android. В этой статье мы обсудим преимущества автоматизации в свиноводстве, роль приложений для Android.

Преимущества автоматизации в свиноводстве.

1. Повышение эффективности: автоматизация различных процессов в свиноводстве может привести к значительному повышению эффективности. Например, автоматизированные системы кормления могут сократить количество пищевых отходов, а автоматизированные системы управления отходами могут сократить время и усилия, необходимые для очистки загонов. Это приводит к более эффективной и рентабельной работе, при этом требуется меньше времени и ресурсов для обслуживания фермы.

2. Улучшение здоровья скота: автоматизация также может сыграть решающую роль в улучшении здоровья и благополучия свиней. Например, датчики и другие технологии можно использовать для мониторинга окружающей среды в загонах, предупреждая фермеров о потенциальных проблемах со здоровьем и позволяя им быстро принимать меры. Это может улучшить общее состояние здоровья и счастья свиней, что приведет к более высокому уровню успеха на рынке.

3. Автоматизация также может упростить и повысить точность ведения записей. Приложения для Android могут предоставлять фермерам в режиме реального времени данные о здоровье свиней, которые можно использовать для принятия обоснованных решений и отслеживания важной информации.

4. Удаленный мониторинг: к приложениям Android можно получить доступ из любого места, что позволяет фермерам удаленно контролировать свои фермы. Это упрощает управление несколькими фермами и позволяет ускорить реагирование на проблемы без необходимости физического присутствия на ферме.

5. Повышение прибыльности: автоматизируя различные процессы и улучшая здоровье своих свиней, фермеры могут повысить свою прибыльность и конкурентоспособность на рынке. Это может помочь фермерам расширить свою деятельность и выйти на новые рынки, что приведет к увеличению успеха и роста.

В заключение можно сказать, что автоматизация свиноводства с помощью приложений для Android – это быстро развивающаяся тенденция, которая предлагает фермерам многочисленные преимущества. Автоматизируя различные процессы и улучшая здоровье своих свиней, фермеры могут повысить эффективность, сократить количество отходов и повысить прибыльность. С помощью приложений для Android и других технологий свиноводство может стать одной из самых эффективных и успешных отраслей в мире.

#### Список литературы

1. От фермы к фабрике: новая интерпретация советской промышленной революции / Роберт С. Аллен [пер. с англ. Е. Володиной]. – М. : Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2013. – 390 с.
2. Автоматизация технологических и селекционных процессов в свиноводстве / Тихомиров А.И. [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-tehnologicheskikh-i-selektionnyh-protseessov-v-svinovodstve>, свободный.
3. Автоматизация выращивания и откорма свиней / В.А. Гамалицкий. – Москва : Россельхозиздат, 1982. – 63 с.
4. Преимущества автоматизированного свиноводства [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – Режим доступа: <https://www.nationalhogfarmer.com/animal-well-being/benefits-automated-pig-farming> , свободный

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОСМЕСИ В МОБИЛЬНЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯХ-СМЕСИТЕЛЯХ РАЗДАТЧИКАХ КОРМОВ**

**Гаврилин И.В., Чехунов О.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Во многих хозяйствах Белгородской области для раздачи корма крупному рогатому скоту применяются мобильные измельчители-смесители раздатчики кормов горизонтального и вертикального исполнений. Данный тип машин позволяет измельчать ингредиенты корма, перемешивать до однородной кормосмеси и выдавать ее на кормовой стол или в кормушку [1, 2].

Недостатком данного всех известных измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов является образование в бункере сводов корма [3]. Для повышения эффективности приготовления кормосмеси предлагается произвести модернизацию известных измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов горизонтального исполнения путем установки в бункере вибрационного обрушителя сводов. Данная модернизация позволит сократить время смешивания кормовых компонентов за счет устранения сводообразования путем снижения силы трения корма о стенки бункера высокочастотными колебаниями вибропобудителя.

Процесс смешивания осуществляется следующим образом [4, 5]. Перемещаемая шнеками масса воздействует на уже скопившуюся в средней части бункера, заставляя ее подниматься вверх. Часть перемещенной вверх массы осыпается вниз под действием силы тяжести, другая часть направляется от средней части бункера к его передней и задней стенкам, интенсифицируя процесс перемешивания. Процесс осыпания корма повторяется многократно, в результате чего он перемешивается.

Во время перемешивания происходит сводообразование, которое можно объяснить тем, что несколько увеличиваются силы трения влажного корма о стенки бункера [6, 7]. Также сводообразование происходит из-за специфической работы шнека. Во время работы шнек захватывает материал не всей своей рабочей длиной, а только крайним витком и через себя прогоняет материал. При этом образуется как бы канал, по которому как по трубопроводу перемещается материал. Происходит уплотнение слоев над шнеком, что и ведет к образованию сводов.

При осуществлении предлагаемой модернизации для разрушения сводов необходимо с места тракториста включить гидрораспределитель. В результате чего под воздействием вибратора через шарнирные соединители вибропобудитель начнет совершать высокочастотные колебания (20 колебаний в секунду), под воздействием которых резко снижается сила трения кормосмеси о стенку бункера, и образовавшиеся своды под действием силы тяжести обрушатся. Что гарантированно обеспечит высокое качество приготовленной кормосмеси.

Использование модернизированного измельчителя-смесителя-раздатчика кормов позволит обеспечить увеличение производительности раздачи и повышение качества приготовления кормов, т.е. значительно повысит эффективность приготовления кормосмеси, что снизит себестоимость затрат на кормление.

#### Список литературы

1. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе и др. – М. : Колос, 2000. 258 с.
2. Кормопроизводство / Парахин Н.В., Кобозев И.В., Горбачев И.В. и др. – М. : КолосС, 2006. 432 с.
3. Механизация и автоматизация животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, А.И. Скляр [и др.]. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2015. 76 с.
4. Макаренко А.Н., Чехунов О.А. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2012. 64 с.
5. Experimental research in liquid batcher mixer / A. Kolesnikov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan, K Kazakov // Engineering for Rural Development. 20. Сер. «20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2021 – Proceedings». 2021. С. 124-129.
6. Макарец Н.Г. Кормление животных. – Калуга : Ноосфера, 2012. 640 с.
7. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. – СПб. : Агропромиздат, 1995. 640 с.



## **КОНСТРУКЦИЯ МОБИЛЬНОЙ САПЕТКИ ДЛЯ ПОЧАТКОВ СЕМЕННОЙ КУКУРУЗЫ**

**Григоров И.С., Бахарев Д.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Семеноводческие предприятия кратковременно (не более одного месяца) хранят початки гибридной кукурузы во временных хранилищах типа сапетка. Из проведенного анализа сапеток сделано заключение, что наиболее полно современным требованиям к временным хранилищам початков семенной кукурузы в условиях сельскохозяйственного семеноводческого предприятия отвечает сапетка, конструкция которой соответствует следующим параметрам [1-6]:

- конструкция легковозводимая и изготовлена из недорогих и легкодоступных материалов [1, 5, 6];
- обеспечивается эффективное естественное вентилирование початков с влажностью до 16% [1, 5, 6];
- обеспечивается эффективное искусственное вентилирование початков кукурузы, при их влажности более 16%;
- созданы условия для механизированной загрузки-выгрузки початков;
- обеспечен контроль влажности початков [3, 4, 6];
- обеспечена мобильность или быстрое и простое перемещение хранилища в пределах сельскохозяйственного предприятия [1, 2];
- созданы условия для исключения жизнедеятельности вредителей и развития плесени [1, 2, 5, 6].

В связи с этим сапетка должна представлять собой сетчатый контейнер на колесном шасси с влагонепроницаемой крышей и сетчатыми боковинами, закрывающимися посредством тента. Это позволит изолировать початки от атмосферных осадков в дождливую погоду и открывать сетчатую поверхность действию естественного ветра и солнечной радиации в сухую погоду.

Кроме того, конструкция сапетки должна предусматривать наличие сети воздушных каналов для подключения к вентилятору, подающему подогретый воздух в массу початков при неблагоприятных погодных условиях, когда сапетка затентована и естественная вентиляция исключена.

Также днище сапетки должно быть выполнено так, чтобы початки самотеком безударно разгружались в приемную яму кукурузокалибровочного завода (ККЗ) или в питатель-загрузчик автомобильного или железнодорожного транспорта.

Дополнительно следует отметить, что сапетки выполненные в виде сетчатого контейнера на колесном шасси должны посредством прицепного устройства соединяться в блоки, удобно перемещаемые транспортным средством по площадке с твердым покрытием, устанавливаясь своей широкой стороной пер-

пендикулярно направлению действия преобладающих ветров. Это позволит более эффективно использовать естественный процесс сушки.

Рекомендуются следующие конструктивные параметры сапетки:

- толщина слоя початков для Центрального, Южного, Северо-Кавказского и Приволжского федерального округа не более 1,5 м. Для Северо-Западного и Дальневосточного федерального округа не более 1,2 м;

- полная конструктивная ширина сапетки с учетом системы воздушных каналов для подключения к вентилятору не более 2,5 м;

- полная конструктивная длина сапетки не более 5 м;

- полная конструктивная высота сапетки с учетом крыши не более 4 м;

- высота от поверхности земли до поверхности пола початков не менее 0,70 для обеспечения эффективной разгрузки самотеком;

- максимальные размеры ячейки в сетчатых боковинах сапетки должны быть не более чем 30×30 мм, с диаметром прутка не менее 3 мм.

Применение мобильных сапеток расширяет технологические возможности семеноводческих предприятий по временному хранению, сушке и перемещению урожая початков и позволяет совершенствовать систему транспортно-логистического взаимодействия ККЗ и семеноводческих предприятий.

#### Список литературы

1. Курсовое и дипломное проектирование по машиноиспользованию в животноводстве, автоматизации ферм и перерабатывающих предприятий / Н.В. Брагинец, И.И. Ревенко, Д.Н. Бахарев [и др.]. Луганск : Элтон-2, ЛНАУ, 2012. 452 с.

2. Бахарев Д.Н. Вольвак С.Ф. Угол естественного откоса початков кукурузы как объекта послеуборочной механической обработки // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. Майский : Белгородский ГАУ, 2018. С. 12-16.

3. Добрицкий А.А., Вольвак С.Ф. Сушилка семян бахчевых культур // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 20-21.

4. Добрицкий А.А. Обоснование рациональных параметров сушилки высоко влажных семян бахчевых культур // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, Майский, 24 января 2018 года. Майский : Белгородский ГАУ, 2018. С. 54-58.

5. Курасов В.С. Куцеев В.В., Самурганов Е.Е. Механизация работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы : монография. Краснодар : КубГАУ, 2013. 151 с.

6. Жалнин Э.В. Методологические аспекты механизации производства зерна в России : монография. М. : Полиграф сервис, 2012. 368 с.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

**Гросул М.Р.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Наследников Г.А.**

ГБПОУ КАИТ №20 г. Москва, Россия

В настоящее время для охлаждения помещений широко применяют кондиционеры различных конструкций [1, 2]. К недостаткам многих из них можно отнести сложность конструкции, большое потребление электроэнергии, сквозняки и шум, возникающие при работе механизмов вентилятора, а также создание среды внутри кондиционеров (влажность и высокая температура) благоприятной для жизнедеятельности микрофлоры в т. ч. патогенной, которая вызывает простудные и другие заболевания у человека.

Нами предложено устройство, лишённое этих недостатков [3]. Устройство, установленное внутри помещения, состоит из герметичной емкости, в которой размещен контейнер для твердых фракций диоксида углерода. Диоксид углерода в процессе сублимации переходит из твердого состояния в газообразное, увеличиваясь в объёме до 600 раз, тем самым создавая давление внутри ёмкости. Ёмкость с помощью вентиля соединена с трубой, к которой присоединены один или несколько теплообменников, через которые проходит образовавшийся при сублимации газ температурой минус 78,5°C, охлаждая воздух в помещении. К крайнему теплообменнику присоединена труба, которая выведена за пределы помещения сквозь отверстие в ограждающих конструкциях, через которую выпускают отработанный газообразный диоксид углерода.

### Список литературы

1. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования. Издательство физико-математической литературы. Москва. 2003. 272 с.
2. Стомахина Г.И., Бобровицкий И.И., Малявина Е.Г., Плотникова Л.В. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М. : Пантори, 2003. 308 с.
3. Пат.2757402 Российская Федерация, МПК F25B 19/02 Устройство для охлаждения помещений и способ охлаждения / Гросул М.Р. и др. Заявитель и патентообладатель Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина. №2020136651; заявил 06.11.20; опубл. 15.10.21, 1 ил.

## СЕКЦИЯ ДИСКОВОГО ЛУЩИЛЬНИКА

**Доманов В.И., Рыжков А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

В системе машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства большое место занимают дисковые почвообрабатывающие машины: лушительники, тяжелые (болотные), полевые и садовые бороны, плуги, лункообразователи, мульчировщики, дискаторы [1, 2].

Простота конструкции, высокая производительность, малая склонность к забиванию растительными остатками, способность легко преодолевать препятствия, относительно малый износ рабочих органов, возможность обеспечивать поверхностную обработку почвы и другие преимущества делают дисковые почвообрабатывающие машины предпочтительными, а в отдельных случаях единственно возможными для применения [3].

Конструкции рабочих органов дисковых почвообрабатывающих машин оказывают влияние на качество и энергоемкость процесса обработки почвы.

Известные конструкции дисковых лушительников включают батареи, с размещенными на осях рабочими органами. Из-за специфики конструкции дисковые батареи имеют ограниченную возможность копирования микрорельефа почвы.

Проблема повышения качества лушения почвы является важной задачей.

Применение копирующих цепно-дисковых секций в лушительниках позволит качественно улучшить процесс обработки почвы и уменьшить число подшипниковых узлов [4, 5].

Существуют различные способы крепления и размещения рабочих органов дисковых почвообрабатывающих машин. Проведенный патентный поиск показал, что существующие дисковые орудия в своей конструкции имеют три варианта крепления подшипниковых узлов [6]:

1. Батарея, имеющая до 10 дисков, крепится к раме на двух стойках с подшипниковыми узлами.
2. Каждый диск крепится на индивидуальной стойке со своим подшипниковым узлом.
3. Диски попарно крепятся на индивидуальных стойках с подшипниковыми узлами.

Известные конструкции дисковых батарей обладают недостаточным копированием рельефа почвы, на два подшипниковых узла приходится небольшое количество дисков. А конструкции орудий с индивидуальным креплением дисков на стойках имеют подшипниковые узлы для каждого рабочего органа.

Нами была предложена цепно-дисковая секция лушительника, которая может включать до 50 дисков с креплением в двух подшипниковых узлах на концах секции. Каждый рабочий орган – диск с креплением в виде звена цепи. С одной или двух сторон секции (в зависимости от длины и количества дисков)

подшипниковые узлы подпружинены. Предлагаемая конструкция цепно-дисковой секции позволит лучше копировать микрорельеф почвы, снизить число подшипниковых узлов, а также быстро производить замену дисков.

#### Список литературы

1. Система обработки почвы - как фактор биологизации земледелия / Н.И. Абакумов, Ю.А. Бобкова, А.Г. Наконечный, К.Е. Миненко // Russian Agricultural Science Review. – 2015. – Т. 6, № 6-1. С. 93-97.
2. Field tests of the experimental installation for soil processing / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, ect. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 100. С. 81-86.
3. Макаренко А.Н. Обоснование параметров рабочих органов почвообрабатывающих машин с переменными углами рабочих поверхностей // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2, № 5-3 (10-3). С. 236-240.
4. Патент № 2352095 С1 Российская Федерация, МПК А01С 23/02. Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких органических удобрений: № 2007137408/12: заявл. 09.10.2007: опубл. 20.04.2009 / В.М. Рязанов, С.А. Булавин, В.С. Быков [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Белгородская ГСХА.
5. RUS 2352095 Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких органических удобрений: патент на изобретение // Рязанов В.М., Булавин С.А., Быков В.С., Рыжков А.В., Быков Д.В., Ветров В.А., Путиенко К.Н. от 20.04.2009. Заявка № 2007137408/12 от 09.10.2007. EDN: PSQWLW.
6. Региональные сельскохозяйственные машины (результаты испытаний) / С.А. Булавин, В.Н. Любин, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2007. 440 с.

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОУПРАВЛЯЕМОГО ПУЛЬСАТОРА

**Ермоленко Н.С., Чехунов О.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

В настоящее время наблюдается рост производства продукции животноводства. Основная задача, стоящая перед работниками сельского хозяйства – это увеличение объема производимой продукции, в том числе продукции молочного скотоводства. Это можно достигнуть, главным образом, за счет внедрения новых интенсивных технологий [1]. Одно из существенных условий повышения молочной продуктивности коров – совершенствование технологии доения с использованием новых технических средств.

Машинное доение – сложный процесс, и взаимодействие рабочего органа – стакана – с соском вымени коровы должно максимально сохранять нормальные физиологические функции молочной железы. Любое несоответствие параметров при доении животных ведет к нарушению режима, следствием чего является недодой, травмирование сосков и возникновение заболеваний вымени [2]. Поэтому разработка доильного оборудования, обеспечивающего снижение заболеваемости вымени коров маститом, рост продуктивности коров и производительности труда является весьма актуальной задачей и требует своего решения. Одной из основных частей доильной машины является пульсатор, от правильной работы которого зависит надежность и работоспособность всей машины. Следует отметить, что существующие конструкции различаются по многим показателям (по конструктивному исполнению – отдельно и совместно с коллектором; по принципу действия – гидравлический, пневматический, электрический и др.; по режиму доения – с управляемым и без управляемого режима; по способу доения – одновременного, попарного и почетвертного доения) [3].

Проведенный анализ известных технических решений показал, что усовершенствование процесса доения (а именно пульсаторов) идет по следующим направлениям: обеспечение оптимальной скорости выведения молока и безопасности доения; упрощение конструкции, повышение качества регулирования и надежности работы; автоматическое регулирование рабочих тактов; снижение затрат на техническое обслуживание [4].

Изучив серийно выпускаемые пульсаторы доильных аппаратов выявлены следующие недостатки: невозможность регулировать соотношение тактов в каждой паре стаканов, что приводит к разному времени выдаивания передних и задних долей вымени; отсутствие обеспечения плавного перехода от одного такта к другому; отсутствие или недостаточная стимуляция молокоотдачи [5, 6].

Исходя из вышесказанного, при разработке электроуправляемого пульсатора ставятся следующие цели – обеспечение одновременного окончания выдаивания передних и задних долей вымени коров, изменение соотношения тактов, плавность смены тактов, обеспечение стимуляции.

Предлагается электроуправляемый пульсатор, состоящий из корпуса, внутри которого расположены электромагнит, образованный оболочкой, катушкой и якорем. Изменение тактов обеспечивает запирающий элемент, размещенный в корпусе между его входным атмосферным отверстием и входным вакуумным отверстием на якоре. Входное атмосферное отверстие открыто при обесточенной катушке и закрывается при подаче на нее электрического тока. Якорь жестко связан с тягой.

Электроуправляемый пульсатор работает следующим образом.

Работа пульсатора имеет циклический характер. В исходном положении при обесточенной катушке запирающий элемент, являющийся одновременно уплотнителем, перекрывает входное вакуумное отверстие, обеспечивая такт сжатие, т.е. поступление в межстенные камеры доильных стаканов атмосферного давления, при поддержке коллектором аппарата в подсосковых камерах вакуума. При подаче электроэнергии на катушку начинается свободное перемещение якоря и жестко связанной с ним тяги. В конечном положении обеспечивается самоустановка запирающего элемента и перекрытие им входного атмосферного отверстия. Это приводит к проникновению в межстенные камеры стаканов вакуума, т.е. обеспечивается такт сосание. После обесточивания катушки запирающий элемент возвращается в исходное положение, перекрывает входное вакуумное отверстие, обеспечивая тем самым такт сжатие (поступление в межстенные камеры доильных стаканов атмосферного давления). Регулируя подачу электрического тока на катушку от стороннего устройства (например, от датчика потока молока, оснащенного герконами) можно изменять по заданной программе длительность тактов и их соотношение, что позволит подстраивать режимные параметры работы аппарата под конкретные условия молокоотдачи коров.

#### Список литературы

1. Дашков В.Н. Технология и оборудование для доения коров. – Минск : ГУ «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2006. – 174 с.
2. Чехунов О.А. Разработка конструктивной схемы пульсоколлектора доильного аппарата // Материалы международной студенческой научной конференции 2012 года, Белгород, 27–29 февраля 2012 года – Белгород : Белгородская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – С. 275.
3. Карташов Л.П., Соловьев С.А. Повышение надежности системы «человек – машина – животное». – Екатеринбург : УрО РАН, 2000. – 276 с.
4. Клесов Д.Н., Ужик В.Ф., Ужик О.В., Чехунов О.А. К созданию пульсатора для адаптивных доильных аппаратов // Исследования молодых ученых – аграрному производству: Материалы онлайн-конференции, посвященной Дню российской науки. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – С. 84-90.
5. Тарасенко А.П., Солнцев В.Н., Гребнев В.П. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. – М. : Колос, 2003. – 552 с.
6. Ведищев С.М. Механизация доения коров. – Тамбов : ТГТУ, 2006. – 160 с.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ СЫПУЧИХ КОНСЕРВАНТОВ ДЛЯ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

**Борозенцев В.И., Жерновой М.Е., Жерновой Д.Е.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В любой стране уровень и качество обеспечения населения продовольствием непосредственно зависят от состояния сельскохозяйственного производства и сопряженных с ним отраслей агропромышленной сферы. На данный момент времени Российская Федерация стремится достичь высокого уровня импортозамещения по основным видам сельскохозяйственной продукции [1]. Для достижения этих целей необходимо более эффективно использовать кормовую базу. Снижение потерь питательных и биологически активных веществ при силосовании продукции растениеводства возможно при помощи растворов минеральных или органических кислот и их солей. Совершенствование технологий заготовки кормов и их хранения, посредством устройства для внесения твердых сыпучих консервантов, что будет способствовать выполнению приоритетных задач, указанных в постановлении правительства РФ № 717 от 14 июля 2012 года [2].

Применение консервантов позволяет по сравнению с обычным силосованием снижать в 2...5 раз потери питательных и биологически активных веществ, повышать выход силоса на 15...20%. При этом наибольший эффект наблюдается при консервировании трудно- и несилосуемых растений. При использовании химических препаратов учитывают влияние не только на сохранность питательных веществ и качество силоса, но и на здоровье, продуктивность животных, а также на качество получаемой от них продукции. Консерванты, используемые при заготовке силоса, должны полностью разрушаться в процессе силосования без образования вредных и ядовитых веществ, а при скармливании животным не оказывать отрицательного влияния на их организм и качество продукции [3].

В процессе совершенствования способов и средств, применяемых при консервировании кормов, совершенствовались и механизмы их внесения. В настоящее время применяется большое количество схем внесения консервантов в листостебельную массу с использованием различных устройств: внесение консерванта в листостебельную массу в период скашивания и дальнейшим его измельчением; внесение в силосуемую массу консерванта непосредственно в грузовые отсеки транспортных средств на стационарных пунктах перед закладкой на хранение; опрыскивание силосуемой культуры перед её скашиванием; добавление консерванта в рулоны силосуемой культуры до укладки рулонов на хранение; добавление консервантов в силосохранилище в процессе укладки и трамбовки.



Основными недостатками этих устройств являются: высокие потери консерванта; сложность их конструкции; неравномерное распределение консерванта; сложность в регулировке.

На основе анализа известных работ [4, 5], нами предлагается устройство, предназначенное для внесения твердых сыпучих консервантов в силосуемую растительную массу перед верхним уплотняющим вальцом непосредственно перед измельчением.

Устройство для внесения консервантов монтируется над питающим аппаратом силосоуборочного комбайна и имеет привод от ведущего вальца питающего аппарата. Устройство содержит бункер, ворошитель, который установлен на вал со звездочкой привода, катушечный высевающий аппарат, на котором установлены высевающие катушки, расположенные на валу, со звездочкой привода, направляющий кожух, стойки, корпус, ручку и шпильку [6].

Механизм регулировки состоит из корпуса с указателем, который фиксируется к планке с нанесенной на ней мерной линейкой при помощи гайки.

Принцип работы данного устройства заключается в следующем. При помощи цепного привода от верхнего вальца питающего аппарата комбайна посредством звездочки привода вращается вал с высевающими катушками. Твердый сыпучий консервант, загруженный в бункер, попадая на высевающие катушки высевающего аппарата, через направляющий кожух поступает в листостебельную массу перед подпрессовывающим вальцом. Ворошитель, вращаясь при помощи вала с расположенным на нём звездочки привода, обеспечивает равномерную подачу твердого сыпучего консерванта к высевающим катушкам. С помощью механизма регулировки, расположенного в корпусе, производится регулировка нормы внесения консерванта.

#### Список литературы

1. Жилияков Д.И. Анализ эффективности и направления совершенствования государственной поддержки аграрных предприятий // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 1 (25). – С. 137-146.
2. Постановление Правительства РФ от 14.07.2012 N 717 (ред. от 19.04.2022) «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» // Гарант : [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/70210644/> (дата обращения 20.11.2022).
3. Галлямов, Ф.Н. Особенности заготовки силоса с применением консервантов / Ф.Н. Галлямов, Р.Р. Шавалеев // Российский электрон. науч. журн. – 2015. – № 3. – С. 5-18.
4. Иванов, Д.В. Современные технологии и технические средства приготовления силосованных кормов / Д.В. Иванов. – Ставрополь : Ставропольский гос. аграрный университет: Изд-во «Агрис», 2014. – 44 с.
5. Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Теоретические исследования вибросмешивания сыпучих кормов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 3 (23). С. 43-55.
6. Патент №2782577. Устройство для внесения твердых сыпучих консервантов : №2021136154 : заявл. 07.12.2021 : опубл. 31.10.2022 / В.И. Борозенцев, М.Е. Жерновой ; заявитель, патентообладатель Белгородский гос. аграр. ун-т. – 7 с.

## АНАЛИЗ КАТУШЕЧНЫХ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ

**Жерновой М.Е., Борозенцев В.И., Жерновой Д.Е.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В обеспечении животных кормами очень важную роль играет правильное использование естественных сенокосов и пастбищ. В РФ они занимают 76,3 млн га, или 36% общей площади сельскохозяйственных угодий, из них сенокосов 18, пастбищ 58,3 млн га [1, 2].

Естественные сенокосы и пастбища в большинстве своем малопродуктивны и дают в среднем небольшой выход кормов. Основная причина этого – бессистемное использование и слабая работа по их улучшению. Следовательно, с целью повышения продуктивности необходимо проведение комплекса работ по их улучшению.

Долголетние культурные сенокосы и пастбища составляют 6,4 млн га, (всего 8,3% от всех сенокосов и пастбищ), в том числе: 3 млн га сенокосов и 3,4 млн га пастбищ [1].

В связи с тем, что семена некоторых кормовых трав по физико-механическим свойствам представляют собой несypучий или малосypучий материал, современные посевные машины, выпускаемые серийно, не обеспечивают качественного посева из-за сводообразования в семенном бункере.

В настоящее время разработано большое количество высевальных аппаратов, которые по типу подразделяются на механические, пневматические и пневмомеханические. Наиболее широкое применение получили механические высевальные аппараты, которые подразделяются на катушечные, мотыльковые, фрикционные, канавочные, центробежные, вибрационные и щеточные [3]. Из этих аппаратов наибольшее распространение имеют катушечные, которые относительно просты по конструкции и в установлении необходимой нормы посева.

Наряду с сохранением в производстве простых по конструкции катушечных высевальных аппаратов интенсивно разрабатываются более сложные и дорогие.

Для обоснования конструкции разрабатываемого устройства был проведен анализ известных технических решений высевальных аппаратов и катушек: высевальных аппаратов с желобчатыми катушками, катушечно-штифтовых высевальных аппаратов, пневмомеханических высевальных аппаратов, дозаторов различных по размеру и форме и др.[4].

Все эти высевальные аппараты и катушки должны соответствовать следующим главным агротехническим требованиям:

- равномерно подавать консервант в листостебельную массу;
- обеспечивать постоянную подачу – подавать одинаковое количество твердого сыпучего консерванта через направляющий кожух к листостебельной массе, изменением положения катушек;

- бесперебойно вносить твердый сыпучий консервант в различные силосуемые культуры в зависимости от его структуры [5].

С целью решения проблем по высеву несypучих семян разработаны всевозможные высевальные устройства. Рассмотрев конструкции и функциональные возможности некоторых высевальных аппаратов, сделаем вывод.

В основном все имеющиеся катушки не соответствуют в полном объеме данным требованиям, их основным недостатком является небольшой объем желобка для внесения неоднородной массы консерванта, сложность их конструкции, дороговизна, невозможность четкого, согласованного функционирования в части производительности активатора и высевального элемента, что способствует появлению пульсирующего характера дозирования посевного материала.

#### Список литературы

1. Суров, А.И. Современное состояние и перспективы развития мясного овцеводства в Российской Федерации / А.И Суров, В.Н. Сердюков // Журнал «Агрокуб». – № 7. – 2014. – С. 28-33.
2. Field tests of the experimental installation for soil processing / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, et. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 100. С. 81-86.
3. Бузенков, Г.М. Машины для посева сельскохозяйственных культур / Г.М. Бузенков, С.А. Ма. М. : Машиностроение. – 1976.
4. Булавинцев, Р.А. Обоснование конструктивных технологических параметров катушечно-штифтового высевального аппарата зерновой сеялки Текст.: ав-гореф. дис. к. тех. наук: 05.20.01 / Булавинцев Роман Алексеевич. Москва, 2006. – 19 с.
5. Борозенцев В.И. Разработка устройства для внесения консервантов / В.И. Борозенцев, М.Е. Жерновой // Материалы студенческой научной конференции «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК» (24-25 февраля 2021 года) : в 4-х томах, т. 3. – п. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. – С. 6.

## АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ

**Жерновой М.Е., Борозенцев В.И., Жерновой Д.Е.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Технический уровень всех отраслей народного хозяйства тесно связан с уровнем развития машиностроения. От уровня его развития зависит комплексная механизация возделывания и уборки сельскохозяйственных культур. Кроме этого, современная организация труда, новые технологии, позволят повысить урожайность, снизить затраты труда и повысить качество и сохранность кормов.

В основе экономического развития сельского хозяйства стоит задача – надежное обеспечение населения продуктами питания и сырьем для перерабатывающих предприятий.

В настоящее время в Белгородской области интенсивно развивается молочное и мясное скотоводство, птицеводство, свиноводство. Это требует увеличение кормовой базы как зерновых и зернобобовых культур, так и кукурузы на зерно и на силос [1].

Модернизация машинотракторного парка и его существенно качественное изменение, дают возможность для перехода возделывание кукурузы на низкозатратные и высокоэффективные технологии [2].

Для обоснования конструкции разрабатываемого устройства был проведен анализ известных технических решений, в результате которого установлено, что для внесения консервантов при силосовании применялись устройства, обеспечивающие внесение жидких и твердых консервантов [3].

На наш взгляд в данных конструкциях имеются недостатки: затруднен процесс приготовления раствора и контроля его расходования; высокие потери консерванта от выветривания и испарений; повышенная коррозия уборочных и транспортных машин от воздействия консерванта, ухудшение условий труда механизаторов, занятых на уборке и транспортировке силоса; требуют дополнительных затрат времени для приготовления консерванта, подвоза воды, трудовых затрат; неравномерность распределения консерванта; неравномерность подачи консерванта по всей ширине, а также регулировка количества поступающего консерванта.

### Список литературы

1. Иванов Д.В. Современные технологии и технические средства приготовления силосованных кормов – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет: Изд-во «Агрус», 2014. – 44 с.
2. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины [Текст] / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М. : КолосС, 2006. – 624 с.
3. Борозенцев В.И. К обоснованию конструктивных параметров устройства для внесения твердых сыпучих консервантов / В.И. Борозенцев, М.Е. Жерновой // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: материалы нац. науч.-практ. конф.– п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. – С. 84-87.

## ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО ОРГАНА

**Заикин Д.В., Слободюк А.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Рабочие органы сельскохозяйственной техники устанавливаются на раму машины с применением разнообразных предохранительных устройств, предотвращающих поломки самих рабочих органов, силовых элементов конструкций и гидравлического оборудования машин и тракторов. Чаще всего используются конструкции с использованием пружин и других упругих элементов, а также разрушаемых элементов [1, 2].

Недостатком таких устройств является высокая материалоемкость конструкций, сложность и невысокая надежность [3].

С целью повышения надежности и снижения материалоемкости конструкции предохранительного устройства предлагается включить в конструкцию шарнирно закрепленную на раме стойку рабочего органа, взаимодействующую с двухзвенным рычажным механизмом с упругой связью и регулировочное устройство. Звенья двухзвенного механизма шарнирно соединены между собой, свободными концами шарнирно соединены с рамой орудия и стойкой рабочего органа, а центральный шарнир двухзвенного механизма соединен с рамой посредством упругой связи. При этом звенья рычажного механизма соединены между собой под углом, близким к 180 градусам, для снижения усилия, передающегося на упругую связь [4].

Регулировочное устройство предназначено для изменения угла между звеньями и, таким образом, для изменения усилия срабатывания предохранительного устройства, и может быть выполнено, например, в виде регулируемого упора [5].

Предохранительное устройство рабочего органа сельскохозяйственной машины работает следующим образом. Регулировочным устройством устанавливают рычаги под углом, близким к 180 градусам. При штатной работе рабочего органа при таком положении двухзвенного механизма рычаги передают на упругую связь усилие, меньшее, чем развивает упругая связь, которая в таком положении фиксирует положение центрального шарнира. За счет этого рычаги удерживают стойку в заданном положении и выдерживают заданную глубину обработки.

При наезде на препятствие усилие в рычагах возрастает и центральный шарнир, преодолевая силу сопротивления упругой связи, начинает движение, уменьшая угол между звеньями. При этом усилие на упругой связи растет, а рычаг через шарнир проворачивает стойку рабочего органа на шарнире, давая возможность рабочему органу обойти препятствие.

После прохождения препятствия усилие упругой связи воздействует на центральный шарнир и возвращает рычаги, а через них и стойку в исходное положение.

Такое предохранительное устройство рабочего органа сельскохозяйственной машины за счет уменьшения числа элементов и указанной конфигурации двухзвенного механизма повышает надежность [6] и снижает материалоемкость конструкции.

#### Список литературы

1. SU 409663 A1, 6 A01B61/04. Предохранительный механизм автоматического действия для рабочего органа почвообрабатывающего орудия / Л.Х. Ким и др.; Заявлено 24.08.1970; Опубл. 05.01.1974.
2. RU 14800 U1, 7 A01B61/00. Предохранительное устройство почвообрабатывающего орудия / В.И. Посметьев и др.; Заявлено 26.01.2000; Опубл. 10.09.2000.
3. RU 2118075 C1, 6 A01B61/04. Предохранительное устройство почвообрабатывающего орудия / В.И. Посметьев и др.; Заявлено 18.06.1997; Опубл. 27.08.1998.
4. Водолазская Н.В. Расчет параметров определенных технических систем на основе моделирования их сборочных процессов // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2018. – № 9. – С. 425-429.
5. RU 135480 U1, 6 A01B61/04/ Предохранительное устройство сельскохозяйственной машины / А.П. Слободюк; Заявлено 01.08.2013, Опубл. 20.12.2013.
6. Пузь, А.В., Бережная И.Ш. Обеспечение надежности оборудования перерабатывающих предприятий // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 24–25 февраля 2021 года. Том 3. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. С. 127.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВАЛКОВЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ**

**Захаров А.И., Минасян А.Г.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Белгородская обл., Россия

Технологическое оборудование различных отраслей промышленности, в том числе и агропромышленного комплекса, работает в весьма тяжелых силовых, температурных и скоростных условиях эксплуатации трущихся деталей. При проектировании рабочих органов такого оборудования возникает проблема увеличения срока их службы, т.е., долговечности и ремонтпригодности [1, 2, 3]. Среди такого оборудования можно выделить валковые измельчители. Их применяют очень широко, в том числе в области переработки сельскохозяйственной продукции для плющения грубых и зеленых кормов при производстве силоса и сенажа, дробления зерновых материалов, измельчения кормов животного происхождения и т.д. В валковых измельчелях рабочие органы работают в условиях высоких давлений при их эксплуатации. [4]. При этом вопрос о выборе износостойких материалов для валков является довольно актуальным и сложным, так как необходимы справочные данные об износостойкости материалов и стандартные методики ее оценки. Однако, в каждом конкретном случае выбор трущихся деталей валковых измельчителей трудно представить без инженерного метода расчета их износостойкости, в котором учитывались бы физико-механические характеристики материалов трущейся пары, режимы работы узла трения (нагрузка, скорость), а также конструктивные особенности изнашиваемых деталей.

Как показывают результаты исследований [5, 6], абразивный износ тяжело нагруженных сопряжений, к которым относятся валковые измельчители, связан с интенсивным дроблением абразивных частиц. Задачу оценки износа рабочих поверхностей валков можно свести к определению действия, производимого одной частицей измельчаемого материала, и суммированию этих независимых повреждений.

При исследовании изнашивания рабочих поверхностей валков измельчителей можно выделить два механизма взаимодействия абразивных частиц измельчаемого материала с рабочими поверхностями валков:

- измельчаемый материал проходит через межвалковое пространство и, не разрушаясь под действием нагрузки, производит износ.

- измельчаемый материал, испытывая действия возрастающих нормальных сил (при цилиндрических валках), дробится при определенной глубине внедрения, после чего частицы проходят зону контакта.

Экспериментальные исследования и оценочные расчеты показали, что своеобразные условия работы элементов пар трения качения приводят к осуществлению второго механизма износа. Особенность расчета валков измельчителей на износ заключается в том, что характеристики взаимодействия абразив-

ной частицы с материалами валков не зависят от числа, взаимного расположения и размеров других частиц, отпадает необходимость воспроизведения «опорной поверхности», созданной абразивными частицами. Таким образом, проведенный анализ показал, что для рабочих органов оборудования, работающего в аграрной, строительной, горной и других отраслях промышленности, износ поверхностей происходит в большей степени из-за повторных упругих и пластических деформаций.

#### Список литературы

1. Водолазская, Н.В., Минасян А.Г., Наседкин Г.И. К вопросу увеличения срока службы оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. – Белгород, 2015. – Том 2. С. 24-25.
2. Пузь, А.В., Бережная И.Ш. Обеспечение надежности оборудования перерабатывающих предприятий // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. С. 127.
3. Водолазская Н.В. Разработка методики расчета параметров оснастки для испытания сборочного оборудования // Journal of Advanced Research in Technical Science.-North Charleston, USA, 2017. – Is. 4. – С. 11-14.
4. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Вертий А.А. Теоретические исследования измельчителя стебельчатых кормов с шарнирно подвешенными комбинированными ножами // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 3 (11). С. 24-34.
5. Водолазская Н.В., Минасян А.Г. О повышении износостойкости рабочих поверхностей оборудования для производства строительных материалов // Наука и инновации в строительстве. Белгород, 2022. С. 67-70.
6. Рыжков А.В., Мачкарин А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и САЕ анализ их рабочих органов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: Материалы IV Междунар. научно-практи. конф. 2017. – С. 191-196.



## **МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СУШИЛКИ ДЛЯ КОРМОВОГО КОНЦЕНТРАТА**

**Захаров А.И., Колесников А.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Наиболее часто применяемым оборудованием для сушки продуктов переработки свекловичного жома и, в частности, кормового концентрата являются барабанные сушилки [1, 2, 3]. Объем их занятости в технологическом процессе сушки кормовых материалов составляет примерно 95%. Данная конструкция сушилок не всегда подходит для определенного типа материалов. Поэтому задачи подбора сушилок другого типа является актуальной. Однако для сушки любого материала необходимо затратить огромное количество энергии, которым не всякое хозяйство располагает, поэтому целесообразно предварительно снизить влажность высушиваемого материала. Поэтому кормовой концентрат необходимо обезводить путем его прессования. В технологической линии по производству кормового концентрата предусмотрен шнековый пресс. За счет постоянного роста очень трудно, а практически невозможно получить дешевый сухой кормовой концентрат на основе кормовых дрожжей. Поэтому получать кормовой концентрат из свекловичного жома становится экономически не выгодно и по этой причине многие предприятия отказываются от этого «весьма сомнительного» производства. Однако при достаточно пристальном внимании к проблеме сушки можно сделать вывод, что применением прогрессивных технологий можно решить данную проблему, стоящую перед производителями кормовых добавок. Достаточно провести модернизацию существующих конструкций сушилок, основанную на процессах автоматизации и механизации основных технологических операций, осуществляемых при процессе сушки различных материалов на основе переработки свекловичного жома [4].

Рассмотрев существующие конструкции сушилок для кормовых концентратов, не только на основе свекловичного жома, но и более в широком диапазоне материалов, мы пришли к выводу, что наиболее оптимально для этой операции подойдет конструкция сушилки в кипящем слое. Только понадобится небольшая ее модернизация, в частности необходимо предусмотреть регулировку подачи сушильного агента в корпус сушилки.

С целью модернизации существующей конструкции сушилки кипящего слоя нами была предложена система заслонок для подачи отработанных газов.

Основной частью сушилки являются корпус, на котором сверху установлена крышка, а снизу прикручен воздухопровод для подачи теплоносителя. Для соединения основных деталей применяют крепежные элементы. Все конструкция сушилки опирается на опорные лапы. К корпусу приварен грузочный патрубок. Для регулировки подачи теплоносителя воздухопровод имеет четыре канала подачи, каждый из которых имеет свою регулировочную заслонку, все четыре заслонки объединены в общую систему.

Модернизация сушилки заключается в объединении всех заслонок в одну систему. В существующей конструкции сушилки кипящего слоя регулировка осуществлялась каждой заслонкой отдельно. Регулирование каждой заслонки повышало время настройки оборудования для работы, имело место неравномерность распределения теплоносителя на решетках сушилки, тем самым ухудшалось качество процесса сушки материала.

Дно сушилки выполнено из решеток. Для выгрузки высушенного материала предусмотрен выгрузной патрубок. Для отвода отработанного теплоносителя и газов, выделяющихся в процессе сушки, имеется патрубок. Решетка представляет собой пластину металла, в которой просверлены отверстия диаметром 3 мм.

Работа сушилки, предназначенной для сушки кормового концентрата на основе кормовых дрожжей, происходит следующим образом. Сырой кормовой концентрат, состоящий из свекловичного жома и кормовых дрожжей, подают в сушилку кипящего слоя через загрузочный патрубок, далее кормовой концентрат попадает на решетки, через которые под напором подаются отработанные газы котельной, работающей на газообразном топливе. Через воздухопровод последовательно поступает теплоноситель, нагнетаемый вентилятором из основания трубы котельной. Сушка кормового концентрата происходит путем перемешивания его с нагретым теплоносителем. Процесс сушки похож на процесс кипения жидкости. В качестве теплоносителя используют топочные газы котельной, работающей на газообразном топливе. Температура газов 170...200°C. Прохождение горячих газов, снизу вверх, через сушилку обеспечивает высушивание кормового концентрата. Выход отработанных газов, насыщенных водяными парами, осуществляют через патрубок в крышке. Разгрузку высушенного кормового концентрата осуществляют через выгрузной патрубок. Источник тепла расположен вблизи сушилки, что снижает расходы на транспортировку теплоносителя [5, 6].

#### Список литературы

1. Данилов Д.Ю., Рындин А.Ю. Повышение эффективности сушки зерна: основные технологические приемы и направления // Вестник НГИЭИ. 2015. № 8 (51). С. 26-30.
2. Казаков К.В., Колесников А.С., Минасян А.Г. Теоретические основы сушки свекловичного жома вторичным теплоносителем // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). С. 30-41.
3. Булавин С.А., Казаков К.В., Колесников А.С. Энергосберегающая технология получения растительно-белкового витаминного концентрата из свекловичного жома // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. № 3. С. 28-29.
4. Сельскохозяйственные машины / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – п. Майский, Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.
5. Сушильная установка: пат. 2238492 Рос. Федерация. № 2003114539/06 / С.А. Булавин, К.В. Казаков, В.В. Билько; заявл. 15.05.2003; опубл. 20.10.2004, Бюл. № 29. 8 с.
6. Технологическое устройство сушки кормов и сушилка: пат. 2179810 Рос. Федерация. № 99126954/13 / А.Ф. Пономарев, С.А. Булавин, В.Н. Любин, К.В. Казаков; заявл. 22.12.1999; опубл. 27.02.2002, Бюл. № 6. 7 с.

## РАЗРАБОТКА МИНИ-ТРАКТОРА НА БАЗЕ МОТОБЛОКА

**Кандауров Я.В., Слободюк А.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

У людей, имеющих хотя бы небольшой сельскохозяйственный, дачный или приусадебный участок, возникает мысль о том, чтобы механизировать достаточно трудоёмкие работы, найти альтернативу традиционным лопатам, тяпкам и граблям. Универсальным заменителем всех этих малопроизводительных инструментов может стать такое техническое средство, как мотоблок [1].

При этом у мотоблоков можно отметить некоторые принципиальные недостатки, ограничивающие возможности их применения:

- сложное управление;
- сильное физическое воздействие на человека-оператора;
- трудоёмкая смена навесного оборудования;
- ограниченный набор дополнительного навесного оборудования;
- несовместимость узлов дополнительного оборудования от разных производителей.

Хорошей альтернативой мотоблокам может стать мини-трактор.

Мини- или малогабаритные тракторы могут использоваться для работы с участками земли любого размера. Кроме того, дополнительное оборудование для тракторов малого тягового класса делает их универсальным техническим средством для выполнения всего спектра работ в хозяйствах – от полевых до транспортных.

Существенным недостатком, сдерживающим применение мини-тракторов, является очень высокая их стоимость [2].

В качестве выхода из сложившейся ситуации нами предлагается разработка мини-трактора на базе мотоблока «Зубр» [3].

Данный мотоблок комплектуется 4-тактным дизельным двигателем с прямым впрыском мощностью 12 л.с. с расходом топлива 250 г/кВт·час (примерно 2,2 л в час при активной эксплуатации), что является достаточным для выполнения всех требуемых работ.

Разработка будет сводиться к конструированию силовой рамы «переломной» схемы с узлом подвески навесного оборудования и рабочим местом оператора [4, 5]. При этом ведущими будут передние штатные колеса мотоблока размерностью 6.00-12.

Технические характеристики мини-трактора:

- длина – 2140 мм;
- ширина – 905 мм;
- высота – 1175 мм;
- дорожный просвет – 234 мм;
- ширина колеи – 650-730 мм;

- масса – 260 кг;
- максимальная масса буксируемого прицепа – 750 кг.

Все силовые элементы будут обеспечивать необходимую прочность и жесткость [6, 7].

#### Список литературы

1. Выбор мотоблока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://motoblokkoff.ru/podgotovit-pochvu/motobloki/?ysclid=led078hnxh473165834>
2. Все трактора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://vsetraktora.com/catalogue/minitraktor/?ysclid=led0bkqj3t351128913>
3. Дизельный мотоблок ZUBR 195NE / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://krym-tehmarket.ru/dizelnyj-motoblok-zubr-195ne-12-l-s>
4. Водолазская Н.В. О разработке моделей технических систем специального назначения // Роль науки в удвоении валового регионального продукта: Материалы XXV Международной научно-производ. конф: Белгородский ГАУ, 2021. – С 85-86.
5. Водолазская Н.В., Бережная. И.Ш. Инженерная графика и техническая механика: рабочая тетрадь для выполнения лабораторных работ– Майский : Белгородский ГАУ, 2017. – 23 с.
6. Замрий, А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure3D / А.А. Замрий. – М. : АПМ, 2010. – 376 с.
7. Slobodyuk A., Strebkov S., Bondarev A. Failure examination of disc header workpoints using CAE-system APM WINMACHINE // Engineering for rural development / Proceedings, Vol / 17 : Изд-во /Latvia University of Life Sciences and Technologies/ – Jelgava, 2018. – P. 837-843. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018. 17. № 14.

## **МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ЗЕРНА ОТ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ОТРАСЛИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЕМЕНОВОДСТВА КУКУРУЗЫ**

**Козлов И.А., Бахарев Д.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время отрасль семеноводства кукурузы Российской Федерации требует обновления материально-технической базы и создания ряда новых высокоэффективных кукурузокалибровочных заводов (ККЗ). Это требует от ученых и исследователей обобщения существующего организационно-технического и научного опыта. Здесь важную роль играют методы системного анализа в целом и метод реализации экспертной процедуры установления приоритетов, в частности.

Системный метод реализации экспертной процедуры установления приоритетов в совокупности с результатами современных исследований позволяет осуществлять обоснованный выбор машин и оборудования для осуществления обработки початков и зерна семенной кукурузы с минимальным количеством макро- и микроповреждений зерна и разработать проектные схемы поточно-технологических линий (ПТЛ) эффективного кукурузокалибровочного завода [1, 2].

Результаты исследований, описанные в источниках [2-7] показывают, что в данных ПТЛ целесообразно реализовать следующий комплекс мероприятий по защите зерна от повреждений:

- уборка, транспортировка и взвешивание початков в листовой обертке;
- разгрузка в приемник-дозатор с обрезиненными бортами;
- загрузка (разгрузка) сапетки ленточным конвейером с обрезиненными бортами и гибкими перегородками;
- кратковременное вентилируемое хранение початков в листовой обертке;
- двухстадийная очистка от листовой обертки;
- автоматизированная сортировка початков;
- щадящая загрузка вентилируемых защитных контейнеров;
- двухстадийная сушка початков в контейнерах;
- перемещение початков в сушилку и на обмолот в контейнерах;
- щадящий забор початков из контейнеров и их поэтапный обмолот с разделением зерна на фракции из носка, середины и комля;
- пневмозагрузка трех групп передвижных контейнеров;
- аспирация с забором зерна из передвижных контейнеров;
- перегрузочная операция щадящей норией;
- очистка зерна с разделением на легковесную и кондиционную фракцию посредством рельефных полимерных решет;
- загрузка сменных контейнеров для легковесного и кондиционного зерна;
- щадящая инкрустация зерна;
- загрузка контейнеров для зерна готового к посеву;

- затаривание зерна в эластичный Big-bag.

Комплексная реализация защитных мероприятий позволяет минимизировать не только макро- и микроповреждения зерна, но и снизить количество безвозвратных потерь качественного семенного зерна в результате:

- несвоевременного вышелушивания из початков по причине грубого выполнения погрузочно-перегрузочных и транспортных работ;
- проникновения плесеней в ткани эндосперма через поврежденные участки плодовой зерновой оболочки;
- потери с незерновой частью перерабатываемой массы початков;
- дробления зерна на части рабочими органами не способными к адаптивному изменению силового воздействия.

Кроме этого, контейнерный подход в совокупности с культурой производства обеспечивает гибридную чистоту обрабатываемых партий различных гибридов и ботанических подвидов [5, 8].

Создание совершенных отечественных ККЗ во всех регионах России, производящих зерно кукурузы, будет способствовать укреплению продовольственной безопасности нашей Родины.

#### Список литературы

1. Жалнин Э.В. Методологические аспекты механизации производства зерна в России: монография. М. : Полиграф сервис, 2012. 368 с.
2. Научные основы совершенствования технологии поточной обработки кукурузы в початках / Д.Н. Бахарев, А.Г. Пастухов, С.Ф. Вольвак, А.Е. Бурнукин. п. Майский : Белгородский ГАУ, 2021. 188 с.
3. Петунина И.А. Обмолот початков кукурузы: монография. Краснодар : КубГАУ, 2006. 200 с.
4. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф. Угол естественного откоса початков кукурузы как объекта послеуборочной механической обработки // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. Майский : Белгородский ГАУ, 2018. С. 12-16.
5. Давыдова С.А. Вахания В.И., Курасов В.С. Анализ состояния и перспективные направления развития селекции и семеноводства кукурузы: науч. анализ. Обзор. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 92 с.
6. Влияние протяженности технологической линии и травмирования зерна на ее технико-экономические показатели / В.И. Оробинский, Д.А. Подорванов, Е.А. Кондобарова, А.И. Завражнов // В сборнике: Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе. Воронеж, 2021. С. 131-136.
7. Контейнерная поточно-транспортная технология подготовки селекционного зерна / М.Л. Крюков., В.К. Пышкин, А.С. Чулков и др. // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 6. С. 20-24.
8. Курасов В.С. Куцеев В.В., Самурганов Е.Е. Механизация работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы: монография. Краснодар : КубГАУ, 2013. 151 с.

## ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АКСИАЛЬНО-РОТОРНЫХ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

**Константинов В.И., Бахарев Д.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

На современном этапе развития отечественного сельскохозяйственного машиностроения остро стоит задача повышения надежности и эффективности зерноуборочной техники в целом и комбайнов в частности.

На основании проведенного анализа научных работ по исследованию механико-технологических характеристик зерновых культур, технологического процесса обмолота злаковых и кукурузы, а также существующих конструкций классических, аксиально-роторных, тангенциально-роторных и планетарных молотильно-сепарирующих устройств (МСУ) установлено, что данное устройство является системообразующим в зерноуборочном комбайне и его совершенствование повысит эффективность машины в целом [1-3].

Перспективной конструкцией МСУ является аксиально-роторная, поскольку обладает максимальной пропускной способностью и большой надежностью при работе в тяжелых условиях эксплуатации (уборка засоренных посевов злаковых культур, уборка кукурузы на зерно и т. д.) [2-5].

В аксиально-роторном МСУ, применяемом в современных зерноуборочных комбайнах, можно выделить две подсистемы:

- вращающийся с изменяемой частотой ротор;
- неподвижная или вращающаяся с постоянной частотой дека.

Выявлены следующие пути совершенствования аксиально-роторных МСУ зерноуборочных комбайнов [1-9]:

- интенсификация сепарирующей способности деки может быть достигнута путем ее вибрации и вращения одновременно, при этом рациональные условия вибрации обмолачиваемого слоя хлебной массы достигаются путем возвратно-поступательной активизации вращающейся деки [5];

- ротор с приводом является наиболее материалоемкой и габаритной системой зерноуборочного комбайна. Снижение габаритов и материалоемкости ротора возможно путем применения конструкции, в которой активные била вращаются подобно сателлитам планетарного редуктора. Это позволяет расширить диапазон скоростных режимов обмолота и более полно адаптировать МСУ к влажности убираемой культуры [5, 8];

- совместное действие активной деки и планетарного ротора может обеспечить условия резонанса в колеблющемся слое обмолачиваемой массы, при этом зерно будет отделяться от колоса или початка (при обмолоте кукурузы) под минимальным ударным воздействием со стороны ротора и как следствие с минимальным количеством макро- и микроповреждений [5, 6];

- эффективная эвакуация отделившегося зерна из-под действия ударных рабочих органов может быть достигнута посредством совместной и взаимосвязанной работы вращающихся с разной угловой скоростью ротора и его планетарных бил, защемляющих слой хлебной массы между вращающейся декой, одновременно совершающей продольные возвратно-поступательные колебания с большой частотой [5, 8, 9];

- аксиально-роторное МСУ в зерноуборочном комбайне должно работать во взаимодействии с аксиально-роторным домолачивающим устройством, являющимся составной частью молотильной системы в целом и сохраняющим единые для всего комбайна режимные и технологические условия обмолота [8].

Как видно из вышесказанного, МСУ зерноуборочного комбайна является весьма сложной технической системой, эффективность работы, которой зависит от режимов осуществления вращательных и поступательных перемещений ротора, планетарных бил и деки. Это обеспечивает сложное движение слоя обмолачиваемой массы с одновременной вибрацией в осевом и радиальном направлении. Реализация вышеописанных путей совершенствования аксиально-роторных молотильно-сепарирующих устройств для зерновых культур будет способствовать повышению эффективности отечественных зерноуборочных комбайнов нового поколения.

#### Список литературы

1. Жалнин Э.В. Какой комбайн выбрать? // Сельский механизатор. 2015. № 4. С. 4-6.
2. Жалнин Э.В. Расчет основных параметров зерноуборочных комбайнов с использованием принципа гармоничности их конструкции. М. : ГНУ ВИМ, 2011. 104 с.
3. Алдошин Н.В. Сравнительная оценка комбайнов на уборке белого люпина // Сельский механизатор. 2015. № 11. С. 10-13.
4. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Теоретическое исследование контакта фасонного шипа и зерна кукурузы в молотильной камере // Вестник ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. 2018. № 5 (87). С. 20-24.
5. Соболев С.М. К определению производительности молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) // Научный вестник трудов ЛНАУ, технические науки. Луганск, ЛНАУ. 2009. № 2. С. 200-205.
6. Study of seed corn threshing process / D. Bakharev, A. Pastukhov, S. Volvak, S. Kovalev // Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. Jelgava, 2020. P. 1036-1041.
7. Пронин В.М. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 416 с.
8. Научные основы совершенствования технологии поточной обработки кукурузы в початках / Д.Н. Бахарев, А.Г. Пастухов, С.Ф. Вольвак, А.Е. Бурнукин. п. Майский : Белгородский ГАУ, 2021. 188 с.
9. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. К определению оптимального угла наклона отверстий решетчатого днища наклонной камеры // Тракторы и сельхозмашины. 2018. № 5. С. 40-46.



## ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

Китаёва О.В., Бабешко Ю.С.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Аннотация:** ключевым показателем увеличения эффективности молочного производства является мониторинг здоровья и физиологического состояния каждого животного. Использование адаптивных доильных аппаратов существенно повысит молочную продуктивность коров, а также сведёт к минимуму риск развития различных заболеваний вымени.

**Ключевые слова:** доильный аппарат, молокоотдача, доение, адаптация, вакуум.

Годовой прирост молочного производства Российской Федерации в 2023 вырос на 3%. Общее количество молока, по данным Минсельхоза, составило 32,6 млн тонн в год. Государство выделяет огромные средства на поддержку молокопроизводящей отрасли, но, к сожалению, как и у любого производства, молочное имеет свои проблемы. Одной из таких проблем является заболевание вымени, которые ведут к значительному уменьшению продуктивности животного.

Ключевыми факторами, влияющими на риск заболеваний, являются: ненадлежащие условия содержания, пренебрежение санитарно-эпидемиологических норм, а также неусовершенствованная технология доения [1, 2].

Доение, в связи с непосредственным контактом с организмом животного, является одним из самых трудоёмких механизированных технологических операций. Процесс включает в себя не только извлечение молока, но и стимуляцию рефлекса молокоотдачи, как в начале доения, так и на протяжении всей операции. Здоровье вымени коровы, а также молочная продуктивность, напрямую зависит от физиологического соответствия доильного оборудования. В настоящее время многие доильные аппараты, в связи с недостаточной адаптацией к физиологии вымени животного, не обеспечивают полного выдаивания молока. Так же отсутствие контроля интенсивности молокоотдачи ведёт к перегреву доильных стаканов на вымени животного. Эти факторы негативно влияют на здоровье животного, способствуя развитию различных заболеваний [3, 4]. Одним из самых часто встречающихся заболеваний является мастит, который в свою очередь, приводит к снижению общей молочной продуктивности на 30-50%.

Разработка адаптивного доильного аппарата с автоматическим изменением соотношения частоты пульсаций, а также смены соотношения тактов сжатия и сосания в зависимости от интенсивности молокоотдачи, позволит повысить эффективность машинного доения. Основными преимуществами адаптивного доильного аппарата будет уменьшение времени воздействия вакуумметрического давления при снижении потока молока, а также более продуктивной сти-

муляцией рефлекса молокоотдачи путём изменения частоты пульсации [5, 6]. В связи с вышесказанным, считаю разработку адаптивного доильного аппарата актуальной.

#### Список литературы

1. Соловьев С.А., Карташов Л.П. Исполнительные механизмы системы «человек – машина – животное». – Екатеринбург : УрОРАН. 2001. 180 с.
2. Пейнович М.Л. Новое в физиологии лактации и доении. – Новосибирск : Зап.-сиб. кн. изд-во, 2012. 136 с.
3. Ужик В.Ф., Кокарев П.И. Выжимающий доильный аппарат для коров // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2013. № 3 (11). С. 67-70.
4. Патент RU 2263443 С1 Заявка 2004116288 RU, МКИ 7 А 01J 5/04. Доильный аппарат / Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Складов А.И., Ужик О.В., Борозенцев В.И., Дата регистрации: 28.05.2004 Дата публикации: 10.11.2005 EDN: HGRHJA.
5. Бабкин В.П. Роль вакуума в сжатии соска при выведении молока из соска / В.П. Бабкин, Л.М. Ермолаев // Материалы III Всесоюзного симпозиума по физиологическим основам машинного доения. – Ереван : изд-во Ереван, 1974. – С. 16-18.
6. Патент на изобретение RU 2151499 С1 Заявка №99107206/13 от 13.04.1999 Переносной манипулятор линейной доильной установки / Пономарев А.Ф., Ужик В.Ф., Борозенцев В.И., Ужик В.И., Ужик О.В.; Дата публикации 27.06.2000. EDN: JVDMD5.

## NO-TILL ТЕХНОЛОГИЯ

**Кузубов А.В., Мачкарин А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

No-Till – современная технология обработки плодородных земель, известная во всем мире своим щадящим влиянием на почву. Благодаря ей грунт покрывается мульчей. Это защищает грунт от воздействия вредных факторов внешней среды. Почва меньше страдает от водной и ветровой эрозии, в ней сохраняются полезные вещества и влага [1].

Умная система прямого посева оказывает на почву минимальное влияние, поскольку она не вредит природным процессам, происходящим в грунте.

Система No-Till основывается на технологии прямого посева, при котором семена вносятся в неподготовленную почву, без ее предварительной обработки. С помощью специальной сеялки работники разрезают грунт и растительные остатки, вносят в него удобрения и семена, после чего запечатывают их. На поверхности земли остается лишь небольшой бугорок. При таком подходе нарушается структура грунта только в зоне прохождения V-образного сошника, а между рядами земля вовсе остается нетронутой.

В России технологию нулевой обработки почвы применяют в таких регионах, как: Ставропольский край, Белгородская, Волгоградская области, Башкирия. На сегодняшний день накоплен внушительный опыт ее использования. Фермеры уже достаточно хорошо разбираются в специфике применения концепции No-Till с учетом местных условий. Накопленный опыт и данные позволяют с уверенностью утверждать тот факт, что по сравнению с традиционной технологией, прямой посев позволяет получать более высокую урожайность и это не является случайностью [2, 3, 4, 5].

Концепция No-Till по праву заслужила мировое признание. Специалисты разных стран адаптируют ее под посев различных культур, учитывая погодные условия в конкретных местностях и регионах. Это позволяет корректировать слабые стороны технологии и усиливать ее явные преимущества. Однако основные принципы No-Till остаются непререкаемыми, поэтому осваивать ее нужно именно с них.

К базовым положениям относятся:

- Сохранение и накопление растительных остатков в верхнем слое почвы;
- Минимальное повреждение поверхностных слоев грунта;
- Внесение удобрений и семян в неподготовленную заранее почву;
- Принцип прямого посева.

Основная задача, которую преследует технология No-Till – это поддержание и стимулирование естественных процессов, происходящих в почве, как в единой экосистеме. Все принципы имеют друг с другом прочную взаимосвязь, и каждый из них способствует решению главной задачи [6].

Доказано, что поддержание достаточного уровня влаги в грунте – это залог получения высокого урожая. Причем на ее сохранность не оказывает влияние количество выпавших осадков. Сильнее всего влага испаряется из разрушенного слоя почвы, при повреждениях, полученных во время ее обработки по традиционной технологии.

#### Список литературы

1. Justification of constructive and technological parameters of the vibrating seeding unit Machkarin A.V., Ryzhkov A.V., Chehunov O., Makarenko A.N. В сборнике: ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT. 20th International Scientific Conference. 2021. С. 130-135.
2. Булавин С.А., Любин В.Н., Рыжков А.В. и др. Сельскохозяйственная техника Белогорья // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. № 1. С. 39-42.
3. Рыжков А.В., Мачкарин А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и САЕ анализ их рабочих органов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: Материалы IV Междунар. научно-практи. конф. 2017. – С. 191-196.
4. Водолазская Н.В., Панов В.С. О повышении качества некоторых элементов сельскохозяйственных машин // Профессия инженер. – Орел : ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2022. – С. 9-14.
5. Сельскохозяйственные машины / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.
6. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография / Казаков К.В., Макаренко А.Н., Мартынова И.В. и др. – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 200 с.

## **О ВЛИЯНИИ ШУМА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ИННОВАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

**Кунаш М.В., Мельнов А.И., Свидович А.Ч., Мицкевич Я.Я.**  
**Научный руководитель – Белохвостов Г.И., к.т.н., доцент**  
Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск

Все слышимые звуки разделяются на шумы и музыкальные звуки. Первые отражают непериодические колебания неустойчивой частоты и амплитуды, вторые — периодические колебания. Между музыкальными звуками и шумами нет, однако, резкой грани [1].

Шум определяется как звук, оцениваемый негативно и наносящий вред здоровью. Проявление вредного воздействия шума на организм человека весьма разнообразно. Длительное воздействие шума на слух человека приводит к его частичной или полной потере. В зависимости от длительности и интенсивности воздействия шума происходит большее или меньшее снижение чувствительности органов слуха, выражающееся временным смещением порога слышимости, которое исчезает после окончания воздействия шума, а при большой длительности и интенсивности шума происходят необратимые потери слуха (тугоухость), характеризующиеся постоянным изменением порога слышимости [2].

В настоящее время в Республике Беларусь и за рубежом оценка приемлемости производственного шума с уровнем выше 80 дБ чаще всего базируется на выявлении воздействия шума на органы слуха человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах. Шум снижает производительность труда и устойчивость внимания, усиливает воздействие других производственных вредностей и на 15% повышает количество случаев профессиональных заболеваний [2].

В зависимости от уровня шума, его спектральных и временных характеристик, шум может оказывать неблагоприятное влияние не только на слух, но и на другие системы организма, а также на психическое состояние человека. Более 30% работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, подвергаются неблагоприятному воздействию шума, превышающего допустимые нормы. Вызвано это тем, что последовательное увеличение энергонасыщенности тракторов всех тяговых классов за счёт увеличения мощности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) привело к увеличению шума на рабочих местах и его уровни стали превышать безопасные пределы. Именно поэтому проблема снижения уровня шума в последние годы занимает одно из первых мест [2, 3].

Переход от ДВС к полностью электрическим или гибридным двигателям будет способствовать снижению внешнего шума и улучшению условий труда в

кабине оператора [4, 5], но предстоит долгий и сложный путь. Двигатели внутреннего сгорания в ближайшие годы будут по-прежнему играть фундаментальную роль, как в качестве традиционных двигателей, так и в составе гибридных силовых агрегатов [3]. Исходя из изложенного, снижение уровня шума тракторов, самоходных сельскохозяйственных и транспортных машин совершенствованием системы выпуска отработанных газов является важной народнохозяйственной задачей [3].

Для решения, в том числе и этих задач на кафедре управления охраной труда учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» под руководством кандидата технических наук, доцента Белохвостова Геннадия Ивановича, ученика Груданова Владимира Яковлевича, доктора технических наук, профессора, создан студенческий научный кружок «Наука — путь к безопасности туда».

По результатам исследований разработаны инновационные модели глушителей шума поршневых ДВС. В ОАО «Минский тракторный завод» проходит испытания новая конструкция глушителя шума. ЗАО «Амкодор-Пинск» готовится к изготовлению опытных образцов глушителей шума [3, 6].

#### Список литературы

1. Рубинштейн, С.Л. Основы общей психологии. – СПб. : Питер, 2015. – 713 с.: ил.
2. Андруш, В.Г. Охрана труда: учебное пособие / В.Г. Андруш, Л.Т. Ткачева, Т.П. Кот; под ред. В.Г. Андруша. – Минск : РИВШ, 2021. – 620 с.
3. Новые направления в конструировании глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания / В.Я. Груданов [и др.] // Вестник БарГУ. Сер. Технические науки. – 2022. – № 2 (12). – С. 74-84.
4. Гибридная сельскохозяйственная техника / К.В. Казаков // Проблемы и решения современной аграрной экономики: материалы XXI Международной научно-производственной конференции (п. Майский, 23-24 мая 2017 г.). В 2 т. Т. 1. – п. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. – С. 43.
5. Необходимость создания дизель-электрического гусеничного трактора для цифрового сельского хозяйства / Р.Ю. Соловьёв [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – п. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. – Выпуск 1 (29). – С. 9-16.
6. Глушители шума поршневых двигателей внутреннего сгорания: классификация, основные требования, инновационные конструкции / Г.И. Белохвостов [и др.] // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции, 23-25 ноября 2022 г. / редкол. : Н.М. Дерканосова [и др.]. – Воронеж, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. – С. 56-64.

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ДОЕНИЯ КОРОВ

Лазарев К.Г., Мартынов Е.А.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Основным направлением дальнейшего развития уровня механизации и автоматизации технологических процессов служит модернизация применяемой технологии и технических средств на основе внедрения передовых разработок, использующих последние достижения исследования ученых. Внедряя в производства модернизированные узлы и агрегаты можно при низких затратах увеличить срок службы дорогостоящего оборудования и при этом достигнуть значительных успехов в повышении производительности труда и применяемого оборудования, что благоприятно скажется на технико-экономических показателях производства [1].

Физиологически лактация у коров происходит по следующим этапам: образование молока в молочной железе и его выведение из вымени. Если доение происходит стабильно и полностью, то организм животного начинает вырабатывать больше молока, т.е. надои могут повышаться. При этом повышается и его качество – увеличивается жирность молока. Поскольку процесс доения является достаточно сложным и трудоемким, следует максимально полно подвергать его механизации и автоматизации [2].

Только при эффективном возбуждении рефлекса молокоотдачи перед доением и ликвидация причин, вызывающих торможение рефлекса молокоотдачи можно получать высокие надои.

При соблюдении правильной технологии доения, которая включает в себя подготовительные и заключительные операции возможно безболезненное и полное выдаивание коров [3].

Цель подготовительных операций – вызвать полноценный рефлекс молокоотдачи у коровы. Цель заключительных операций – извлечь все молоко из вымени и вовремя закончить машинное доение. Кроме того, мастер машинного доения должен контролировать процесс истечения молока и не допускать передежек доильного аппарата на сосках [4].

Наибольшее распространение получили технологии машинного доения коров: установки с доением в переносные ведра; стационарные доильные установки с доением в молокопровод; доильные залы (типа «Елочка», «Тандем», «Карусель»).

По мнению ряда ученых одной из главных причин заболевания коров маститами является передежка доильных аппаратов на сосках вымени из-за несвоевременного их отключения, что приводит к потере за лактацию от каждой больной коровы до 10-12% годового удоя молока [5, 6].

Отечественные и зарубежные производители доильного оборудования не выпускают аппаратура, которая не в полной мере отвечающие физиологии животных. Некоторые доильные аппараты, хотя и в некоторой мере обладают

адаптивными функциями, но из-за технических и технологических недостатков не нашли широкого применения [7].

Поэтому вопрос разработки доильного аппарата, наиболее полно отвечающими физиологии животных, является в настоящее время весьма актуальным и требует разрешения.

Произведенный анализ технологий машинного доения коров показал, что для эффективного функционирования молочной отрасли с сокращением эксплуатационных затрат и повышением качества выполняемых работ необходимо своевременно производить модернизацию оборудования, которое морально и физически устарело. Повысить технический уровень устаревающего доильного оборудования, снизить технологическое отставание, поднять рентабельность и увеличить производство молока на фермах небольших размеров возможно и является актуальным для ряда хозяйств.

#### Список литературы

1. Механизация и автоматизация животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, А.И. Скляр [и др.]. – Белгород, 2015.
2. Ведищев С.М. Механизация доения коров. – Тамбов : ТГТУ, 2006. – 160 с.
3. Чехунов О.А. Автоматизированное доение коров / О.А. Чехунов, А.В. Асыка // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 5-6.
4. Карташов Л.П. Механизация электрификация и автоматизация животноводства – М. : Колос, 1997. – 368 с.
5. Мартынов Е.А. Адаптивные доильные аппараты // В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XX Международной научно-производственной конференции. 2016. С. 43-44.
6. Яшин, А.В., Польшивный Ю.В., Суменков П.А. Определение интенсивности выдаивания доильным аппаратом со ступенчатыми сосковыми трубками. // Сурский вестник. – 2018. – № 4 (4). – С. 53-58.
7. Скоркин В.К. Стратегия развития механизации и автоматизации при производстве молока // Техника и оборудование для села. 2015. № 2 (18). С. 13-21.



## СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА

**Лобынцев П.А., Саенко Ю.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время применяют различные нетрадиционные виды обработки зерна перед скармливанием животным. Перспективным способом подготовки зерна на корм животным является его предварительное проращивание [1, 2]. Для правильного применения того или иного вида обработки зерна необходимо знать свойства конечного полученного продукта. Поэтому, процессы проращивания зерна изучают специалисты различных областей науки (врачи, зоотехники, агрономы, технологи по переработке сельскохозяйственной продукции и др.).

Продуктивность свиноводства зависит от следующих составляющих: микроклимат животноводческого помещения составляет 20% от общих затрат; приготовление и раздача корма – 60%; генетический потенциал – 20%.

В Белгородской области развито промышленное ведение свиноводства. Животных содержат безвыгульно. При безвыгульном содержании свиней и скармливании им комбикормов в условиях промышленной технологии существенно возрастает потребность в белке, минеральных веществах и витаминах. Дефицит этих веществ приводит к снижению роста молодняка, неправильному развитию, а у взрослых хряков и свиноматок нарушаются воспроизводительные функции, что значительно снижает эффективность производства свинины.

Проращивание зерна до величины ростков и корешков 1,5...2 см обеспечивает увеличение содержания витаминов в 4...6 раз. При этом существенно повышается поедаемость корма и усвояемость питательных веществ.

Такая подготовка зерна к скармливанию актуальна потому, что в прежние годы для профилактики и лечения поросят расходовали огромное количество медикаментов и витаминов, стоимость которых сейчас далеко не всем хозяйствам по карману. В то же время пророщенное зерно, имеющее сладкий вкус, поросята начинают поедать с первых дней жизни, в результате чего животные гораздо меньше болеют, и падеж сводится к минимуму.

Введение в комбикорм для поросят 5, 10, и 15% пророщенного зерна ячменя, вместо натурального, способствует повышению роста и сохранности животных соответственно на 4,3; 8,5; 8,2% и на 3,8; 7,4; 10,7% по сравнению с контрольной группой.

Проращивать зерно нужно ежедневно, но это требует огромных затрат труда. Для этой цели в летнее время зерно ячменя необходимо замочить в ванне или другой емкости в течение суток, затем разместить на току с твердым покрытием в гряды высотой 30-40 см в первые 2 дня и 15-30 см в последующие дни. Длительность получения пророщенного зерна около 5 дней.

Проращивание зерна – трудоемкая операция, требующая соблюдения режимных параметров [3, 4].

Провели анализ технических решений зарубежных и отечественных устройств непрерывного действия для проращивания зерна на витаминный корм животным.

Выяснили, что наиболее перспективные конвейерные устройства для проращивания зерна. При проращивании зерна высокие затраты труда приходится на перемещение массы зерна. Целесообразно применять устройства, в которых загрузка зерна, его последующее перемещение, выгрузка будут осуществляться без использования ручного труда.

Предложили конвейер для проращивания зерна, который отличается от аналогов тем, что зерно загружают непосредственно на транспортер, транспортеры установлены один под другим [5, 6]. Лента транспортера выполнена пластиковой и опирается на металлические вальцы, транспортеры смещены относительно друг друга. Для проращивания зерна используют теплую воду и свет. С целью предотвращения рассыпания зерна при перегрузке с одного ленточного транспортера на другой по краям ленточных транспортеров выполнены направляющие устройства. При выполнении технологической операции транспортеры движутся в противоположных направлениях. В воду можно добавлять питательные вещества, необходимые для проращивания зерна. Над ленточными транспортерами выполнены капельницы для орошения. Капельницы соединены с баком. Для проращивания зерна до величины ростков 1,5-2 см требуется пять суток.

#### Список литературы

1. Походня Г.С. Свиноводство и технология производства свинины: Сборник научных трудов научной школы профессора Г.С. Походни (Специальный выпуск № 2: Использование проращенного зерна в рационах свиней) / Г.С. Походня. – Белгород. – 2009. – 68 с.
2. Бахарев Г.Ф. Исследование процесса суточного проращивания зерна на корм животным / Г.Ф. Бахарев, Л.И. Дролова, Л.Н. Емельянова // Достижение науки и техники. – 2007. № 1. – С. 30-31.
3. Кунце В. Технология солода и пива / Пер. с нем. Г.О. Мит. – Санкт-Петербург : Профессия, 2001. – 153 с.
4. Прищеп Л.Г. Эффективная электрификация защищенного грунта / Л.Г. Прищеп. – М. : Колос, 1980. – 208 с.
5. Пат. 2558219 Российская Федерация С1 А01К5/00 (2006.01) Технологическая линия для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Макаренко А.Н., Ивченко А.Н., Юдин А.И., Федорчук Е.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА имени В.Я. Горина. – № 2014103764/13; заявл. 02.04.2014; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 21. – 11 с.
6. Саенко Ю.В. Технологическая линия для подготовки корма из пророщенного зерна / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 6. – С. 14-16.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ В КОРМ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА

Лукашевич Д.Ю., Саенко Ю.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Промышленное производство отраслей свиноводства и птицеводства основано на безвыгульном содержании свиней и птицы, применении сухого типа кормления и скармливания им комбикормов [1]. Свиньи и птица не получают зеленых кормов [2], к которым их пищеварительные системы приспособились в результате эволюции. Учеными зоотехниками установлено, чтобы в кормах были натуральные витамины, макро- и микроэлементы необходимо в комбикорма добавить пророщенное зерно [3, 4]. Пророщенное зерно можно скармливать в свежем виде, но для этого его необходимо как можно быстрее выдать животным, потому что у пророщенного зерна высокая влажность 54-56% и через 2-2,5 часа оно начинает прокисать. Чтобы продлить срок хранения пророщенного зерна необходимо его сушить и затем добавлять в комбикорм. С целью механизации процесса проращивания и введения в корм пророщенного зерна разработана технологическая линия.

Технологическая линия для проращивания зерна, его обработки и подготовки к скармливанию работает следующим образом [5, 6]. В бункер заливают 0,05% раствор перманганата калия. С целью обеззараживания зерно в бункере с раствором выдерживают 12 часов. Затем зерно из бункера загрузочным шнеком подают в конвейер для проращивания зерна и, с помощью поперечно расположенного горизонтального шнека (на рисунке не показан), распределяют на верхнем ленточном транспортере. Конвейер для проращивания зерна состоит из пяти ленточных транспортеров, расположенных друг над другом. На каждом ленточном транспортере зерно прорастает сутки. В процессе проращивания зерна ленточные транспортеры не движутся. Для достижения влажности зерна 50...56% производят орошение водой. Затем включают привод ленточных транспортеров и перекапывают зерно с верхнего ленточного транспортера на нижний. При помощи ламп облучают зерно, находящееся на ленточных транспортерах 4.

После прораствания зерна, через 4...5 дней, пророщенное зерно с ленточного нижнего транспортера подают в бункер конвейерной сушилки. Агент сушки из топочной, с помощью вентилятора, подают в трубопровод, затем в конвейерную сушилку, где агент сушки забирает влагу из пророщенного зерна и через вытяжной зонт уходит в атмосферу. Вентилятором подают холодный воздух на нижний транспортер конвейерной сушилки, происходит охлаждение высушенного зерна до атмосферной температуры.

Высушенное пророщенное зерно из сушилки подают в бункер дробилки. В дробильной камере происходит процесс дробления зерна. После процесса дробления измельченное зерно, а также неизмельченные зеленые ростки через

шлюзовой затвор подают в аппарат вторичного измельчения. Далее дробленое зерно и измельченные ростки подают в бункер.

Из бункера пророщенное высушенное измельченное зерно спиральным транспортером подают в дозатор. Дозатор подает пророщенное высушенное измельченное зерно в смеситель.

Комбикорм для смешивания подают в бункер. Из бункера, при помощи спирального транспортера, комбикорм поступает в смеситель. В смесителе происходит перемешивание названных выше компонентов и в бункер поступает кормовая смесь из пророщенного зерна и комбикорма. Затем полученную кормовую смесь подают в бункер автомобиля.

Автомобиль транспортирует кормовую смесь к свиноводникам и с помощью шнека выгружает её в бункер. Затем, при помощи спирального транспортера, кормовую смесь подают в бункер-накопитель, а затем под действием сил тяжести кормовая смесь поступает в тросово-шайбовый конвейер, далее в смесители-раздатчики.

Из смесителя-раздатчика кормовая смесь за счет сил тяжести попадает на рассекатель. Затем на рассекателе осуществляется разделение сплошного потока кормовой смеси на однородный кольцевой поток. В кормовую смесь добавляют воду, поступающую из отверстий кольцевого трубопровода. Затем готовый влажный корм под действием сил гравитации попадает в кормушку.

Предложенная технология обеспечит ежедневный выход пророщенного зерна, равномерное распределение пророщенного зерна в комбикорме, хранение полученной кормовой смеси.

#### Список литературы

1. Походня Г.С. Свиноводство и технология производства свинины: Сборник научных трудов научной школы профессора Г.С. Походни (Специальный выпуск № 2: Использование пророщенного зерна в рационах свиней) / Г.С. Походня. – Белгород. – 2009. – 68 с.
2. Парахин Н.В. Кормопроизводство / Н.В. Парахин, И.В. Кобозев, И.В. Горбачев и др. – М. : КолосС, 2006. – 432 с.
3. Баланов П.Е. Технология солода / П.Е. Баланов, И.В. Смотряева. – СПб. : НИУ ИТМО ; ИХиБТ, 2014. – 82 с.
4. Ермолаева Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков / Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. – М. : ИРПО ; «Академия», 2000. – 416 с.
5. Пат. 2558219 Российская Федерация С1 А01К5/00 (2006.01) Технологическая линия для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Макаренко А.Н., Ивченко А.Н., Юдин А.И., Федорчук Е.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА имени В.Я. Горина. – № 2014103764/13; заявл. 02.04.2014; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 21. – 11 с.
6. Саенко Ю.В. Технологическая линия для подготовки корма из пророщенного зерна / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 6. – С. 14-16.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАШИНЫ ДЛЯ СБОРА ФРУКТОВ

Лукашевич Д.Ю., Казаков К.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Плодоводство – это отрасль сельского хозяйства, занимающаяся возделыванием плодовых и ягодных культур для получения съедобных и пригодных для переработки плодов.

Большие объемы производства яблок стали возможны благодаря переходу на промышленное производство. Начало промышленного производства яблок возникло в 19 столетии. Болотов А.Т. – это агроном, который начал систематизировать и описывать особенности различных сортов яблок.

В настоящее время садоводство России развивается, но большинство технологических процессов не автоматизированы и даже не механизированы. На некоторых достаточно энергоемких процессах, таких как сбор урожая механизация заключается только в транспортировке плодов к местам хранения. Вся эта техника нуждается в обновлении, разработке машин нового принципа действия, которые позволят повысить производительность и одновременно снизить травмируемость фруктов [1, 2].

Важно определить продолжительность периода уборки, которая для летних и осенних сортов составляет 4...7 дней, для зимних – 8...15 дней. Без промедления следует убирать сорта яблони с быстро осыпающимися плодами.

Первыми устройствами для механизации съема плодов с деревьев за счет колебания ветвей явились ручные вибраторы с пневматическим и механическим приводом рабочего органа. Они входят в агрегат, состоящий из энергоустановки (компрессор, аккумулятор, двигатель внутреннего сгорания), инструментов для колебания и обрезки ветвей, и из простых, а в последующем и более сложных улавливателей для снятых с дерева плодов. Развитие ручных вибраторов шло по пути создания установленных на штанге (рукоятке) легких, удобных в работе устройств, обеспечивающих высокую полноту съема плодов без повреждения коры ветвей как в месте контакта рабочего органа с ветвью, так и ветвей высших порядков.

С бурным внедрением низкорослых садов ручные вибраторы вновь начинают широко использовать во многих странах. Пневматические вибраторы обычно имеют привод от отдельного компрессора. Захват может быть изготовлен в виде гребенки, расположенной перпендикулярно к оси штанги или вдоль оси штанги, или в виде крюка. Частота колебаний штока равна 20 Гц, ход штока у крюкового вибратора 30 мм, ход гребенки также около 30 мм. Вибратор работает при давлении 1200 кПа. Автономный вибратор приводился в действие от двигателя внутреннего сгорания мощностью 3,68 кВт. Он переносится вручную или же с помощью заплечного ремня [3, 4, 5].

Масса вибратора 13 кг, ход штока 5 см, частота колебаний штока 25 Гц.

Вибратор с гидравлическим приводом потребляет меньше мощности (до 1,47 кВт) и имеет почти в 2 раза меньшую массу.

Ручные вибраторы не могут быть рекомендованы для широкого применения в условиях нашей страны, располагающей большими массивами садов, так как не обеспечивают требуемую производительность на уборке плодов.

Работа машин для уборки плодов и ягод основана на эффекте вибрации. С учетом того, что плоды и растения чувствительны к механическим воздействиям и легко повреждаются, их физико-механические свойства являются определяющими при создании уборочных машин.

Для сохранности плодов и растений с учетом их физико-механических свойств обосновывают допустимые режимы работы вибраторов (амплитуда, частота), габаритные размеры, тип амортизирующего материала и т.д.

Вибрационное воздействие передается дереву с помощью вибратора. При выборе режима его работы необходимо учитывать предельное давление на кору, которое зависит от возраста дерева. Для сливы предельное давление на кору 7...8-летнего дерева равно 400 кПа, а для 20...25-летнего – 7500 кПа.

В результате плоды падают с деревьев на землю или подхватывающее приспособление. При таком способе сбора происходит травмирование ствола дерева, плоды при падении в принимающее устройство взаимодействуют друг с другом и получают механические повреждения [6, 7].

Предлагаем сбор плодов с деревьев осуществлять вакуумной пневматической системой.

#### Список литературы

1. Карпенко А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский. – М. : КолосС. – 2008. – 495 с.
2. Самусь В.А. Система сельскохозяйственных машин и орудий для механизации работ в плодоводстве / В.А. Самусь, А.М. Криворот, В.А. Мычко: РУП «Институт плодоводства». – Минск, 2010. – 40 с.
3. Самощенко Е.Г. Плодоводство: учебник для нач. проф. образования / Е.Г. Самощенко, И.А. Пашкина. – М. : Академия, 2003. – 320 с.
4. Бесаев А.Н. Разработка и обоснование параметров захватывающего устройства стряхивателя плодуборочного комбайна: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Владикавказ, 2002. – 22 с.
5. Диденко Н.Ф. Машины для уборки овощей / Н.Ф. Диденко, В.А. Хвостов, В.П. Медведев. – М. : Машиностроение, 1984. – 317 с.
6. Саенко Ю.В. Сельскохозяйственные машины / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко, [и др.]. – Майский. – Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.
7. Почвообрабатывающие, посевные и уборочные машины / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 415 с.

## ЛИНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ДОБАВОК

**Лукашевич Д.Ю., Казаков К.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Линии приготовления витаминных добавок предназначены для получения белково-витаминно-минеральных добавок (БМВД или БМВК) в условиях сельскохозяйственного предприятия или фермерского хозяйства. Самостоятельное производство данных добавок позволит снизить себестоимость корма и также позволит контролировать качество получаемых добавок и готового комбикорма [1].

Данные добавки готовятся на наполнителе. Им могут быть отруби, измельченный жмых, шрот или измельченное зерно. В наполнителе, объем которого обычно около 80%, смешивается премикс (0,5%-1,5%), и другие компоненты БМВД, в том числе и жидкие.

Данные комплексы могут использоваться для получения сразу готового рассыпного комбикорма там, где необходима высокая однородность смешивания компонентов корма (птицефабрики, рыбхозы и т.д.).

Комплекс состоит из вакуумной дробилки, демпферного бункера-накопителя, который установлен на весах, шнекового конвейера, горизонтального одно- или двухвального смесителя, шнекового конвейера и бункера готовой продукции.

В линии можно установить весовой дозатор для фасовки полученной добавки; электронные весы небольшой грузоподъемности для дозирования премикса и других компонентов; дополнительный шнековый транспортер для подачи компонентов в смеситель минуя дробление.

Принцип работы: Дробилка дробит основной компонент (наполнитель) добавки (жмых, шрот или зерно), засасывая его шлангом из бурта. В случае использования отрубей в качестве наполнителя они могут транспортироваться из бурта также зернодробилкой, или подаваться сразу в смеситель винтовым конвейером. Дробленный наполнитель подается в демпферный бункер. В нем дозируется нужное количество наполнителя. Спиральным транспортером он подается в горизонтальный кормосмеситель. Отдельно в него (вручную или через отдельный шнек) загружается премикс, другие компоненты, в том числе и жидкие. Смешивание компонентов происходит от 1 мин до 6 мин (зависит от модели смесителя). Получается добавка БМВК с качеством смешивания 95-98%. Винтовым шнеком она выгружается в накопительный бункер готовой продукции [2, 3].

Комплексы приготовления добавок КПД могут применяться как самостоятельно, так и в комплексах приготовления рассыпных комбикормов, гранулированных и экструдированных.

Данное оборудование рекомендуется использовать сразу для получения готового комбикорма, когда в составе корма есть сено, солома, масло.

#### Преимущества:

- Пневматическая загрузка сырья;
- Контроль качества полученных добавок и кормов;
- Для работы достаточно 1 человека;
- Компактность;
- Независимость от покупных добавок;
- Качество смешивания 95-98%;
- Возможность использования премикса 0,5%; 1%; и 1,5%.

Выпускаются линии компанией Аграрные Технологии и Машины (АТМ) в Республике Марий Эл г. Йошкар-Ола [4].

#### Список литературы

1. Сельскохозяйственные машины: Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия. Протокол №962 от 14 октября 2021 г. / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 435 с.

2. Патент № 2250799 С1 Российская Федерация, МПК В01F 3/08, В01F 15/02. Смеситель жидкостей: № 2004105898/15: заявл. 27.02.2004: опубл. 27.04.2005 / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников, А.И. Шапошник; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия (Белгородская ГСХА).

3. Experimental research in liquid batcher mixer / A. Kolesnikov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan, et. // Engineering for Rural Development. 20. Sep. «20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2021 – Proceedings». 2021. С. 124-129.

4. Компания Аграрные Технологии и Машины (АТМ) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agrotm.org/>



## РОБОТИЗИРОВАННОЕ УДАЛЕНИЕ СОРНЯКОВ

**Макаренко А.А., Макаренко А.Н.**

НИУ БелГУ, г. Белгород, Россия

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Присутствие сорной растительности при выращивание сельскохозяйственных культур является неизбежным, особенно при использовании «чистых», безгербицидных технологий. При этом на борьбу с сорной растительностью необходимо затрачивать значительные трудовые ресурсы. Очень перспективным представляется применение роботизированных комплексов для распознавания сорняков и их удаления при помощи специальных рабочих органов.

При выращивании сельскохозяйственных культур в открытом или закрытом грунте удаление сорняков становится возможным только путем применения ручного труда, что вызывает необходимость задействовать большие людские ресурсы или обходиться малыми при больших затратах времени.

При выращивании сельскохозяйственных культур по традиционным технологиям необходимо применять или химическую обработку, что исключает понятие «чистые» или проводить междурядные обработки почвы. Проведение междурядных обработок предполагает удаление сорной растительности в междурядьях с помощью различных рабочих органов – стрелчатых лап, односторонних лап и т.д. [1, 2]. При этом сорная растительность, которая находится в самом рядке, т.е. за пределами защитной зоны рабочих органов, максимум может быть присыпана почвой специальными лапами, а это не гарантирует дальнейшего прорастания сорняков и их питания за счет прикорневой зоны культурных растений.

Анализируя современное состояние науки и техники, можно сделать вывод, что имеется вариант полного удаления сорной растительности в рядке при помощи роботизированных комплексов, которые легко адаптируются под выращиваемую сельскохозяйственную культуру, ее высоту произрастания, ширину междурядий [3]. Применение таких комплексов позволяют полностью исключить ручной труд и химические способы.

Современное развитие роботизированных комплексов в отрасли сельского хозяйства, особенно с точки зрения применения, находится на значительно более низком уровне чем в других отраслях народного хозяйства и промышленности, даже если рассматривать отрасль растениеводства в сравнении с животноводством. Связывать это можно, наверное, с особенностями выращивания отдельных сельскохозяйственных культур. Очень сложно заложить правильный алгоритм универсальной машины, которая смогла бы выполнять технологические операции по удалению сорной растительности, например, на посевах сахарной свеклы и на делянках с овощными культурами. Наиболее удобно автоматизировать процесс в закрытом грунте.

На основании таких перспектив кажется целесообразным проведение исследований по разработке и внедрению роботизированных комплексов с различным набором рабочих органов, обеспечивающих распознавание и удаление сорной растительности на посевах и посадках культурных растений [4]. При этом необходимо учитывать, что комплекс должен быть универсальным для использования в различных условиях и иметь обширную базу характерной сорной растительности. При этом нужно отдельно позиционировать два типа машин – для использования в открытом и закрытом грунте.

Проведение исследований в обозначенном направлении является перспективным и востребованным. Такие комплексы полностью исключают применение ручного труда и позволят дополнительно автоматизировать процесс. Наибольшие перспективы просматриваются при выращивании овощей в закрытом грунте или технических культур в полеводстве в совокупности с применением систем точного земледелия.

#### Список литературы

1. Зарубежная сельскохозяйственная техника / К.В. Казаков, А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова [и др.]. – Москва : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 200 с. – ISBN 978-5-905563-70-6.
2. Булавин С.А., Рыжков А.В. Агрегат для биотехнологической обработки почвы // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2007. – № 1. С. 3-5.
3. Абросимов, В.К. Малые интеллектуальные роботы для решения задач точного земледелия: проблемы и решение / В.К. Абросимов, В.В. Елисеев // Робототехника и техническая кибернетика. – № 4 (21). – 2018. – С. 14-18.
4. Иванов, А.Г. Совершенствование технологического процесса прополки сельскохозяйственных культур за счет использования роботизированной прополочной машины для точного земледелия / А.Г. Иванов, Н.С. Воробьева, В.В. Дяшкин-Титов // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2021. – С. 186-191.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА

**Марков В.А., Колесников А.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для того чтобы сельское хозяйство было продуктивной отраслью, необходимо сбалансированное питание животных. Только в условиях хорошего питания и содержания будут проявляться генетически заложенные возможности животного, что напрямую будет отражаться на производительности этих животных. Комбикорма – это основа питания сельскохозяйственных животных [1]. Так как процесс получения животного белка более трудоемкий и затратный. Поэтому для решения данной проблемы производить комбикорм стали из растительных компонентов [2].

В современном мире, благодаря новейшим технологиям, процессу разработки технологии получения комбикормов из растительного сырья проявляется серьезный интерес и уделяется должное внимание. Главная задача любого производства комбикормов, чтобы кормовая база полностью соответствовала потребностям животных во всех необходимых их организму содержанию в кормах питательных веществ и других важных элементов. Обеспечить такое сбалансированное питание могут комбикорма, которые созданы с учетом достижений современной биохимии и физиологии животных.

Современные ученые каждый день стараются модернизировать, упростить и удешевить процесс получения комбикормов. Так большое внимание стали уделять вторичной переработке. Очень часто после производства продуктов питания остается значительное количество отходов. Почему бы не использовать их вторично для получения другого продукта. Такой процесс не только защитит окружающую среду, но и сэкономит средства на производство другого продукта. Так как сырьем для производства нового продукта станут отходы от предыдущего производства. Такая технология вторичного производства получила широкое распространение не только в нашей стране, но и во всем мире.

На территории нашей Белгородской области выращивают много сахарной свеклы для получения из нее пищевого сахара. Отходом данного производства является свекловичный жом. Данный вид отходов очень хорошо отходит для вторичной переработки и получения из него комбикормов для полноценного и сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных [3, 4].

Процесс вторичной переработки является значимой ветвью в сфере производства. Особенно актуальна эта тема при получении продуктов из растений. Возьмем, к примеру, свекловичный жом. Он бывает в двух своих состояниях: в сыром виде и в высушенном. Это продукт уже переработанного продукта – сахара. Следовательно, сырье является практически не затратным при его получении. Так как это, своего рода, отход производства другого продукта. Но очень ценный отход, с большим содержанием микроэлементов, аминокислот и белков, так необходимых для производства сельскохозяйственных кормов.

Для обогащения комбикормов в него добавляют витамины, минералы, микроэлементы и макроэлементы. Кормление животных таким сбалансированным питанием является залогом нормального роста и развития животных в сельском хозяйстве. Комбикорм представляет собой однородную массу, которая уже полностью готова к использованию. Комбикорма выпускают в брикетах, гранулированном или рассыпном виде [5].

В этом процессе производства следует уделить большое внимание и срокам хранения данного продукта. Комбикорм – продукт натуральный, а значит и портится он достаточно быстро. Для того чтобы продлить сроки хранения такого продукта его надо высушить. Такой способ не только безопасный, но еще и полезный, он увеличивает кормовую ценность получаемого продукта. Комбикорм в высушенном состоянии становится более транспортабельным. Получается, процесс сушки не только полезен, но еще и удобен. Важно не упустить и еще один момент в применении процесса сушки комбикорма – это сохранение его вкусовых качеств. Свекловичный жом имеет сладковатый вкус и при перемешивании его с комбикормом, комбикорм приобретает новые вкусовые свойства.

Так как на производство комбикорма из свекловичного жома процесс очень экономичный, такой вид кормления является преобладающим. Им заменяют большую часть овса и ячменя, на производство которых уходит значительно больше ресурсов. Польза от такого питания сохранится, а затраты в разы снизятся. Это значительный плюс в производстве комбикормов из свекловичного жома. Также в последнее время все чаще комбикорма из жома свеклы стали использовать в питании не только крупного рогатого скота, но и других сельскохозяйственных животных. И такое питание с каждым днем только растет в спросе.

#### Список литературы

1. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство определяющий фактор сельского хозяйства России // Вестник ОрелГАУ. 2012. № 1. С. 29-31.
2. Шпаков А.С. Основные направления развития и научное обеспечение полевого кормопроизводства в современных условиях // Кормопроизводство. 2007. № 5. С. 8-11.
3. Безотходная энергосберегающая технология сушки свекловичного жома / С.А. Булавин [и др.] // Белгородский агромир. 2004. № 2 (14). С. 35-37.
4. Experimental research in liquid batcher mixer / A. Kolesnikov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan, K Kazakov // Engineering for Rural Development. 20. Sep. «20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2021 – Proceedings». 2021. С. 124-129.
5. Механизация проращивания зерна для приготовления кормовых смесей / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, К.В. Казаков [и др.]. монография. Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2018. 152 с.

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ

**Маслов А.А., Колесников А.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В качестве сырья для выращивания кормовых дрожжей может служить необездрожженная барда, т.е. барда, в которой присутствуют остатки хлебопекарных дрожжей. В таком сырье происходит дальнейшее культивирование дрожжей со свойствами, не отвечающими требованиям, предъявляемым к пищевым дрожжам, поэтому такие дрожжи используются на корм скоту. Если для сырья выбирают обездрожженную барду, то для культивирования необходимо дополнительное введение специальных засевных дрожжей [1, 2].

Наиболее целесообразно использовать первый способ получения кормовых дрожжей. Согласно этому способу необходимо отделить отработанные спиртовые дрожжи на сепараторе. Для лучшего отделения необходимо предварительно охладить послеспиртовую барду до 30...35°C. При необходимости процесс сепарирования повторяют. Отсепарированный дрожжевой концентрат (дрожжевое молоко) содержит 250...300 г/л дрожжей. Его можно скармливать животным в сыром виде, либо высушивать до определенной влажности добавлять в состав различных комбикормов. Выход сухих кормовых дрожжей влажностью 8...10% составляет около 3 кг из 1 м<sup>3</sup> барды. Однако такая технология не целесообразна. Более выгодно не сепарировать отработанные спиртовые дрожжи из барды, а применять барду в качестве питательной среды для выращивания кормовых дрожжей.

Технологический процесс получения кормовых дрожжей на обездрожженной послеспиртовой барде осуществляется следующим образом. Барду после извлечения спирта охлаждают в теплообменнике до 25...30°C. Затем ее перекачивают в дрожжерастильный чан, куда добавляют фосфорное и азотистое питание. При этом контролируют кислотность среды и при необходимости подкисляют до рН 4,8...5,2 с помощью серной или соляной кислоты. Фосфорное питание осуществляют добавлением веществ, в состав которых входит фосфор, к таким веществам можно отнести диаммонийфосфат, динатрийфосфат, но чаще всего используют ортофосфорную кислоту. Для азотного питания в основном используют серноокислый аммоний. С целью повышения выхода кормовых дрожжей применяют различные стимуляторы роста. В качестве такого средства используют 1%-ный раствор сухой мелассы, которую предварительно разбавляют водой до 30% сухих веществ, затем смешивают с подогретой бардой и при 80...90°C выдерживают 20 мин. Выращивание дрожжей происходит непрерывно. Выращенные дрожжи отбираются с поверхности жидкости, и одновременно происходит подача новых засевных дрожжей в количестве 40...50%. Далее процесс питания и поддержания кислотности повторяется. В качестве засевных

дрожжей используется некоторая часть отобранных уже прокультивированных и отсепарированных дрожжей [3, 4].

Засевные дрожжи культивируются аналогичным способом. Только для таких дрожжей используют питательную среду с повышенными требованиями по стерильности и кислотности. Объемы емкостей для производства таких дрожжей значительно меньше. Для организации собственного производства засевных культур дрожжей необходима специальная лаборатория по разведению дрожжей. Не каждое предприятие может себе это позволить, поэтому большинство производителей кормовых дрожжей прибегают к закупкам таких культур в специализирующих центрах.

Способ выращивания кормовых дрожжей на необездрожженной после-спиртовой барде получил меньшее распространение, потому что подсев дрожжей в дрожжерастильный чан необходимо выполнять только дрожжами чистой культуры. Следовательно, такой способ более затрачен в финансовом смысле. Кроме этого, такой способ более продолжителен по времени, а, следовательно, имеет пониженную производительность. Поэтому лучше выделять дрожжи из необездрожженной барды на сепараторах, а отсепарированную барду применять для культивирования кормовые дрожжи.

Процесс выращивания товарных кормовых дрожжей протекает при температуре 32...34°C и постоянной подачи воздуха 30 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>3</sup> питательной среды. Длительность процесса выращивания дрожжей составляет 8...10 ч без стимуляторов роста и 6...8 ч при введении таких веществ. Дрожжевая суспензия с содержанием 50 г/л дрожжей непрерывно поступает в дезэмульгатор, где происходит процесс гашения пены. Отделение дрожжей из дрожжевой суспензии производят трехэтапной сепарацией. После третьего этапа сепарации концентрация дрожжей составляет 600 г/л, после этого дрожжи направляются на сушку в сушилку. Высушенные дрожжи направляются на линию фасовки. Выход сухих дрожжей из 1 м<sup>3</sup> барды составляет 11...13 кг. Дрожжевой концентрат по пути в сушилку целесообразно облучать ультрафиолетовыми лучами для превращения провитамина эргостерола, содержащегося в дрожжах, в витамин D<sub>2</sub>.

#### Список литературы

1. Мельникова Е.В., Герман Л.С., Захаров З.В., Жарко М.Ю. Использование послеспиртовой барды в качестве сырья для получения высокобелковых кормовых препаратов // Известия МГТУ. 2012. № 2. С. 101-106.
2. Андросов А.Л., Елизаров И.А., Третьяков А.А. Промышленные технологии переработки послеспиртовой барды // Вестник ТГТУ. 2010. № 4. С. 954-963.
3. Колесников А.С. Совершенствование технологической схемы и технологических средств для получения кормовых дрожжей из свекловичного жома // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 1 (5). С. 3-10.
4. Казаков К.В. Получение кормовых дрожжей из свекловичного жома // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2018 года. Том 1. Майский : Белгородский ГАУ, 2018. С. 141-143.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА ПРФ-145

Саенко Ю.В., Никулин Д.Ю.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Продуктивность в животноводстве зависит, прежде всего, от качества кормов. Кормопроизводство является основой для развития животноводческой отрасли. Оно требует максимально эффективного использования природных ресурсов и своевременной, качественной заготовки силоса, сенажа и травяной муки на зиму [1].

Важным условием для производства высококачественного прессованного сена является использование однородной растительной массы и равномерное содержание влаги. В противном случае корм в тюке может нагреваться и в нем может образовываться плесень [2].

Для заготовки сена используют посеvy многолетних и однолетних злаковых, реже бобовых трав в чистом виде, их смеси, а также травостой природных кормовых угодий, скошенные не позднее колошения и начала цветения злаковых, массового цветения бобовых.

До начала уборки трав следует определить технологию заготовки сена и объемы его производства с учетом среднегодового поголовья сухостойных коров и молодняка крупного рогатого скота до 6-месячного возраста, урожая зеленой массы, погодных условий, технической оснащенности хозяйства, удаленности сенокосных участков и других факторов.

Для обеспечения равномерной сушки всех частей растений скорость высухания стеблей должна быть примерно равна скорости потери влаги листьями. Этого можно достичь при сушке растений с расплюснутыми стеблями.

Первое ворошение проводят одновременно со скашиванием или вслед за ним, не дожидаясь подсыхания верхнего слоя травы. Повторное ворошение – после того как зеленая масса провялится. Так, в траве, содержащей в момент скашивания 77% воды, через 17 часов после ворошения остается 32% влаги, а без ворошения – 59%. В сухую и жаркую погоду двукратного ворошения может быть вполне достаточно. Если же травяную массу промочило дождем, то после испарения влаги с поверхности травяного слоя необходимо провести повторное ворошение.

Рекомендуется следующий режим сушки:

1-й день – скашивание и вспушивание;

2-й день – одно ворошение;

3-й день – одно ворошение;

4-й день – одно ворошение, образование валков и уборка при влажности примерно 15%.

Типовой технологический процесс заготовки сена в прессованном виде включает следующие операции: скашивание и провяливание трав, ворошение,

сгребание, подбор трав и прессование в рулоны или тюки, погрузку, транспортировку и складирование рулонов или тюков в хранилищах [3].

Процесс прессования снижает потери листьев примерно в 2,5 раза по сравнению с рыхлым измельченным сеном и улучшает качество корма. Это также сокращает ручной труд при заготовке и использовании сена. Сено прессуется в прямоугольные или цилиндрические тюки, что снижает потери сухого вещества. Для прессования требуется равномерно сухая масса, не содержащая крупных стеблей. Сено прессуется в пресс-подборщики, которые гарантируют плотность рулонов до 200 кг/м<sup>3</sup>. Плотность можно регулировать, и при прессовании сена высокой влажности она должна быть ниже [4].

В ходе работы будет предложен вал с ножами специальной формы которые будут измельчать сухое сено для большей экономии, так как не нужно покупать новую машину для заготовки, а достаточно модернизировать старую, но широко распространенную в небольших хозяйствах. Появиться больше свободного места в складских помещениях, уменьшится затраты на ГСМ и обслуживание техники так как при таких же количествах операций мы заготавливаем больший объем сена, но в меньших размерах [5, 6].

Рулоны с измельченным уборочным материалом на 20% тяжелее, чем рулоны без измельчения. Кроме того, измельчение повышает загруженность транспортного средства, требуется меньше места для хранения корма. Кроме того, рулоны можно только раздать животным, не делая затраты на измельчения для большего усваивания животными.

#### Список литературы

1. Заготовка прессованного сена. Травы в полевых севооборотах. – Текст : электронный // studbooks.net: [сайт]. – URL: [https://studbooks.net/1033322/agropromyshlennost/tehnologiya\\_zagotovki\\_pressovannogo\\_sena](https://studbooks.net/1033322/agropromyshlennost/tehnologiya_zagotovki_pressovannogo_sena) (дата обращения: 17.02.2023).
2. Владимиров Н.И., Черемнякова Л.Н., Луницын В.Г. Кормление сельскохозяйственных животных. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2008. – 211 с.
3. Иванов, В.Л. Основные технологические принципы заготовки травяных кормов / В.Л. Иванов. – Текст : непосредственный // Белорусское сельское хозяйство. – 2014. – № 146.
4. Дария, Харитонова. Под прессом. Основные ошибки при выборе и эксплуатации пресс-подборщиков / Харитонова Дария. – Текст : электронный // АГРО ИНВЕСТОР: [сайт]. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/tech/article/27536/> (дата обращения: 18.02.2023).
5. Саенко Ю.В. Сельскохозяйственные машины / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко, К.В. Казаков, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, Е.А. Мартынов, К.Н. Путиенко, В.Ю. Страхов. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.
6. Саенко Ю.В. Основы механизации сельскохозяйственного производства / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко, К.В. Казаков, А.В. и др. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 420 с.



## **К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКЦИИ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ**

**Нитаев С.А., Борозенцев В.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Молочная продуктивность животных зависит от многочисленных факторов, в том числе и от применяемого доильного оборудования. На линейных доильных установках операторы доения, работая с несколькими доильными аппаратами, в силу различных причин не в состоянии вовремя выполнить действие, при нарушении процесса молоковыведения, способствующие возбуждения рефлекса молокоотдачи.

Исследованиями установлено, что на эффективность доения большее влияние оказывают технологические, чем технические параметры доения [1]. Установлено, что передержка доильных стаканов на долях вымени из-за несвоевременности их снятия является одной из основных предпосылок заболевания вымени коров маститом, что приводит к снижению их молочной продуктивности [2, 3, 4].

Кроме того установлено, что зачастую операторы доения, чтобы исключить «сухое доение», на подготовку вымени к доению затрачивают меньше времени, и тем самым не в полной мере возбуждают полноценный рефлекс молокоотдачи у животных [5, 6].

Нами предлагается разработать доильные аппараты с управляемым режимом доения, в зависимости от интенсивности молокоотдачи, так на наш взгляд, они наиболее полно отвечают требованиям, предъявляемым правилами машинного доения коров, и позволяют реализовать потенциальные возможности коров, что, несомненно, скажется на повышении молочной продуктивности и сохранности здоровья животных [7, 8].

Предлагаемый доильный аппарат содержит двухкамерные доильные стаканы и четырехсекционный коллектор, каждая секция которого соединена со своим доильным стаканом. Каждая секция выполнена в виде поплавковой камеры и камеры управления, отделенной от нее мембраной и сообщенной калиброванным каналом с камерой постоянного вакуума и калиброванным отверстием электроклапана с атмосферой. Снаружи поплавковой камеры расположены два геркона, нижний геркон электрически соединен с электроклапаном и далее с зеленым светодиодом пульта управления. Верхний геркон электрически соединен со своим синим светодиодом пульта управления. Каждый доильный стакан содержит регулятор вакуума для изменения вакуума в межстенных камерах доильных стаканов, в соответствии со значением вакуума в подсосковой камере.

Принцип работы заключается в следующем. Оператор доения включает пульт управления и устанавливают доильные стаканы на вымя животного.

Рассмотрим работу одной секции. В начале доения, из-за отсутствия молока в поплавковой камере, поплавков находится в нижнем положении и его магнит воздействует на нижний геркон, который замыкает электроцепь, напряжение поступает к электроклапану. При этом на пульте управления загорается зеленый светодиод.

Мембрана в результате разности давлений прогибается, уменьшает кольцевую щель и ограничивает поступление разряжения в подсосковые камеры доильных стаканов. В результате чего в подсосковых и межстенных камерах доильных стаканов устанавливается пониженный вакуум – 33 кПа.

С увеличением потока молока свыше 50 мл/мин., поплавков всплывает, магнит не воздействует на нижний геркон, электрическая цепь размыкается и электроклапан закрывает доступ атмосферного воздуха в камеру управления и в ней устанавливается номинальный вакуум – 48 кПа. Мембрана возвращается в исходное положение, кольцевая щель увеличивается и увеличивает поступление разряжения в подсосковые камеры доильных стаканов и доение осуществляется номинальным вакуумом – 48 кПа. При верхнем положении поплавка магнит воздействует на верхний геркон и загорается синий светодиод.

В конце доения при снижении молокоотдачи потока молока до 50 мл/мин. поплавков с магнитом опускается вниз и его магнитное поле воздействует на нижний геркон. Происходит переключение на стимулирующий режим доения и на пульте управления загорается зеленый светодиод. Как только на пульте управления загорится четвертый зеленый светодиод, оператор машинного отключает доильный аппарат от вакуума и снимает доильный аппарат с вымени.

#### Список литературы

1. Соловьев С.А., Карташов Л.П. Исполнительные механизмы системы «человек – машина – животное». Екатеринбург : УрОРАН. 2001. 180 с.
2. Карташов Л.П. Машинное доение коров. – М. : Колос, 1982. – 301 с.
3. Кудрин М.Р. Морфофункциональные свойства вымени коров и их молочная продуктивность // Аграрная Россия. – 2016. – № 4. – С. 12-14.
4. Анисимова Е.И. Оценка морфофункциональных свойств вымени коров симментальской породы разных внутривидовых типов // Вестник Нижегородской сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. – С. 64-68.
5. Петухов Н.А. Оптимальная взаимосвязь элементов технологической системы машинного доения // Инженерно-техническое обеспечение сельскохозяйственного производства : Сб. науч. трудов. Новосибирск. – 1997. – С. 62-71.
6. Анисько П.Е. Физиологическое обоснование переменного режима доения коров / П.Е. Анисько. – Ростов : Изд-во Рост. ун-та, 1974. – 127 с.
7. Патент № 2250605. Доильный аппарат: № 2004110091: заявл. 02.04.2004: опубл. 27.04.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляр, О.В. Ужик, В.И. Борозенцев; заявитель, патентообладатель Белгородский гос. аграр. ун-т. – 14 с.
8. Патент № 2262841. Доильный аппарат: № 2004110092: заявл. 02.04.2004: опубл. 27.10.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляр, О.В. Ужик, В.И. Борозенцев; заявитель, патентообладатель Белгородский гос. Аграр. ун-т. – 15 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА

**Пахомов И.С., Казаков К.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Неизбежным процессом при содержании/выращивании животных внутри помещения является удаление их продуктов жизнедеятельности.

Принято разделять навозоуборочное оборудование, основанное на принципе гидросмыва, самосплавные системы; дельта-скреперные установки, с использованием транспортёра. Все вышеперечисленные системы имеют свои преимущества и недостатки применительно к конкретным условиям, в том числе от помещения, до применяемой технологии.

Проблема удаления навоза в животноводческих хозяйствах стоит на втором месте после кормового обеспечения. Травоядные животные едят непрерывно в силу низкой калорийности растительного корма, вследствие чего роют отходы своей жизнедеятельности без перерыва. Научно подтверждено, что многие экологические системы прошлого существовали только благодаря большому количеству навоза, и погибли с исчезновением травоядных.

Но если для природы большое количество навоза полезно, то в коровнике, конюшне или на свиноферме он является источником инфекций, рассадником паразитов и вредителей. Он одинаково плохо влияет на здоровье, как животных, так и персонала, вызывая множество профессиональных заболеваний.

Благодаря системе навозоудаления в помещении с животными поддерживается благоприятный климат, снижается вероятность заболеваний скота. Кроме того, навоз является хорошим и востребованным на рынке удобрением, которое применяется для увеличения урожая на полях и частных подворьях [1].

Таким образом, применение систем удаления навоза на животноводческих комплексах способствует решению сразу нескольких задач: соблюдение чистоты в помещениях и, следовательно, сохранение здоровья животных; увеличение рентабельности комплекса, благодаря использованию навоза в качестве удобрения; снижение риска загрязнения экскрементами скота подземных вод, рек и озер.

Если представить себе пол коровника, конюшни или свинарника в виде плоской поверхности, то наилучшим способом механического удаления навоза является прохождение вдоль всей плоскости пола от его начала до конца специального отвала – скрепера. Подобно бульдозеру, он сгребает все отходы по направлению своего движения к выходу из помещения в канал, где размещен навозный транспортер, или центральный канал, откуда происходит смыв навоза в бункер. Скреперная установка является результатом реализации подобной идеи, но на этом пути конструкторам пришлось решить множество проблем, благодаря чему современные системы уборки с помощью скреперов имеют такую реализацию [2, 3].

Комби-скрепер представляет собой скреперную установку, предназначенную для уборки навоза крупного рогатого скота в навозных проходах при боксовом и комбибоксовом содержании скота. Рабочий орган комбискрепера предназначен для перемещения навоза по каналу и состоит из ползуна, сварной поперечной планки, поворотных скребков, оснащенных на краю резиновыми роликами, двумя лезвиями, которые при обратном ходе открываются. Скреперная установка может комплектоваться различными видами скребков с регулируемыми, самоцентрирующимися крыльями и металлическими или уретановыми лезвиями, применяемыми в зависимости от типа покрытия пола коровника.

Конструкция комби-скрепера позволяет исключить при работе скрепера мертвых зон и при начале рабочего хода он практически сразу раскрывается и может начинать сгребать навоз. Комби-скреперы более массивные, чем дельта (V-образные) скреперы. Благодаря этому они более качественно очищают проходы [4].

Скребки жестко соединены между собой цепью, проложенной по каналам навозоудаления между рядами стойл в коровнике. Цепь приводится в движение приводной станцией.

К достоинствам комби-скрепера можно отнести следующее:

- установка легко подходит для любого типа пола;
- абсолютная безопасность для коровы, установлена автоматическая остановка в случае контакта с животным;
- установка позволяет исключить при работе скрепера мертвые зоны;
- экономичнее потребляемая мощность комби-скрепера.

#### Список литературы

1. Системы и оборудование для выращивания телят / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.В. Рыжков [и др.]. – Белгород : Издательство Белгородской ГСХА, 2007. – 147 с.
2. Казаков К.В., Колесников А.С. Энергетический источник биогаза // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики и конструирования машин. п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 494-498. EDN: YPHTNJ.
3. Машины и технологии для уборки, переработки и утилизации навоза / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2021. – 401 с.
4. Машины и оборудование в животноводстве: Учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 163 с.

## АЭРАЦИЯ ЗЕРНА В ЗЕРНОСКЛАДАХ

**Переверзев И.В., Чехунов О.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Российская Федерация является одним из крупнейших производителей зерновых культур, доля производства зерна которой составляет более 4% в мировом аграрном секторе, занимая четвертое место по производству основного зерна – пшеницы (более 10%), второе место по ячменю, овсу и ржи. В структуре отечественного рынка зерновых около 65% занимают пшеница и тритикале, около 16% – ячмень, около 10% – зерно кукурузы и 2...3% овса и ржи [1].

Стоимость зерна в течение года – дискретная величина, зависящая от целого ряда фактора, начиная от погодных условий, общей урожайности по стране и заканчивая экспортной ценой, но, как правило, закупочная стоимость зерновых в период уборки значительно ниже, чем в течение оставшегося года, особенно в доуборочный период. С учетом сказанного напрашивается вывод о том, что целесообразно производить продажу урожая не «с комбайна», а в течение года. При этом возникает задача по сохранению убранного урожая, т.е. возникает необходимость в хранении зерна и в доведении его до более высокой категории за счет проведения комплекса первичной обработки.

Специалистам известно, что при хранении зерна возможны потери, достигающие в среднем 2...4% от заложенной массы (в отдельных случаях данный показатель может быть значительно выше) [2]. Одной из основных причин потерь зерна при хранении является повышение температуры в массе, возникающей от ее самосогревания, ввиду протекания естественных процессов жизнедеятельности (дыхании, прорастания и т.д.), что приводит как к потерям массы заложенной на хранения партии, так и к снижению качественных показателей. Таким образом, охлаждение зерна при хранении позволит решить важную народнохозяйственную задачу сохранения убранного урожая. Одним из способов осуществления данной операции выступает охлаждение массы потоком воздуха (аэрацией), поэтому разработка эффективного аэратора зерна является перспективным направлением [3].

Суть операций по предупреждению негативного эффекта от самосогревания сводится к охлаждению очагов с повышенной температурой. При незначительных повышениях температуры (на 1...3°C) в случае своевременного выявления очага самосогревания проводится операция аэрации (вентиляция всего хранилища или выявленного участка). В специализированных зернохранилищах данная операция как правило автоматизирована, для внутрихозяйственных напольных хранилищ проблема аэрации участков зернового бурта, подверженного самосогреванию в полном объеме не решена [4].

Выполнив обзор технологий аэрации зерна при хранении, мы пришли к выводу, что для небольших зернохранилищ внутрихозяйственного и перевалочного назначений использование стационарных систем экономически неце-

лесообразно ввиду высокой стоимости оборудования и затруднения при погрузке-выгрузке хранилищ без использования специализированного оборудования [5].

Предложена схема аэрационной установки, представляющая собой вкручивание в зерновую насыпь разборных аэрационных колон и подачу на них потока воздуха от вентиляционных установок, расположенных с наружной стороны зерносклада. Для регулирования направления потока по высоте колон предусмотрена возможность перекрытия подачи воздуха в определенной части.

#### Список литературы

1. Анализ состояния мирового рынка пшеницы и перспективы России по расширению экспортного потенциала / Д.И. Жилияков, В.Я. Башкатова, Ю.В. Плахутина [и др.] // Экономические науки. 2020. № 183. С. 38-43.
2. Малин Н.И. Технология хранения зерна. – М. : КолосС, 2005. – 280 с.
3. Чехунов О.А., Воронин В.В., Ворохобин А.В. Определение основных конструктивно-режимных параметров молотковой зернодробилки для фуражного зерна // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 2 (30). – С. 45-56.
4. Филатов В.И. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства. – М : Колос, 1999. – 724 с.
5. Винокуров К.В., Никоноров С.Н. Элеваторы, склады, зерносушилки. – Саратов : СГТУ, 2008. – 88 с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОИЛЬНЫХ СТАКАНОВ

**Перепелица А.В., Асыка А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Применяемая на молочно-товарных фермах и комплексах техника для доения коров в последнее время получила широкое развитие в плане автоматизации технологических процессов, однако все еще остаются проблемы, связанные с безопасным воздействием машин на вымя коров [1].

При доении высокоудойных коров доильные аппараты не справляются с потоком молока при пиковой интенсивности молокоотдачи и в результате не работают в своем номинальном режиме. Сосковая резина доильных стаканов вызывает раздражение при контакте с выменем в случае несвоевременного обслуживания доильного оборудования [2].

Кроме того, работа доильного аппарата в независимости от интенсивности молокоотдачи приводит к проникновению вакуумметрического давления во внутренние полости вымени в начале доения и в конце, что приводит к раздражению и увеличению уровня заболеваемости маститами. Поэтому остро стоит вопрос о применении адаптивного доильного оборудования, позволяющего изменять свои режимные параметры в зависимости от потока молока. Произведенный анализ источников литературы позволил выявить ряд недостатков доильных аппаратов, имеющих классические стаканы [3, 4, 5]: доильное оборудование не в полном объеме удовлетворяет физиологии коров. Несвоевременная замена сосковой резины после истечения эксплуатационного срока. Вышеуказанные недостатки ведут к развитию заболеваемости коров маститами, снижению продуктивности в связи с неполным выдаиванием вымени, а также холостому доению по причине напозания доильных стаканов на сосок вымени, обратного оттока молока при сжатии соска ниже нормального уровня. Снижение лактационного периода у коров вызвано регулярным недодоем. Регулярное раздражение сфинктера соска вызвано чрезмерным воздействием сосковой резины. В связи с образованием молоковоздушной смеси в подсосковом пространстве доильного стакана приводит к образованию излишней патогенной микрофлоры под сфинктером соска. Кроме того, заболеваемость увеличивается по причинам отклонения вакуумметрического давления от номинального, перегрузки доильных аппаратов на вымени. Неспособность обеспечивать высокоинтенсивное молокоотведение при доении высокопродуктивных коров приводит к переполнению коллектора (обратный ток молока) или к вспениванию молока и как следствие нарушению режимных параметров работы доильной установки.

По нашему мнению, доильные аппараты с традиционными доильными стаканами и сосковой резиной не в полном объеме удовлетворяют физиологии коров при доении.

Проведенный анализ технических решений по патентной базе и оборудованию, серийно выпускаемому промышленностью, имеют в своей конструкции жесткий корпус с эластичной вставкой (резина). Такие конструкции далеки от совершенства – требуют трудоемкого изготовления, неудобны в применении, не универсальны к коровам с разными сосками.

Путем удаления сосковой резины из конструкции доильного аппарата и использование аппаратов, которые будут менять режимные параметры в зависимости от интенсивности потока молока, позволит исключить вышеуказанные недостатки [6, 7]. Поскольку геометрические размеры сосков отличаются в значительном диапазоне, что вызывает необходимость в применении доильных аппаратов с однокамерными стаканами различных типоразмеров.

Применение однокамерного доильного стакана с управляемым режим доения позволит увеличить молочную продуктивность за счет адаптивного режима доения, увеличить выдоенность и уменьшить заболеваемость коров маститами, за счет исключения негативного влияния сосковой резины на сосок. Данное конструктивное решение позволит отказаться от применения доильных стаканов различных размеров, в зависимости от геометрических размеров сосков, поскольку конструкция позволяет удерживать доильный стакан от сползания.

#### Список литературы

1. Ведищев С.М. Механизация доения коров. – Тамбов : ТГТУ, 2006. – 160 с.
2. Механизация и автоматизация животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, А.И. Скляр [и др.]. – Белгород, 2015. – 76 с.
3. Доильный аппарат с управляемым режимом / О.А. Чехунов, Е.А. Мартынов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. № 3 (19). С. 96-99.
4. Однокамерный доильный стакан / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, Е.А. Мартынов, А.В. Асыка // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 24-25.
5. Асыка А.В. Однокамерный доильный стакан / В сборнике: Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы. Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева. 2020. С. 161-165.
6. Патент на изобретение RU 2151499 С1 Заявка №99107206/13 от 13.04.1999 Переносной манипулятор линейной доильной установки / Пономарев А.Ф., Ужик В.Ф., Борозенцев В.И., Ужик В.И., Ужик О.В.; Дата публикации 27.06.2000. EDN: JVDMDS.
7. Мартынов Е.А. Адаптивные доильные аппараты / В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XX Международной научно-производственной конференции. 2016. С. 43-44.



## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ТРАВЯНЫХ КОРМОВ**

**Пуцько А.И., Остриков В.В.**

УО БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время на рынки стран СНГ экспортируется много различных модификаций граблей-ворошилок. В зависимости от конструкции они имеют различные технические характеристики и технологические показатели. В данной статье будут рассмотрены основные типы граблей-валкователей и их конкурентные преимущества.

Анализ материалов, опубликованных в отечественной и зарубежной научно-технической литературе, показывает, что технологическая операция сгребания высушенной или провяленной массы выполняется с помощью граблей-валкователей ротационного или колесно-пальцевого типа.

Основное преимущество ротационных граблей-валкователей перед колесно-пальцевыми – минимальная чувствительность рабочих органов к засорению и препятствиям в виде камней, плотной растительности, кустарников, что и явилось основанием столь широкого их распространения. Однако, несмотря на это, ротационные грабли-валкователи имеют существенный технологический недостаток – высокие потери листьев и соцветий (особенно при многоукосной системе заготовки кормов) вследствие их интенсивного обивания, что в итоге приводит к снижению энергетической ценности кормов [1].

С целью получения максимально чистого корма ведущими зарубежными компаниями «RESPIRO» (Австрия), «ROC» (Италия), «PLOEGER MACHINES BV» (Нидерланды), «Kuhn» (Франция), «SIP» (Словения), «Oxbo International Corp» (США) и др. разработаны грабли-валкователи ленточного типа [2].

Отличие данных граблей-валкователей от классических роторных или колесно-пальцевых граблей в том, что для подбора скошенной массы они используют горизонтальный подборщик, аналогичный конструкции подборщика на рулонных прессах или зерноуборочных комбайнах. Далее подобранная масса попадает на ленточный транспортер и бережно перемещается в нужном направлении [3].

Несмотря на явные преимущества этих машин их приобретение для многих хозяйств с экономической точки зрения малоэффективно, т.к. стоимость в 2-3 раза выше классических роторных и в 4-5 раза – колесно-пальцевых.

Позднее были разработаны грабли-валкователи гребенчатого типа, принцип работы которых основан на минимальном контакте зубьев с поверхностью почвы.

Исследованиями ведущих фирм-производителей сельскохозяйственных машин установлено, что именно благодаря минимальному контакту зубьев с поверхностью почвы земля и камни не поднимаются и не оседают на валке, что снижает риск повреждения рабочих органов кормоуборочного комбайна или

пресс-подборщика, а также обеспечивает получение более высокого качества корма в сравнении с роторными или колёсно-пальцевыми граблями-валкователями и схожие показатели в сравнении с ленточными валкователями. При этом стоимость граблей-валкователей гребенчатого типа в 2 раза ниже ленточных, что делает их более экономически эффективными.

К преимуществам граблей-валкователей гребенчатого типа перед роторными можно отнести:

– отсутствие дорогостоящих кулачковых редукторов и карданного привода рабочих органов валкователя, что значительно снижает стоимость машины и сокращает энергопотребление на выполнение процесса сгребания в валок;

– обеспечивается вспушивание трав, а, следовательно, более высокая скорость их сушки в валке;

– возможность оборачивания валков и перемещение их на новое место.

Также благодаря особенности конструкции гребенчатых граблей-валкователей их можно устанавливать на переднюю навеску трактора, что даёт возможность использовать данную технику в комбинации с пресс-подборщиками, а значит, увеличить экономию топлива.

Таким образом, учитывая достоинства граблей-валкователей гребенчатого типа перед ротационными и колесно-пальцевыми, приведенный экономический эффект от снижения количества примесей в кормах, становится очевидной актуальность создания и освоения в производстве отечественного аналога, внедрение которого обеспечит повышение качества основных видов кормов.

#### Список литературы

1. Автономов, О.В. Сравнение роторных граблей для заготовки сочных кормов [Электронный ресурс] / О.В. Автономов, Т.И. Горных // Сельскохозяйственные вести. – 2013. – № 2. – Режим доступа : <https://agri-news.ru/zhurnal/2013/22013/sravnenie-rotornyix-grablej-dlya-zagotovki-sochnyix-kormov/>. – Дата доступа : 18.02.2023.

2. Особенности конструкции валкователей известных мировых производителей. Интернет источник // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glavpahar.ru/articles/osobennosti-konstrukcii-valkovateley-izvestnyh-mirovyh-proizvoditeley>. – Дата доступа: 18.02.2023.

3. [Электронный ресурс] // Официальный сайт фирмы «РОС». – Режим доступа: <https://roc.ag/ru/prodotti/andanatori/rt-840>. – Дата доступа: 19.02.2023.

## АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Савельев Е.А., Сахнов А.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Большое народнохозяйственное значение имеют пропашные культуры, которые благодаря свойству уменьшать численность сорных растений и накапливать в пахотном слое запасы доступных питательных веществ, приближаются по эффективности к чистому пару [1]. Пропашные культуры являются источником не только уникальной продукции для питания людей, кормления животных, но и сырья, которое используется в легкой, лакокрасочной, мыловаренной промышленности, в фармакологии, машиностроении и других отраслях. В настоящее время посев пропашных культур осуществляют по индустриальной технологии, как правило, комбинированными агрегатами, проводящими рыхление почвы и борьбу с сорняками, внесение удобрений и гербицидов, выравнивание и прикатывание почвы после посева. Пропашные культуры высевают (высаживают) следующими способами: широкорядным (однострочным или ленточным), квадратно-гнездовым (или прямоугольно гнездовым) и пунктирным. Высевают или высаживают пропашные на ровную поверхность, на гребни (гряды) или в борозды (на гребни – в районах избыточного увлажнения, в борозды – в засушливой зоне с сильными ветрами) [2, 3, 4].

К этим операциям (посеву и посадке) предъявляются следующие дополнительные требования по сравнению с посевом зерновых: более точные и жесткие сроки начала работ, определяемые необходимой температурой почвы на глубине заделки семян или рассады; прямолинейность продольных (а для квадратно-гнездового – и поперечных) рядков – радиус их кривизны должен быть не менее десятикратного значения рабочего захвата посевного агрегата [5].

### Список литературы

1. Пропашные культуры севооборота. [Электронный ресурс] – URL: <https://universityagro.ru/земледелие/пропашные-культуры-севооборота> (дата обращения: 10.02.2023).
2. Фортуна В.И. Технология механизированных сельскохозяйственных работ [Текст] / В.И. Фортуна, С.К. Миронюк. – М: Агропромиздат. 1986, 168 с.
3. Ресурсосбережение при посеве зерновых культур / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, А.П. Захаржевский [и др.]. – Москва-Белгород : Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 200 с. – ISBN 978-5-905563-55-3. – EDN VPPYDB.
4. Field tests of the experimental installation for soil processing / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, ect. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 100. С. 81-86.
5. Пропашные культуры севооборота. [Электронный ресурс] – URL : <https://itbachmidudk6msa.xn-p1ai/agrotechnicheskie-trebovaniya-predyavlyaemye-k-sevu-propashnyx-kultur.html> (дата обращения: 10.02.2023).

**АНАЛИЗ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ СЕЯЛОК ТОЧНОГО ВЫСЕВА****Савельев Е.А., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Весьма важной отличительной особенностью посевных машин служит тип применяемых в них высевающих аппаратов. Все аппараты разделяют на три основных типа по принципу работы: механические, пневматические и пневмомеханические [1].

Механические высевающие аппараты представлены желобчатыми или штифтовыми катушками и устанавливаются на сеялках семейства СЗ (АО «Беллинксельмаш»), Amazone (Германия), JohnDeere (США), Lemken (Германия), Берегиня (ООО «Усть-Лабинский машиностроительный завод»), Horsch (Германия), Unia (Польша) и др [2].

К недостаткам механических высевающих аппаратов можно отнести следующее: - катушечные высевающие аппараты реагируют на уклон местности и вызывают колебания в высеве; - присутствует дробление семенного материала; - неравномерно распределяют семена вдоль рядка. В последнее время на рынке востребованы посевные комплексы, на которых установлены пневмомеханические высевающие аппараты. Основные поставщики посевных комплексов на российский рынок – такие компании, как Amazone, Horsch, JohnDeere, Kverneland, Bourgault и др. У нас посевные комбинации производят АО «Беллинксельмаш» (Пензенская область), «ПК «Агромастер»» (Татарстан), «Агро» (Кемерово), Буденовский машиностроительный завод (Ставропольский край) [3].

Анализ конструктивных особенностей высевающих аппаратов показал, что для посева пропашных культур наиболее перспективными являются пневматические аппараты точного высева. Однако их недостатком является отсутствие конструктивных элементов для захвата семени и её сева пневматическим способом. Модернизация существующих конструкций аппаратов, может улучшить результат их работы и, как следствие, повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

**Список литературы**

1. Анализ конструкций высевающих аппаратов для посева зерновых культур [Электронный ресурс] – URL: <https://www.prodlenka.org/metodicheskie-razrabotki/400680-analiz-konstrukcij-vysevajuschih-apparatov-dl> (дата обращения: 14.02.2023).
2. Hossen M.S., Mussabir A.A., Hossain M.M. – Improvement of the seed metering devices of power tiller operated zero till drill // «Progressing Agriculture». – 2013. – № 24.
3. Способ внесения минеральных удобрений одновременно с посевом семян пропашных культур и устройство для его осуществления / Скурятин Н.Ф., Курсенко П.Р., Сахнов А.В., Алейник С.Н. Патент на изобретение RU 2295847 С2, 27.03.2007. Заявка № 2005109904/12 от 05.04.2005.

**ОБЗОР ПОСЕВНЫХ УСТРОЙСТВ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР****Савельев Е.А.****Научный руководитель – Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Устройства для сева пропашных культур оснащены разнообразными высевальными аппаратами. Устройство для точечного высева семян и устройство для точечного внесения удобрений выполнены в виде дисков одного диаметра, общий привод которых выполнен в виде шестерни. Указанные устройства размещены в одной плоскости между щитами-кронштейнами. Диск для точечного высева семян расположен выше диска для точечного внесения удобрений и имеет в нижней части семянаправитель для образования прорези в стенке борозды выше ее дна. Выходное отверстие дна расположено в плоскости, параллельной плоскости дисков и смещено относительно диска для точечного высева семян назад в сторону, противоположную движению сеялки. Использование рассмотренного способа и конструкции позволит улучшить процесс синхронной подачи семян пропашных культур и порций удобрений [1, 2]. Конструкции могут отличаться по конструктивному исполнению. Известен штучный дозатор [1], посевное устройство [2], устройство для посева [3], пневматический высевальный аппарат [4]. Конструктивным недостатком таких аппаратов является отсутствие возможности захвата семян пневматическим способом через вал высевального устройства. Модернизация существующих конструкций сеялок [5-7] позволит повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Разработка высевального аппарата позволит исключить ряд недостатков, присущих аналогичным конструкциям, и повысить равномерность распределения высеваемого материала, что поможет избежать двойников и пропусков при севе пропашных культур.

**Список литературы**

1. Пат. RU 2295847 С2 Способ внесения минеральных удобрений одновременно с посевом семян пропашных культур и устройство для его осуществления / Скурятин Н.Ф., Курсенко П.Р., Сахнов А.В., Алейник С.Н., 27.03.2007.
2. Пат. RU 2316928 С2 Сеялка пропашных культур Скурятин Н.Ф., Курсенко П.Р., Сахнов А.В., 20.02.2008.
3. Пат. RU117249U1, А01С 7/00 (2006.01) Штучный дозатор / А.В. Сахнов, Ю.В. Саенко, С.В. Стребков, Л.Ю. Сахнова, В.П. Сахнов. – 27.06.2012. Бюл. № 18.
4. Пат. RU116005U1, А01С7/04 (2006.01) Посевное устройство / А.В. Сахнов, С.В. Стребков, Ю.В. Саенко, Л.И. Замельчук. – 20.05.2012. Бюл. № 14.
5. Пат. RU2411710С1, А01С7/04 (2006.01) Устройство для посева / А.В. Сахнов. – 20.02.2011. Бюл. № 5.
6. Пат. RU 2610321 F16D 3/84. Защитный чехол / А.В. Сахнов, С.В. Стребков, Л.Ю. Сахнова ; опубл. 09.02.2017.
7. Пат. RU2124826С1, А01С7/04 (1995.01) Высевальный аппарат пневматической сеялки / С.Д. Буркения, Б.В. Румянцев – 20.01.1999.

## **ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА**

**Савельев Е.А.**

**Научный руководитель – Сахнов А.В.**

**ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия**

Посевная техника для пропашных культур в сельском хозяйстве играет основополагающую роль и выполняет одну из ключевых функций всей отрасли [1-4]. Зерновые сеялки точного высева, по своему исполнению, делятся на механические и пневматические. Наиболее перспективными являются пневматические сеялки точного высева, которые в свою очередь по конструкции высевающего элемента делятся на: дисковые и барабанные. Барабанные высевающие аппараты применяются для высева единичных семян (пунктирный посев), а так же групп семян (гнездовой посев) [1].

Пневматический высевающий аппарат сеялки точного высева предназначен для повышения урожайности за счёт увеличения качества сева пропашных культур. Он выполняет такие конструктивные задачи как снижение травмированности семян и увеличение точности сева. От своих аналогов, таких как СОПГ-4,8 [2], устройство для посева [3-4], отличается тем, что высевающий барабан закреплён на пустотелом валу с возможностью вращения и имеет собственный привод и ограничитель разряжения воздуха, оказываемого на семена.

Высевающий барабан закрыт герметично крышкой, расположенной с возможностью вращения на пустотелом валу и жёстко закреплён с механизмом привода высевающего барабана. Для очистки высевающего барабана от загрязнения и лишних семян, на корпус с возможностью перемещения в различных направлениях (ближе – дальше от барабана и ближе – дальше к ряду семян) закреплены щётки снятия лишних семян.

Разработанный пневматический высевающий аппарат сеялки точного высева за счёт щёток снятия лишних семян не оказывает на семена разрушительного действия, а по средствам ограничителя и особой конструкции высевающего барабана увеличивается точность сева, что на прямую влияет на увеличение качества сева пропашных культур.

### **Список литературы**

1. Зерновые механические и пневматические сеялки [Электронный ресурс]. – URL : <https://tyfermer.ru/zernovye-mehnicheskie-i-pnevmaticheskie-seyalki>. (дата обр. 15.02.23).
2. Устройство овощных сеялок и их основных рабочих органов [Электронный ресурс]. – URL: <https://sejalki.ru/articles/obzor-i-otsenka-konstruktsiy-ovoshnih/ustroystvo-ovoshnih-seyalok-i-ih-osnovnih.html> (дата обращения: 15.02.2023).
3. Пат. RU 2411710 С1, А01С 7/04 (2006.01) Устройство для посева / А.В. Сахнов. – опубл. 20.02.2011. Бюл. № 5.
4. Пат. RU 117249 U1 Штучный дозатор / Сахнов А.В., Саенко Ю.В., Стребков С.В., Сахнова Л.Ю., Сахнов В.П., опубл. 27.06.2012.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР****Савельев Е.А., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Основная задача механизации технологических процессов – создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений, обеспечение их максимальной продуктивности. Современные сеялки для посева зерновых, зернобобовых и других близких к ним культур по принципу работы делятся на сеялки с индивидуальным и централизованным высевом. При индивидуальном высева семена к каждому сошнику дозируются отдельным высевающим аппаратом. При централизованном высева дозирующий аппарат подает семена на всю ширину захвата сеялки или ее часть. На современных сеялках используются пневматические высевающие системы, в которых транспортировка и распределение семян выполняется воздушным потоком [1].

В настоящее время многие модели сеялок, особенно зарубежных производителей, оборудуются электронными системами. Подобные системы позволяют вести контроль над процессом высева, а также управлять рабочими органами. Наиболее перспективным развитием оказались сеялки прямого посева. Сеялки Rapid super фирмы Vaderstad (Швеция-Франция) выполнены по традиционной схеме с механической высевающей системой, Rapid F – с пневматической. Датской фирмой Kongskilde создано семейство универсальных сеялок зерновой MS и зернотуковой MC модификаций. Фирма Amazonen Werke (Германия) широко рекламирует сеялку DMC 601 Primera с пневматической высевающей системой и сошниками наральникового типа. Большую номенклатуру сеялок прямого посева производит фирма John Deere (США) [2-7].

**Список литературы**

1. Верещагин Н.И. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве / Н.И. Верещагин, А.Г. Левшин, А.Н. Скороходов и др. // Характеристика производственных процессов. М. : Изд-во «Академия», 2013.
2. Сеялки зерновые [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vaderstad.com/ru/> (дата обращения: 15.02.2023).
3. Посевная техника [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kongskilde.com/ru/ru-RU/ru-RU/Agriculture/Soil/Seed-Drills> (дата обращения: 15.02.2023).
4. Посевная техника [Электронный ресурс] – URL: <https://amazone.ru> (дата обращения: 15.02.2023).
5. Planters and Planting Equipment [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.deere.com/en/planting-equipment/> (дата обращения: 15.02.2023).
6. Пат. RU 2295847 С2 Способ внесения минеральных удобрений одновременно с посевом семян пропашных культур и устройство для его осуществления / Скурятин Н.Ф., Курсенко П.Р., Сахнов А.В., Алейник С.Н., Заявка № 2005109904/12 от 05.04.2005. опубл. 27.03.2007.
7. Пат. RU 117249 U1 Штучный Дозатор / Сахнов А.В., Саенко Ю.В., Стребков С.В., Сахнова Л.Ю., Сахнов В.П., Заявка № 2012103670/13 от 02.02.2012. опубл. 27.06.2012.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

**Самограй Д.В., Чехунов О.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

В зависимости от способа содержания молочных коров применяют линейные (для доения в стойлах в переносные ведра и молокопровод), стационарные (для доения в доильных залах) и передвижные установки (для доения на выгульных площадках и пастбищах) [1].

Линейные доильные установки без молокопровода осуществляют доение внутри стойлового помещения в переносные ведра при нахождении коров на привязи. Обслуживаемое поголовье – 100...200 коров. Достоинства – возможность индивидуального обслуживания скота; недостатки – невысокая производительность труда; неудобство операторам при обслуживании; значительные затраты времени при переходе от одной коровы к другой и перенос доильных ведер; отсутствие устройств для автоматизации заключительных операций доения [2].

Линейные доильные установки с молокопроводом обеспечивают доение внутри стойлового помещения в смонтированный там же молокопровод при нахождении коров на привязи. Обслуживаемое поголовье – 100...200 коров. Достоинства установок – возможность индивидуального обслуживания скота; недостатки – невысокая производительность труда; неудобство операторам при обслуживании; большие затраты времени при переходе от одной коровы к другой; отсутствие устройств для автоматизации заключительных операций доения [3].

Стационарные доильные установки типа «Параллель» обеспечивают доение внутри доильного зала при нахождении коров в индивидуальных станках. Обслуживаемое поголовье – 600...800 коров. Достоинства – высокая производительность труда, наличие устройств для автоматизации заключительных операций, компактность доильного зала; недостатки – дороговизна оборудования, невозможность индивидуального обслуживания животных [4].

Стационарные доильные установки типа «Тандем» обеспечивают доение внутри специального помещения (в доильном зале) при нахождении коров в групповых станках. Обслуживаемое поголовье – до 400 коров. Достоинства установки – индивидуальное обслуживание скота, высокая производительность труда, наличие устройств автоматизации заключительных операций; недостатки – дороговизна оборудования, относительно низкая производительность (в сравнении с другими типами установок для доильных залов).

Стационарные доильные установки типа «Елочка» обеспечивают доение внутри доильного зала при нахождении коров в индивидуальных станках. Обслуживаемое поголовье – 400...600 коров. Достоинства – высокая производительность труда, наличие устройств для автоматизации заключительных операций; недостатки – дороговизна оборудования; невозможность индивидуального обслуживания животных [5].



Стационарные доильные установки «Карусель» (конвейерного типа) обеспечивают доение в доильном зале при нахождении коров на вращающейся платформе. Обслуживаемое поголовье – 800...1200 гол. Достоинства установок – высокая производительность труда, наличие устройств для автоматизации заключительных операций доения, поточное получение молока; недостатки – дороговизна оборудования; необходимость в выравнивании групп коров по времени доения.

Доильные роботы – автономные доильные установки, при работе которых оператор машинного доения не задействован, а сама установка производит выполнение подготовительных, основных и заключительных операций доения и первичной обработки молока. Достоинства – отсутствие оператора, учет индивидуальных особенностей животных; недостатки – высокая стоимость, необходимость в щелевых полах [6].

#### Список литературы

1. Механизация и технология животноводства / А.Н. Макаренко, С.А. Булавин, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2011. – 116 с.
2. Технология машинного доения и контроль качества молока / И.В. Брило, Н.С. Якович, А.С. Курак [и др.]. – Минск : НПЦ НАН, 2017. – 210 с.
3. Механизация и технология животноводства / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2012. – 67 с.
4. Ведищев С.М. Механизация доения коров. – Тамбов : ТГТУ, 2006. – 160 с.
5. Дашков В.Н. Технология и оборудование для доения коров. – Минск : Учебно-методический центр Минсельхозпрода, 2006. – 174 с.
6. Чехунов О.А. Автоматизированное доение коров / О.А. Чехунов, А.В. Асыка // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 5-6.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Сидельников Е.Г., Слободюк А.П.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Обеспечение конкурентоспособности сельскохозяйственной техники в процессе проектирования требует модернизации проектно-технологических и производственных процессов.

При этом наиболее радикальным средством успешного решения задач модернизации является внедрение интегрированных информационных технологий на базе использования современных средств вычислительной техники (системы автоматизированного проектирования САД и инженерного анализа САЕ) [1, 2].

Традиционно наблюдается четкая дифференциация использования САД/САМ/САЕ систем по стадиям разработки.

Наиболее широко информационные технологии используются на стадии технического проекта, когда выполняется конструкторская проработка и строятся 3D модели в САД системе, а затем проводится анализ в системах САЕ.

Большой эффект, на наш взгляд, дает расширенное применение информационных технологий на более ранних этапах разработки изделия, а именно, начиная со стадии технического предложения и эскизного проектирования с сохранением традиционного использования САД/ САЕ систем на этапе технического проекта [3, 4, 5].

Совместное использование САД системы КОМПАС 3D и САЕ системы АРМ WinMachine, начиная с этапа разработки технического предложения, позволяет [6]:

- с минимальными затратами исследовать различные варианты конструктивных схем;
- исследовать одну и ту же конструктивную схему при различных видах и схемах нагружения;
- проверить обоснованность гипотез и инженерных решений.

При этом в настоящее время активно развивается новое направление применения САД/САЕ систем – экспертная оценка разработанных конструкций и анализ результатов натурных испытаний сельскохозяйственной техники.

Комплексное применение САД/САЕ систем дает существенные преимущества при проектировании [7]:

- обоснованно выбирать оптимальные схемные конструктивные решения;
- вести многовариантное проектирование с использованием сложных геометрических форм;
- в разы сократить общее время работы над проектом;
- резко уменьшить число ошибок в проекте;

- проводить исследования в процессе проектирования и оперативно вносить соответствующие изменения в конструкцию.

#### Список литературы

1. CAD системы: что это такое [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <https://sapr-soft.ru/stati/cad-sistemy?ysclid=led0gyk19c543864859>
2. Системы инженерного анализа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <https://www.tadviser.ru/index.php>
3. Этапы проектирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <https://vols.expert/useful-information/etapy-proektirovaniya/?ysclid=led0mbbplo997368540>
4. Ульянов А.В., Водолазская Н.В. Разработка методики моделирования процесса проектирования деталей машин // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2020. С. 39.
5. Ульянов А.В., Водолазская Н.В. О моделировании процесса проектирования деталей машин // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2021. С. 31.
6. Слободюк А.П., Бережная И.Ш., Водолазская Н.В. Компьютерное проектирование: учебное пособие для выполнения лабораторных работ для студентов направления 35.03.06 – Агроинженерия. – Белгород, 2022. 120 с.
7. Бережная, И.Ш., Масловская А.Н. Использование компьютерной графики при подготовке агроинженеров // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. С. 67-68.

## КУЛЬТИВАТОР ПОЛОСОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Слетин А.П., Рыжков А.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Из различных культур в севообороте технические культуры, особенно те, которые имеют хорошо развитые стержневые корни – рапс, сахарная свекла и кукуруза – требуют большого внимания. На плохую подготовку почвы и неправильное обращение с предшественником они реагируют очень чувствительно со значительными колебаниями урожайности. Учитывая их особенности, наряду с потребностью в экономии энергоресурсов и сохранением целостности окружающей среды в аграрном производстве все большее значение приобретают альтернативные технологии хозяйствования, одно из ведущих мест среди которых принадлежит технологии Strip-Till (полосовая обработка почвы). Эту технологию уже достаточно широко используют во многих странах Европы и в целом во всем мире, что связано со многими преимуществами, необходимыми в определенных условиях производства [1].

Strip-Till представляет собой специальную технологию обработки почвы для выращивания строчных культур, для которой, в отличие от общераспространенных технологий, почва обрабатывается только полосами в рядах сева. Цель - создать пространство для оптимального прорастания корня растений благодаря целенаправленному разрыхлению именно в месте роста корневой системы и убрать пожнивные остатки с поверхности над рядком, оставляя при этом междурядья, защищённые соломой [2].

Использование полосовой обработки гарантированно обеспечивает образование более длинной и разветвленной корневой системы культур. Увеличение общего объема корней составляет 20-40%, по сравнению с традиционной технологией. Это улучшает доступ растений к почвенной влаге и питательным веществам. Более мощная корневая система, при такой обработке, позволяет растению охватывать больше плодородного горизонта [3, 4].

Урожайность культур при Strip-till возрастает за счет большего накопления почвенной влаги и соответственно заметного снижения зависимости урожайности культур от засушливых погодных условий. Техника, используемая в технологии Strip-Till, имеет ряд важных особенностей. Прежде всего, через довольно большую нагрузку при работе с рыхлением рядков на глубину до 20-25 см и даже больше рама агрегатов должна быть прочной и иметь характерную параллелограммную конструкцию [1]. Это будет помогать ей лучше выдерживать большие нагрузки, особенно на тяжелых почвах. Мы предлагаем секцию агрегата для полосовой обработки почвы. В конструкции агрегата предусмотрены рабочие органы, которые разрезают почву (плоский вырезной диск), убирают с места формирования рядка пожнивные остатки (два плоских вырезных диска, установленных с углом наклона и атаки в направлении от центра рядка), проводят глубокое рыхление (стойка с долотом), формируют рядок (два сферических

вырезных диска, установленных с углом атаки в направлении центра рядка) и дообработывают поверхность (планчатый каток с вогнутыми планками) [5, 6].

Данная технология имеет хорошие перспективы для применения в хозяйствах нашего региона. Исходя из опыта Европейских, Североамериканских стран и России, можно отметить целый ряд преимуществ технологии Strip-Till: полосное рыхление позволяет получать сравнимые или более высокие урожаи, чем при традиционной обработке, но при этом затраты рабочего времени и количество рабочих операций сокращаются.

#### Список литературы

1. Агротехнические особенности использования Strip-till- технологии в растениеводстве (рекомендации производству) / Х.М. Сафин, Р.С. Фахрисламов, Л.С. Шварц [и др.]. – Уфа, Мир печати, 2017. – 44 с.
2. Культиватор для полосовой обработки почвы с прикатывающим катком / Р.И. Аминов, И.М. Фархутдинов, А.М. Мухаметдинов [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 5-6. – С. 16-17.
3. Патент № 2352095 С1 Российская Федерация, МПК А01С 23/02. Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких органических удобрений: № 2007137408/12: заявл. 09.10.2007: опубл. 20.04.2009 / В.М. Рязанов, С.А. Булавин, В.С. Быков [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Белгородская ГСХА.
4. Field tests of the experimental installation for soil processing / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, ect. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 100. С. 81-86.
5. Булавин С.А. Агрегат для биотехнологической обработки почвы / С.А. Булавин, А.В. Рыжков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 1. – С. 3-5.
6. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие для направления подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.

## СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СКАРМЛИВАНИЮ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА

Стрельцов П.Д., Саенко Ю.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время развито свиноводство на промышленной основе с безвыгульным содержанием свиней при скармливании комбикормов [1, 2].

При промышленной технологии выращивания свиней значительно увеличивается потребность в макро-, микроэлементах и витаминах.

Повышение витаминной ценности кормов возможно за счет добавления витаминной травяной муки. Однако, в условиях высокой стоимости энергоресурсов производством витаминной травяной муки хозяйства практически не занимаются. В связи с этим, одним из простых и доступных способов повышения витаминной полноценности рационов животных может быть скармливание пророщенного зерна ячменя.

Пророщенное зерно является диетическим кормом, так как в нем увеличивается содержание протеинов, незаменимых аминокислот, макро- и микроэлементов по сравнению с исходным.

Одним из дешевых способов обогащения комбикорма естественными витаминами является добавление пророщенного зерна в комбикорм. При выдаче пророщенного зерна отдельно от комбикорма более сильные животные будут поедать большую часть, а слабые – будут получать меньше рассчитанной нормы. Чтобы все животные, находящиеся в боксе, получали массу пророщенного зерна, прямо пропорционально съеденному корму, необходимо в комбикорм добавить пророщенное зерно и получить, таким образом, кормовую смесь.

Наиболее распространенный способ при подготовке зерновых кормов к скармливанию – измельчение. Измельчение зерна может производиться дроблением (ударом) и плющением (деформацией чистого сжатия). Измельченное зерно лучше разжевывается животными, в результате существенно возрастает площадь взаимодействия измельченного зерна с пищеварительными соками желудочно-кишечного тракта.

Для измельчения зерна применяют дробилки и плющилки. Плющилки из зерна получают хлопья толщиной 0,5-1 мм, а дробилки осуществляют разделение зерна на части. Конечным продуктом после измельчения зерна являются частицы размером от нескольких десятых, до нескольких миллиметров. Для получения комбикорма и кормовых добавок применяют дробилки. Они отличаются разнообразием конструкций, но в их основе находится дробильная камера с молотками, а также дека и решето [3, 4].

Конечный размер измельченных частиц зерна устанавливают с учетом вида животных или птицы и зависит от размера отверстий решета. Устанавливая решето с различным диаметром отверстий, регулируем необходимый размер частиц. С учетом влажности массы, прочности, пропускная способность и энер-

гоемкость дробилок колеблется в широких диапазонах. Работу измельчителей считают удовлетворительной, если обеспечивается установленный конечный размер частиц.

Технологический процесс дробилки состоит из следующих технологических операций: накопление зерна в бункере, подача зерна в камеру измельчения, измельчение зерна молотками, извлечение зерна из дробильной камеры.

Дробилки подключаются к линии подачи материала и монтируются в поточных технологических линиях приготовления кормов. Для обеспечения непрерывности процесса приготовления корма дробилки соединяют в общую схему подачи материала и отвода продукта путем аспирации.

Дробилки, применяемые на животноводческих комплексах как автономные установки, имеют систему трубопроводов, циклоны-разделители и фильтры-пылеуловители, которые совместно составляют замкнутую пневматическую систему. Применение таких систем позволяет уменьшить содержание пыли в помещении, снижает вероятность взрыва и, в целом, улучшает условия труда в кормоприготовительных помещениях.

Пророщенное зерно является неоднородной структурой, оно состоит из самого зерна и ростка, то есть представляет собой неоднородную массу [5, 6].

Средства механизации для измельчения пророщенного зерна должны иметь два типа рабочих органов: рабочие органы ударного действия и режущего действия.

#### Список литературы

1. Пономарев, А.Ф. Свиноводство и технология производства свинины [Текст] / А.Ф. Пономарев, Г.С. Походня, Г.В. Ескин. – Белгород : Крестьянское дело. – 2001. – 492 с.
2. Шейко, И.П. Свиноводство / И.П. Шейко, В.С. Смирнов. – Мн. : Новое знание, 2005. – 384 с.
3. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Л. : Колос, 1978. – 560 с.
4. Труфанов, В.В. Исследование влияния конструктивных и технологических параметров на процесс измельчения в измельчителе ударно-центробежного типа / В.В. Труфанов, В.М. Опрышко, Р.А. Дружинин // Вестник Мичуринского филиала Российского университета кооперации. – Мичуринск : 2011. – С. 62-67.
5. Пат. 2558219 Российская Федерация С1 А01К5/00 (2006.01) Технологическая линия для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Макаренко А.Н., Ивченко А.Н., Юдин А.И., Федорчук Е.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА имени В.Я. Горина. – № 2014103764/13; заявл. 02.04.2014; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 21. – 11 с.
6. Вендин С.В. Измельчение пророщенного зерна для приготовления кормовых смесей / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко. – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2017. – 137 с.

## ОЗОНАТОР-ТРАНСПОРТИРОВЩИК ЗЕРНА

**Стрельцов П.Д., Мартынов Е.А.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Методы ведения сельского хозяйства постоянно совершенствуются. На современном этапе развития агропромышленного комплекса на первый план выходят экологически чистые технологии, в которых применение ядохимикатов сведено до минимума или вовсе исключено. Одним из направлений, позволяющих произвести дезинфекцию, стерилизацию, дезодорацию, санацию материала или помещения, является процесс озонирования. Газ озон, представляющий собой аллотропную модификацию кислорода, широко применяется в сельском хозяйстве. Основными преимуществами озонирования являются: хорошая растворимость в воде, отсутствие токсинов в обрабатываемом материале, мощные окислительные свойства газа, бактерицидные и фунгицидные функции, уничтожение большинства вирусов, бактерий, грибов, восстановление чистоты воздуха. В сельском хозяйстве озон имеет хорошие перспективы, поскольку его применение позволит значительно сократить использование стимуляторов роста, пестицидов, антибиотиков и прочих химических препаратов, зачастую вредных для человека.

Практическое применение озона как стерилизующего средства началось с очистки воздуха складских помещений. Данный способ заключался в насыщении воздуха определенным количеством озона, достаточным чтобы уничтожить основные виды патогенных микроорганизмов. Однако, при этом озон расходовался в очень большом количестве, причиной этому были высокая влажность стен хранилищ и упаковочного материала, что соответствовало требованиям, предъявляемым к хранению.

Эти причины повлекли за собой необходимость разработки более совершенного метода распределения озонированного воздуха в помещении хранилища, вследствие чего возникла необходимость создания озонатора, гарантирующего равномерное поддержание вырабатываемой концентрации озона во всей массе воздуха. В противном случае, взаимодействие озона с хранимыми продуктами может и не произойти. Требуемый эффект может быть достигнут посредством сильного движения воздуха (вентиляции), в свою очередь, помещение не должно быть слишком герметичным.

Состояние равновесия можно достичь даже в относительно закрытом месте. Однако после прекращения подачи озона, его разложение продолжается. Озон расходуется на десорбцию окружающей средой, поэтому довольно скоро наступает его истощение.

При статическом расположении зерна (насыпью) распределение озона будет неравномерным, т.е. ближе к подающей трубе концентрация озона будет выше, с увеличением расстояния концентрация, а, следовательно, и степень обработки, будет снижаться.



Предлагаем осуществлять озонирование зерна, которое будет находиться во взвешенном состоянии.

#### Список литературы

1. Баскаков И.В. Совершенствование технологии послеуборочной обработки и хранения зернового материала дис. доктор с/х наук 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства, Воронеж, 2019. – 339 с.
2. Озонирование зерна при транспортировке бункерного вороха / И.В. Баскаков [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Вып. 2 (61). – С. 67-75.
3. Троцкая Т.П. Применение озонных технологий в народном хозяйстве / Т.П. Троцкая, А.Р. Генселевич // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве, 2016. – С. 263-268.
4. Авдеева В.Н. Озонирование – экологический способ обеззараживания зерносмесей / В.Н. Авдеева, Ю.А. Безгина, С.И. Любая / Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2015. – № 3 (29). – С. 23-29.
5. Сигачёва М.А. Влияние предпосевного озонирования семян на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в Кузнецкой лесостепи [Текст] / М.А. Сигачёва: дис. ... канд. с.-х. наук: специальность 06.01.01: Красноярск. 2015. – 152 с.
6. Шиманович С.Л. Экологически безопасные озонные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности / С.Л. Шиманович, О.В. Шиманович, В.М. Красницкий, А.М. Людчик // ВЕСЦІ НАЦЫЯНАЛЬНОЙ АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ, № 3, 2006. С. 117-123.

## ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ СУШИЛКИ ДЛЯ КОМБИКОРМОВ

Тимохин М.Г., Колесников А.С.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Обычно промышленная сушилка представляет собой специализированную конструкцию, использующую для высушивания сырья законы термодинамики, которая создает среду, обладающую свойствами теплоносителя с целью отвода или подвода тепла, и высушивания, таким образом, обрабатываемого сырья. За годы существования оборудование для сушки было совершенствовано множество раз, и на сегодня этот процесс не остановлен. Современные конструкции очень разнообразны. Применение конкретных схем и отдельно взятых узлов определяется геометрией, химическими и физическими свойствами высушиваемого сырья, типом сушильного агента, режимами работы. Наиболее широко распространенными являются типовые конструкции сушильных установок: атмосферные; коридорные; барабанные; камерные; вакуумные; вакуумно-импульсные [1]. Наиболее перспективными на наш взгляд являются сушилки кипящего слоя.

Сушилки с кипящим (псевдосжиженным) слоем являются одним из прогрессивных типов аппарата для сушки. Процесс в кипящем слое позволяет значительно увеличить поверхность контакта между частицами материала и сушильным агентом, интенсифицировать испарение влаги из материала и сократить (до нескольких минут) продолжительность сушки. Сушилки с кипящим слоем успешно применяются в химической промышленности не только для сушки сильносыпучих зернистых материалов (минеральных и органических солей), но и материалов, подверженных коксованию (сульфата аммония, поливинилхлорида, полиэтилена и некоторых других полимеров) [2]. Простота и высокая эффективность аппаратов с кипящим слоем обеспечили их широкое применение для проведения многих гетерогенных процессов: между твердым телом и газом: обжига, каталитических процессов, газификации топлива, сушки и др. Применение аппаратов с кипящим слоем позволило во многих случаях отказаться от дорогих, сложных и громоздких аппаратов: полочных гребковых печей, вращающихся барабанов, многочисленных аппаратов с неподвижным слоем. Применяют аппараты с кипящим слоем с провальной и беспровальной решеткой. Чаще используют провальные решетки, т.к. они обладают существенным достоинством – они автоматически выводят из зернистого материала слишком крупные, спекшиеся или слипшиеся куски, которые проваливаются в бункер под решетку. Эти куски не способны к псевдосжижению при выбранной скорости потока газа, могли бы засорить беспровальную решетку. Поэтому во многих аппаратах устанавливают две решетки: в форкамере под разгрузочной точкой помещают небольшую провальную решетку, исполняющую службу сепаратора крупных кусков, а остальной под выполняют в виде беспровальной решетки с грибками. В печах на провальную решетку форкамеры подают уве-

личное количество воздуха с таким расчетом, чтобы скорость его, отнесенная к сечению провальной решетки, была в 1,5-2 раза больше, чем в сечении беспровальной решетки. Этим удастся предотвратить спекание материала при подаче его в печь и улучшить распределение материала по всему поду. Этим аппаратам свойственны и некоторые недостатки: большой унос мелких фракций; большие размеры и высокая стоимость пылеулавливающих устройств; необходимость в некоторых случаях дополнительного измельчения и подготовки кусковых материалов. Надо также учитывать, что частицы в слое, перемещаясь, сильно истирают соприкасающиеся с ними части аппарата и сами истираются [3, 4]. Наблюдаемая при этом значительная неравномерность сушки, обусловленная тем, что при интенсивном перемешивании в слое время пребывания отдельных частиц существенно отличается от его средней величины, может быть устранена путем секционирования сплошного кипящего слоя, например в сушилках кипящего слоя с секционирующими вертикальными перегородками. Кроме этого, для большинства влажных материалов инерция поля массосодержания значительно превышает инерцию температурного поля, поэтому длительное пребывание частиц в сушильном объеме при высокой температуре теплоносителя вызывает перегрев термочувствительных материалов и ухудшение качества продукта [5, 6].

#### Список литературы

1. Промышленная сушка сырья для АПК – обзор технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://spark.ru/startup/yavadzhra>, свободный. – (дата обращения: 20.02.2023).
2. Коношин И.В., Волженцев А.В., Башкирев А.П. Оптимальные параметры сушилки кипящего слоя // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 8. С. 211-214.
3. Булавин С.А., Казаков К.В., Колесников А.С. Безотходная энергосберегающая технология сушки и переработки свекловичного жома // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2009. № 4. С. 38-41.
4. Булавин С.А., Казаков К.В., Билько В.В., Колесников А.С. Новое в технологии сушки свекловичного жома // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2005. № 1. С. 17.
5. Сушильная установка: пат. 2238492 Рос. Федерация. № 2003114539/06 / С.А. Булавин, К.В. Казаков, В.В. Билько; заявл. 15.05.2003; опубл. 20.10.2004, Бюл. № 29. 8 с.
6. Энергосберегающая технология сушки жома / А.Ф. Пономарев, С.А. Булавин, В.Н. Любин, К.В. Казаков // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: Материалы IV Международной научно-производственной конференции, Белгород, 23–26 мая 2000 года. – Белгород : БелГСХА, 2000. – С. 229-230.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРАБАННЫХ И ШНЕКОВЫХ ДОЗАТОРОВ В КОНСТРУКЦИЯХ КОРМОРАЗДАТЧИКОВ ВЛАЖНОГО КОРМА**

**Трофимов Р.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Раздача корма – это один из наиболее трудоемких процессов в отрасли животноводства, и этим обусловлена острая необходимость его механизации и автоматизации с использованием кормораздатчиков. Для кормления свиней с точки зрения зоотехников целесообразнее использовать влажный корм. Для того чтобы исключить закисание корма в рабочих органах кормораздатчика есть возможность увлажнения корма в потоке. Один из важнейших элементов кормораздатчика – это дозатор. Способ дозирования разделяет дозаторы на объемные и массовые. На данный момент область практического применения первых шире, встретить их можно чаще, несмотря на то что массовые гарантируют значительно большую точность дозирования. Рассматриваемый спрос оправдан высоким эксплуатационным ресурсом и простотой в конструкции и обслуживании объемных дозаторов. Исполнения рабочих органов могут быть: барабанные, шнековые, гравитационные, ленточные, скребковые, вибрационные, плунжерные, секторные, грейдерные, штифтовые и платформенные [1, 2].

Из раздатчиков влажных кормов наиболее известны кормораздатчики с барабанными и шнековыми дозаторами. Барабанные дозаторы нашли применение благодаря регулированию нормы выдачи, возможности изменения объема в рабочем органе. Отличительной особенностью таких дозаторов является возможность установки в ячейках различных элементов со своим приводом. Они работают при дозировании сухих рассыпных кормосмесей и влажных мешанок, могут работать в порционном или непрерывном режимах.

При вращении ротора барабанного дозатора с подвижными элементами подвижный элемент, установленный в ячейке, перемещается на заданное расстояние, определяемое его приводом. Заполнение ячейки кормом облегчается благодаря эффекту всасывания при перемещении подвижного элемента. Таким способом можно оперативно менять дозу корма в каждой ячейке и производительность кормораздатчика. Нужная доза фиксируется на указателе объема ручкой или исполнительным механизмом. В зоне выгрузного окна подвижный элемент перемещается к окну. Происходит полное опорожнение ячейки от корма как под действием сил гравитации, так и за счет выталкивания подвижным элементом [3].

При вращении ротора барабанного дозатора с подвижными лопатками ячейка подходит к загрузочному окну, лопатка перемещается к оси барабана, образуя максимальный объем ячейки, и заполняется кормом. При дальнейшем вращении ротора ролики привода лопаток накатываются на кулачки, которые двигаются вместе с осью при повороте рамки на заданный угол. В результате лопатка перемещается к загрузочному окну, образуя заданный объем ячейки.

Выгружается корм из ячеек лопатками при подходе их к выгрузному окну в результате накатывания роликов на копир [4].

Многие прицепные раздатчики кормов, а также раздатчики ограниченной мобильности оборудованы шнековыми дозаторами. За рубежом более 90% стационарных кормораздатчиков оборудованы шнековым рабочим органом, что обусловлено непрерывностью подачи, надежностью выполнения технологической операции, высокими качествами, характеризующими шнековый рабочий орган: универсальностью (возможностью работы на разных по виду кормах); герметичностью конструкции; низким шумом при работе; высокой регулировочной возможностью; возможностью автоматизации. Общим недостатком шнековых дозаторов является высокая неравномерность дозирования ( $\pm 15\%$ ), обусловленная нарушением заполнения межвиткового пространства рабочего органа в зоне загрузочного окна. Однако, есть способы уменьшить неравномерность дозирования.

У шнекового дозатора с управляемой захватывающей способностью расстояние между витками на протяжении шнека, согласно конструкции, изменяется. Есть зона подпитки с постоянным равным минимальному шагом навивки шнека. Зона подпитки занимает часть области загрузки и расположена рядом с подшипником вала шнека. Зона подпитки обеспечивает свободное истечение материала из бункера в кожух при любом положении ограничивающей заслонки за счет увеличенного сечения загрузочного окна.

Шнековый дозатор может выполняться с активным каналом обратного хода. При данном исполнении корм поступает на загрузочную часть шнека, затем транспортируется к зоне выгрузки и часть корма, заданная с помощью заслонки, регулирующей плоскость выгрузного окна, выдается в кормушку.

Таким образом, шнековый и барабанный дозаторы могут рассматриваться в качестве вариантов оснащения разрабатываемых конструкций кормораздатчиков с непрерывным увлажнением комбикорма в потоке и подходят для проведения исследований.

#### Список литературы

1. Трофимов Р.В. Пути развития средств механизации раздачи корма свиньям на животноводческих комплексах // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке – Майский : Белгородский ГАУ, 2023. – С. 156-159.
2. Experimental research in liquid batcher mixer / A. Kolesnikov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan, K Kazakov // Engineering for Rural Development. 20. Сер. «20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2021 – Proceedings» 2021. С. 124-129.
3. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : Белгородский, 2014. – 194 с.
4. Милуков Н.О., Ведищев С.М. Обзор барабанных дозаторов кормов [Раздача кормов свиньям] // Инженер. обеспечение инновац. технологий в АПК / Мичур. гос. аграр. ун-т.- Мичуринск, 2014. – С. 128-132.

## **ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Ульянцев А.В., Водолазская Н.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

### **Введение.**

В процессе исследования реальных технических систем одной из основных проблем, с которой приходится сталкиваться, является проблема повышения качества [1, 2]. Указанная проблема стоит остро не только при изготовлении, но и при ее обслуживании в процессе эксплуатации [3]. При этом приобретают особую актуальность вопросы качественной сборки узлов при ремонтах таких систем и различных соединений, в том числе резьбовых [4, 5].

Продукция сельскохозяйственного машиностроения, например, почвообрабатывающая техника, используется в условиях агрессивной среды. А это предъявляет определенные требования к повышению долговечности т. к. внезапная поломка может привести не только к потере работоспособности техники, но и сопутствующим убыткам [6].

Следовательно, рассмотрение вопросов, связанных с обслуживанием технических систем сельскохозяйственного назначения является актуальной задачей.

### **Цель работы.**

Целью работы является подготовка информации для последующего анализа свойств технической системы, выделение главных элементов (подсистем) и выявление путей развития и ее совершенствования на примере почвообрабатывающих машин.

### **Материалы и методы.**

Для достижения поставленной цели были использованы методы статического анализа материала, полученного из литературных источников, относящихся к данному вопросу.

### **Результаты исследований и их обсуждение.**

При производстве сельскохозяйственной продукции значительная доля затрат приходится на основную обработку почвы. Удельный вес этих затрат в структуре себестоимости отдельных культур составляет 30-50% [7]. Для проведения основной обработки почвы наряду с лемешно-отвальными плугами широко применяют плоскорезные глубокорыхлители, а также чизельные культиваторы и плуги. Основная задача чизельной культивации – рыхление почвы, подрезание сорных растений, улучшение водно-воздушного режима и т.п. Ширина обрабатываемой почвы у чизельных плугов зависит от их модели и обычно составляет 2...6 м. Глубина обработки почвы может достигать 45 см. Корпус плуга имеет срезные болты, что защищает его от дополнительной нагрузки. Конструкция стоек позволяет обрабатывать почву разного состава.

Эксплуатационная надежность плуга напрямую зависит от качества материалов, из которых изготавливаются его детали. Современные машины изго-

тавливаются из металлов и сплавов самых разнообразных марок, физические и механические свойства которых изучены достаточно полно. Вместе тем, наряду с традиционными методами и материалами могут быть рекомендованы эффективные методы упрочнения [8, 9], повышающие прочность или износостойкость материалов, а в целом приводящие к повышению надежности сельскохозяйственной техники.

### **Заключение.**

Решение проблемы поддержания эксплуатационной надежности технических систем сельскохозяйственного назначения предполагает ее должное научное обеспечение, рекомендации по применению наиболее эффективных материалов и оборудования, а также различные способы защиты от коррозии.

### **Список литературы**

1. Захарьин А.Д., Жиляков Д.И. Система ключевых показателей эффективности: плюсы и минусы // Проблемы развития современного общества: сб. научн. статей Юго-Западный гос. ун-та. 2019. С. 94-97.
2. Минасян А.Г., Водолазская Н.В. Теоретические основы подтверждения качества: Белгородский ГАУ, 2021. 190 с.
3. Обеспечение надежности машин в процессе производства, эксплуатации и ремонта / А.В. Захарин, Р.В. Павлюк, Е.В. Зубенко и др. // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. – Белгород, 2018. – С. 239-243.
4. Vodolazskaya N.V. Compactness specially – oriented of technological system for assembly of treaded connection // Research and Development in Mechanical Industry. Volume 1. 2003. P. 578-586.
5. Техническое обслуживание и ремонт автоматизированных систем сельскохозяйственной техники / Вендин С.В., Соловьёв С.В., Килин С.В., Яковлев А.О. – Белгород, 2021. – 170 с.
6. Упрочнение рабочей кромки почвообрабатывающих орудий электроискровым легированием / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Материалы Международной научно-практической – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2018. – С. 399-403.
7. Field tests of the experimental installation for soil processing / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, ect. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 100. С. 81-86.
8. Водолазская Н.В., Шарая О.А. Технологические принципы модифицирования поверхностного слоя ответственных деталей машин // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2021. Issue 25. P. 86-90. DOI: 10.26160/2474-5901-2021-25-86-89.
9. Пивовар Н.А., Летова О.В. Способ упрочнения с обработкой холодом // Научное обеспечение агропромышленного производства: Материалы Международной научно-практической конференции. 2012. С. 140-142.

## АДАПТИВНЫЙ МАНИПУЛЯТОР ДОЕНИЯ

**Чеботаев В.А., Мартынов Е.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Машинное доение – самый распространенный способ получать высокие удои молока с наименьшими трудозатратами, высокой производительностью труда и низкой себестоимостью производимой продукции. От строгого соблюдения правил доения, обращения с животными и исправного состояния машин и оборудования для доения коров зависит качество и количество производимого молока [1].

На сегодняшний день известно множество устройств, позволяющих автоматизировать отключение и снятие доильного аппарата по завершению процесса доения. Данные устройства позволяют существенно повысить производительность труда, однако среди известных конструкций нет устройств, отвечающих в полном объеме зоотехническим требованиям. Работа таких устройств сопряжена с недодоем коров или наоборот – передержка доильного аппарата на вымени [2].

Изучив более подробно процессы, протекающие во время доения, можем сформулировать ряд требований для автоматизации процесса отключения и снятия доильного аппарата с вымени коровы: необходимо контролировать процесс доения по каждой доле вымени по отдельности; при снижении интенсивности молокоотдачи менее 50 мл/мин необходимо снижать вакуумметрическое давление в доильном стакане до минимального значения; автоматическое снятие доильного аппарата после снижения интенсивности молокоотдачи менее 50 мл/мин в последнем выдаиваемом соске [4, 5].

Основное направление в разработке конструкций в последнее время изменилось. Сегодня на рынке появились роботизированные установки четырех видов: доильный робот установлен в одном боксе и оборудован одним манипулятором; два параллельно установленных доильных бокса и оборудован одной рукой-манипулятором между ними; доильный робот выполнен в виде модуля с двумя сблокированными параллельными доильными боксами обслуживаемыми одной рукой-манипулятором; роботизированная система состоит из нескольких доильных боксов, смонтированных один за другим и обслуживаемых одной рукой-манипулятором.

В то же время наибольшее распространение получили одно-боксовые доильные роботы. Практика показала, что в целом работа автоматизированных доильных систем не вызывает нареканий. В то же время существует ряд проблем, которые предстоит решить в ближайшее время, в частности эффективность применения автоматизированных систем доения.

В настоящее время практически все доильные аппараты приводятся в готовность при их снятии с держателей либо посредством манипуляторов (микровыключателей), размещенных на кромке доильной ямы. Готовность коров к



дойке обеспечивается за счет полноценной стимуляции вымени животных. Доильное оборудование практически всех фирм-поставщиков позволяет выполнять стимуляцию сосков вымени коров в автоматическом режиме, с управлением по молокоотдаче и времени. До сих пор оптимальными считались значения рабочего вакуумметрического давления, которые находились в пределах 37-42 кПа. В то же время на рынке в последнее время активно предлагаются доильное оборудование с рабочим вакуумметрическим давлением около 30 кПа [6].

Проведенный анализ результатов исследований и известных конструкций доильных аппаратов показал, что до настоящего времени нет устройств, способных обеспечить оптимальный режим доения с учётом индивидуальных особенностей животных и степени развития долей вымени, следовательно, разработка доильных аппаратов с управлением режимом доения по каждой доле вымени коров в отдельности актуальна.

Конструктивная схема переносного манипулятора для доения коров должно обладать возможностью управления режимом доения за счет снижения номинального значения вакуумметрического давления в подсосковых камерах доильных стаканов в начале и в конце доения в зависимости от интенсивности молокоотдачи.

#### Список литературы

1. Отечественные тенденции развития молочного скотоводства в России / О.В. Китаёва, В.Ф. Ужик // Московский экономический журнал. 2021. № 12.
2. Скоркин В.К. Стратегия развития механизации и автоматизации при производстве молока [Текст] / В.К. Скоркин // Техника и оборудование для села. 2015. №2(18). С. 13-21.
3. Чехунов О.А. Перспективные направления модернизации доильных аппаратов / О.А. Чехунов, А.В. Асыка // В сборнике: РОЛЬ АГРАРНОЙ НАУКИ В РАЗВИТИИ АПК РФ. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. 2017. С. 22-25.
4. Борозенцев В.И. К разработке алгоритма действия автомата доения коров / В.И. Борозенцев, В.И. Ужик // Техника в сельском хозяйстве. 2002. № 4. С. 15.
5. Мартынов Е.А. Переносной адаптивный манипулятор доения коров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 11. С. 15-16.
6. Ужик В.Ф. Переносной манипулятор доения коров с управляемым режимом доения / В.Ф. Ужик, Е.А. Мартынов // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. 2009. Т. 20. № 2. С. 63-67.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ**

**Широков М.С., Саенко Ю.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современное животноводство базируется в основном на промышленном выращивании КРС, свиней, птицы, рыбы и рационы животных основаны на использовании сбалансированных полноценных кормов. Однако, создать их без зеленой массы кормовых культур практически невозможно [1, 2].

В последнее время кормовой рацион сельскохозяйственных животных пополнился микроводорослями, которые относятся к зеленым кормам. Микроводоросли используют в качестве дополнительной добавки к кормам, так как среди растений они имеют преимущество по многим показателям.

В природе всё взаимосвязано. Животный мир взаимодействует с растительным миром, живые организмы, которые находятся на более высоком уровне эволюционного развития, часто используют в корм менее развитые живые организмы. Микроводоросли являются кормом или кормовой добавкой для различных групп животных и птицы.

Особенностью микроводоросли является то, что её производство можно выполнять в животноводческих и птицеводческих хозяйствах. Для производства необходимо простейшее оборудование. Урожай хлореллы зависит от сезона. Хлорелла способна давать урожай круглый год с поправкой на температуру воздуха и среды её обитания.

На протяжении многих лет доказаны и известны полезные свойства микроводорослей. В ряде государств даже запущено их промышленное производство. Клетки водорослей содержат значительное количество минеральных компонентов. Микроводоросли обширно применяются в сельском хозяйстве. В качестве кормовых добавок в животноводстве и птицеводстве используются водоросли семейств *Chlorococum*, *Spirogyra*, *Scenedesmus*, *Nostoc*, *Navicula*, *Nitzschia* и др. Эти добавки повышают у животных иммунитет, невосприимчивость к болезням, растет их вес, плодовитость и выживаемость молодняка, у птиц увеличиваются размеры яиц, увеличивается яйценоскость.

Долгое время во всем мире микроводоросли использовались только в виде суспензии, сухой биомассы (порошка или же таблеток) или пасты. Каждый из этих видов имеет собственные недостатки. Порошок гораздо хуже усваивается, чем суспензия. Паста лишена различных метаболитов и требует консервации, так как не может долго храниться. Загущение суспензии путём отстаивания требует времени и ёмкостей больших объёмов.

Свиноводство в отличие от скотоводства и овцеводства имеет возможность успешно развиваться при наличии необходимого количества концентрированных кормов.

Эволюционно животные приспособились к зеленым кормам. В технологию промышленного выращивания животных не представляется возможным подготовить и раздать растения. Выращивая птицу, в качестве кормов используют комбикорма. Выдавая птице исключительно комбикорма ухудшается вкус мяса.

Недостаток зелёных кормов и натуральных витаминов можно восполнить добавлением в рацион кормления суспензии микроводорослей.

В свою очередь производство микроводорослей – это безотходное производство и экологически чистое, что повышает его значимость в условиях промышленного производства.

В животноводстве наибольший эффект достигается при употреблении микроводорослей в виде суспензии, так как животные получают не только биомассу этой культуры, но и все продукты жизнедеятельности клеток (ферменты, витамины, биологически активные вещества и др.), находящиеся в растворе, а также минеральные вещества, которые предварительно были внесены в среду для её питания [3, 4].

Технологическая линия культивирования микроводорослей с последующей выдачи в корм животным позволяет оптимизировать процесс выращивания и введения суспензии микроводоросли в рацион животных [1].

Необходимость внедрения суспензии микроводоросли обусловлено тем, что возрастает ежедневный прирост веса у животных, повышается сохранность молодняка, повышается продуктивность, а также улучшаются репродуктивные свойства сельскохозяйственных животных и птицы [5, 6].

#### Список литературы

1. Богданов Н.И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных [Текст] / Н.И. Богданов. – Пенза, 2-е изд. перераб. и доп., 2007. – 48 с.
2. Вендин С.В. Анализ средств механизации для культивирования микроводорослей [Текст] / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.С. Широков // «Роль аграрной науки в развитии АПК РФ». Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО ВОРОНЕЖСКИЙ ГАУ (Россия, Воронеж, 1-2 ноября 2017 г.) ЧАСТЬ I. Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 173-176.
3. Лукьянов В.А. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе [Текст] / В.А. Лукьянов, А.И. Стифеев. – Курск : Курская ГСХА, 2014. – 181 с.
4. Егоров Н.С. Биотехнология [Текст] / Н.С. Егоров, В.Д. Самуилова. – М. : Высшая школа, 2012. – 159 с.
5. Гайсина Л.А. Современные методы выделения и культивирования водорослей [Текст] / Л.А. Гайсина, А.И. Фазлутдинова, Р.Р. Кабиров. – Уфа : БГТУ, 2014. – 152 с.
6. Пат. RU 2680306 С1 Установка для культивирования микроводорослей 31.01.2018 г. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Широков М.С., Казаков К.В. / [Текст] Правообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина. Заяв. № 2018105069. Подача заявки от 09.02.2018, Опубликовано от 19.02.2019 г.

## К МОДЕРНИЗАЦИИ АВТОМАТА ДОЕНИЯ НА ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ УДМ-12 «ЕЛОЧКА»

**Шузайо З.Т., Борозенцев В.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Доение животных является одним из сложных и трудоемких процессов в молочном животноводстве. Уникальность процесса заключается в том, что во всей механизации технологических процессов в животноводстве, нет аналогов непосредственного взаимодействия механизма с животным. Как правило, это взаимодействие происходит 2-3 раза в день в среднем 5-7 минут, но однако это непродолжительное взаимодействие с выменем животного влияет на их молочную продуктивность, заболеваемости маститом, продолжительность лактационного периода и др. Поэтому в технологической системе машинного доения (ТСМД) доильное оборудование является основным звеном в технологии производства молока. [1, 2].

При беспривязно-боксовом содержании и доении в доильных залах на автоматизированных доильных установках типа «Елочка», «Параллель» и др., применяются автоматы доения, обеспечивающие снятие доильных аппаратов по завершению процесса доения. Однако применяемые автоматы доения выполняют лишь автоматизированное снятие доильного аппарата по окончании процесса доения, не выполняя машинное додаивание [3].

Ряд исследователей считают, что введение в алгоритм управления процессом доения машинного додаивания является необходимым действием. Обосновывая это тем, что к концу доения снижается внутревывенного давления и происходит смыканию внутренних тканей у основания соска, то есть цистерна доли вымени не сообщается с подсосковой камерой доильного стакана и происходит преждевременное окончание доения и недодой животных [4].

Многочисленными исследованиями установлено, что автоматическое машинное додаивание позволяет своевременно устраняет нарушение извлечения молока из долей вымени из-за наползания доильных стаканов [5].

На наш взгляд, введение в алгоритм управления доением машинного додаивания целесообразно, так как устраняет нарушение извлечения молока из вымени из-за наползания доильных стаканов. Однако его введения требует учета индивидуальных морфологических и функциональных особенностей как вымени в целом, так и отдельных ее долей [6, 7].

Автомат доения на автоматизированной доильной установке УДМ-12 «Елочка» состоит из доильного аппарата, коллектор который тросом соединен с поршнем пневмоцилиндра снятия и счетчиком молока, который контролирует интенсивность потока молока посредством инфракрасных лучей. По команде счетчика потока молока при интенсивности потока молока 200 мл/мин. происходит отключение и снятие доильных аппаратов с вымени животного.

Мы предлагаем модернизировать автоматы доения, путем разработки механизма додаивания, обеспечивающего машинное додаивание, в зависимости от интенсивности молокоотдачи в целом по вымени, каждой доли вымени индивидуально, в сторону естественного направления соска, с усилием оттягивания равным 7 Н [8].

Механизм додаивания каждого доильного стакана содержит сильфон, который образован внешней и внутренней гофрами, прикрепленными к нижней и верхней крышкам. Причем верхняя крышка жестко прикреплена к гильзе доильного стакана, а нижняя с возможностью перемещения относительно гильзы доильного стакана. К нижней крышке жестко прикреплены штоки, которые посредством шарниров соединены с упором, взаимодействующим с околосоковым пространством вымени.

Модернизированный автомат доения работает следующим образом.

Оператор машинного доения, выполнив преддоильные операции по подготовке вымени к доению, устанавливает доильные стаканы на соски вымени.

Начинается процесс доения. При снижении интенсивности молокоотдачи до 500-550 мл/мин., от счетчика потока молока поступает электрический импульс к электропневмоклапану, который срабатывает и обеспечивает подачу вакуума в сильфон механизма додаивания каждого доильного стакана. При этом гофры сжимаются, нижняя крышка перемещается вверх, воздействуя посредством штоков через шарниры на упор, который взаимодействует с околосоковым пространством. В результате происходит оттягивание доильного стакана вниз, то есть выполняется машинный додой каждой доли вымени индивидуально.

При снижении потока молока до 200 г/мин., то есть при окончании доения, счетчик обеспечивает подачу вакуума в пневмоцилиндр, который снимает доильные стаканы с сосков вымени животного.

#### Список литературы

1. Соловьев С.А., Карташов Л.П. Исполнительные механизмы системы «человек – машина – животное». Екатеринбург : УрОРАН. 2001. 180 с.
2. Велиток И.Г. Физиология молокоотдачи при машинном доении – Киев : Урожай, 1974. – 128 с.
3. Юлдашев Ф.Ф. Эффективность зарубежных манипуляторов доения коров // Международный сельскохозяйственный журнал. 2005. № 5. С. 55-57.
4. Бойнович М.К., Элементы автоматизации доения коров // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 1. – С. 19-21.
5. Юлдашев Ф.Ф. Эффективность доения и автоматического машинного додаивания коров на различных установках // Доклады РАСХН. – 1995. – № 3 – С. 45-47.
6. Борозенцев В.И., Ужик В.И. К разработке алгоритма действия автомата доения коров // Техника в сельском хозяйстве. – 2002. – № 4. – С. 15-17.
7. Кудрин М.Р. Морфофункциональные свойства вымени коров и их молочная продуктивность // Аграрная Россия. 2016. № 4. С. 12-14.
8. Понамарев А.Ф., Ужик В.Ф., Борозенцев В.И., Скляров А.И., Ульяновцев Ю.Н. Передвижной манипулятор // Сельский механизатор 2001. № 4. С. 15.

# ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

УДК 631.171

## ПНЕВМОАБРАЗИВНАЯ ОЧИСТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Арефьев В.А., Терентьев О.В.**

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Очистка техники от загрязнений является ключевым процессом, оказывающим влияние на эффективность использования техники и повышение качества сельскохозяйственных работ [1]. Совершенствование процесса очистки сельскохозяйственной техники от загрязнений является важным этапом технического обслуживания машин [2-5].

Одним из способов очистки загрязненных поверхностей является их обработка абразивными материалами. В качестве абразива могут быть использованы природные или искусственные зернистые материалы, обладающие высокой твердостью (например, корунд, наждак и т.п.), применяемые для механической обработки (резания, шлифования, полирования, заточки и т.д.) поверхности других, более мягких материалов. В нашей статье рассмотрим конструкцию устройства, предназначенного для струйной пневмоабразивной обработки машин и механизмов, применение которого позволит повысить эффективность данной технологической операции и снизить запыленность воздуха мелкодисперсной пылью, образующейся при взаимодействии абразива с загрязненной поверхностью машины. В свою очередь, снижение уровня пыли в рабочей зоне создаст предпосылки для качественного улучшения условий труда оператора при проведении очистки.

Устройство включает корпус, съемное сопло, наконечник, причем выходная часть корпуса и внутренняя поверхность съемного сопла, соосно установленного на корпусе при помощи резьбового соединения, образуют камеру смешивания, канал для подачи воздуха высокого давления с штуцером, канал для подачи абразивно-воздушной смеси с сетчатыми отверстиями, емкость для абразива с сетчатыми отверстиями, регулировочный винт и курок, причем на корпусе установлен защитный кожух, закрывающий съемное сопло и обрабатываемую часть поверхности детали, содержащий смотровое окно с закрепленным стеклом, а защитный кожух в нижней части содержит канал для сбора абразивного отработанного материала.

Перед началом эксплуатации сопло снимается и через выходную часть корпуса в емкость насыпается абразив. Затем, посредством резьбового соединения съемное сопло крепится к корпусу (при этом объем камеры смешивания регулируется продольным смещением сопла при его навинчивании на корпус). Поворот регулировочного винта осуществляется до совпадения сетчатых отверстий на емкости для абразива с сетчатыми отверстиями в канале для подачи

абразивно-воздушной смеси. От внешнего источника, через штуцер воздух под давлением поступает в канал.

В процессе начала очистки поверхности детали защитный кожух прислоняют к обрабатываемой поверхности как можно плотнее. Визуальный контроль процесса и качества очистки осуществляют через окно с закрепленным стеклом, установленным в защитном кожухе.

При нажатии на курок сжатый воздух по каналу поступает в канал для подачи абразивно-воздушной смеси. Через сетчатые отверстия абразив из емкости попадает в воздушный поток, направляющийся по каналу для подачи абразивно-воздушной смеси к камере смешивания. Из камеры смешивания смесь воздуха и абразива через съемное сопло выходит под давлением на обрабатываемую поверхность детали. Часть воздушного потока из канала для подачи воздуха высокого давления проходит в емкость, где перемешивает абразив, предохраняя его от слеживания, а также создает давление, способствующее попаданию абразива в канал подачи смеси. Взвешенные частицы образующиеся в процессе работы устройства и абразив находятся в объеме, ограниченном защитным кожухом и обрабатываемой поверхностью детали. Отработанный абразив падает в канал для сбора и впоследствии утилизируется или очищается для повторного использования.

Устройство для пневмоабразивной очистки техники обеспечит повышение безопасности данного процесса путем предупреждения попадания продуктов очистки и абразивного материала органы дыхания работника. Повышение уровня экономической эффективности будет достигнуто за счет возможности повторного использования абразива.

#### Список литературы.

1. Арефьев, В.А. Устройство для очистки сельскохозяйственной техники от загрязнений / В.А. Арефьев, О.В. Терентьев, В.В. Терентьев // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы международной студенческой конференции. – Майский, 2022. – С. 198-199.
2. Анурьев, С.Г. Устройство для подготовки наружных поверхностей сельскохозяйственной техники к покраске / С.Г. Анурьев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 85-89.
3. Баусов, А.М. Экспериментальная установка для очистки двигателей перед ремонтом / А.М. Баусов, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев и др. – Вестник АПК Верхневолжья – 2011. – № 1. – С. 82-83.
4. Шемякин, А.В. Очистка двигателей сельскохозяйственных машин перед ремонтом (экспериментальные исследования) / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Е.Г. Кузин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 171-175.
5. Водолазская, Н.В. К вопросу увеличения срока службы оборудования перерабатывающих предприятий АПК / Н.В. Водолазская, А.Г. Минасян, Г.И. Наседкин // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. – Белгород, 2015. – Том 2. – С. 24-25.

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**Ашурбеков Р.Ш., Бережная И.Ш.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Одним из направлений модернизации производства является повышение работоспособности сельскохозяйственных машин и оборудования на основе восстановления и упрочнения деталей, что позволяет обеспечить 100% послеремонтный ресурс машин. При этом, следует отметить, что создание производств для восстановления деталей требует меньших капитальных вложений, чем для изготовления новых запасных частей, а в выбракованных машинах остается до 50% деталей, подлежащих восстановлению [1, 2].

Технологии, используемые для восстановления изношенных деталей машин, оказывают решающее влияние на их послеремонтный ресурс, а работоспособность отремонтированных машин определяется качеством восстанавливаемых деталей. Особенно актуален данный вопрос применительно к перерабатывающим отраслям АПК, где важно обеспечить не только технологическое качество восстанавливаемых деталей при сравнительно низкой себестоимости их восстановления, но и строго соблюдать санитарно-гигиенические требования, исключающие загрязнение пищевых продуктов [3].

Для способов с применением слесарно-механической обработки износы поверхностей устраняют изменением их первоначальных размеров. Для получения необходимой посадки применяют соединяемые детали с измененными параметрами или ставят компенсатор износа (кольца, бандажи, втулки, резьбовые спиральные вставки и т.д.). Иногда поверхность детали обрабатывают до придания ей правильной геометрической формы (нажимные диски, плоскости головок цилиндров и др.).

При пластическом деформировании размеры изношенных поверхностей восстанавливают за счет перераспределения металла от нерабочих участков детали к рабочим. Объем детали остается постоянным. Основные достоинства этих способов: не требуется присадочный материал, простота, высокие производительность и качество.

Ручные и механизированные сварочно-наплавочные способы получили наибольшее применение (75...80% общего объема восстановления). Их недостатки – термическое воздействие на основной металл, в том числе на восстанавливаемые поверхности, деформация деталей, значительные припуски на механическую обработку. Применение большинства из этих способов целесообразно для восстановления сильноизношенных деталей.

Гальванические способы высокопроизводительны, не оказывают термического воздействия на деталь, позволяют точно регулировать толщину покрытий и свести к минимуму или вовсе исключить механическую обработку, обеспечивают высокое качество покрытий при дешевых исходных материалах. Такие способы применяют для восстановления малоизношенных деталей. Недостатки



гальванопокрытий – многооперационность, сложность и экологическая вредность технологии, что не допускает применения данной технологии при восстановлении деталей машин, имеющих контакт с пищевыми продуктами [4].

При напылении расплавленный присадочный материал (проволока или порошок) с помощью сжатого воздуха распыляется и наносится на подготовленную поверхность детали. Способы напыления различают в зависимости от источника теплоты: дуговое – теплота электрической дуги, газопламенное – теплота газового пламени и т.д. Напыляют металлы, полимеры и др. Большинство способов напыления характеризуется высокой производительностью, позволяет достаточно точно регулировать толщину покрытия и припуск на механическую обработку.

Термическую обработку применяют для упрочнения и восстановления физико-механических свойств деталей (упругости пружин и др.). Эти способы применяют для восстановления и повышения износостойкости малоизношенных деталей (плунжеров и др.) [5, 6].

Таким образом, из всего разнообразия способов восстановления деталей машин необходимо подобрать такой способ, чтобы он учитывал специфику износа, а именно относительно небольшую величину (около 1% по массе) износа части поверхности детали.

#### Список литературы

1. Slobodyuk, A. Strebkov S., Bondarev A. Failure examination of disc header workpoints using CAE-system apm winmachine // Engineering for Rural Development: Proceedings, Jelgava, 23–25 мая 2018 года. Vol. 17. – Jelgava : Latvia University of Agriculture, 2018. P. 836-842.
2. Шарая О.А., Водолазская Н.В. Упрочнение деталей модельной оснастки // Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации // Труды международной научно-практической конференции (Сагиновские чтения № 9). Часть 4. – Караганда : Изд-во КарГТУ, 2017. – С. 96-98.
3. Технология лазерного микролегирования углеродистых сталей для упрочения деталей сельскохозяйственных машин / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, А.Г. Минасян, Н.В. Водолазская // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 2 (10). С. 34-47.
4. Research in parameters of working process of interfusing in batcher mixer / A. Kolesnikov, A. Pastukhov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan // Engineering for rural development / Proceedings, Vol. 18. Latvia University of Life Sciences and Technologies. – Jelgava, 2019. P. 487-492.
5. Бережная, И.Ш. Применение электроискрового наращивания при восстановлении деталей машин // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : Материалы XXII международной научно-производственной конференции. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 198-200.
6. Бережная И.Ш. Экспериментальная отработка режимов электроискровой обработки нержавеющей сталей // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). С. 17-24.

## РАЗРАБОТКА ПРИЖИМНОГО УСТРОЙСТВА

**Бабошин А.В., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Применение зажимных устройств, в качестве привода которых служат пневматические цилиндры, значительно сокращает вспомогательное время на установку и снятие обрабатываемой заготовки [1-4]. За счет уменьшения вспомогательного времени уменьшается норма времени на выполнение операции, а, следовательно, возрастает производительность труда.

Предложено прижимное пневматическое устройство, используя которое, сокращают время закрепления балансира при выполнении технологических операций по восстановлению изношенных его поверхностей.

Прижимное устройство включает в себя следующие основные детали: основание с пазами для крепления на столе станка; на верхней части основания устанавливаются подставка и фиксаторы для установки обрабатываемого балансира. Для закрепления балансира в процессе обработки служит рычаг, который через стойку связан с пневмоцилиндром. Для распределения подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндр при закреплении и освобождении обрабатываемого балансира служит пневматический кран управления.

Предложенное устройство сократит время пребывания ремонтируемых деталей в ремонте, что в итоге увеличит производительность ремонтной мастерской.

### Список литературы

1. Стребков С.В., Сахнов А.В. Технология ремонта машин. Учеб. Пособие. Белгород, 2016.
2. Добрицкий А.А., Сахнов А.В. Стенд для промывки масляных каналов коленчатых валов. В сборнике: Агроинженерия В XXI веке: проблемы и перспективы. Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием. 2020. С. 319-322.
3. Совершенствование стенда для разборки и сборки двигателей внутреннего сгорания / Ковалев А.Н., Сахнов А.В. Материалы междунар. студе. научной конференции. 2015. С. 42.
4. Совершенствование стенда для ремонта агрегатов машин / Клименко В.О., Сахнов А.В. В сборнике: Материалы международной студенческой научной конференции. 2017. С. 37.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАПЛАВКИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

**Бабошин А.В., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Восстановление деталей наплавкой – это методика, которая дает возможность вернуть тому или иному изделию его первоначальные характеристики, а в некоторых случаях даже придать ему новые особые качества [1].

Сваркой и наплавкой восстанавливают более половины всех ремонтируемых деталей автомобилей. При помощи сварки завариваются также трещины и изломы на раме и платформе, ставятся заплаты, различные накладки и усиленные косынки, восстанавливаются картеры агрегатов. Поврежденная или изношенная резьба на поворотных цапфах и других деталях восстанавливается заваркой с последующим нарезанием новой резьбы. Таким же способом восстанавливают внутренние резьбы. Восстановление деталей наплавкой заключается в том, что изношенные рабочие поверхности наплавляют так, чтобы их можно было обработать под номинальные или ремонтные размеры. При ремонте автомобилей применяются автоматическая и полуавтоматическая наплавка и сварка под слоем флюса или в среде углекислого газа.

Наплавка выполняется на всех без исключения поверхностях, начиная от конических и плоских и заканчивая сферическими и цилиндрическими [2, 3].

Когда выполняется восстановление деталей наплавкой важно придерживаться ряда требований, а именно:

- следует добиваться минимального смешивания основного и наплавляемого материала;
- основной металл нужно проплавлять на как можно на меньшую глубину;
- припуски на обработку изделий, которые будут производиться после наплавки, важно уменьшать до приемлемых показателей [4];
- необходимо обеспечивать наименьшие деформации и напряжения в детали.

В настоящее время с помощью наплавки восстанавливается около 70% возможных дефектов деталей машин.

### Список литературы

- 1 Бережная, И. Ш. Применение электроискрового наращивания при восстановлении деталей машин // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы :, 2018. – С. 198-200.
2. Совершенствование стенда для разборки и сборки двигателей внутреннего сгорания Ковалев А.Н., Сахнов А.В. В книге: Материалы международной студенческой научной конференции. 2015. С. 42.
3. Стребков С.В., Сахнов А.В. Технология ремонта машин. Учеб. пособие / Белгород, 2016.
4. Совершенствование стенда для ремонта агрегатов машин / Клименко В.О., Сахнов А.В. // В сборнике: Материалы международной студенческой научной конференции. 2017. С. 37.

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕМОНТА ОТВЕРСТИЯ ВИЛКИ ПЕРЕДНЕЙ ОСИ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

**Бабошин А.В., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Перед агропромышленным комплексом страны поставлена задача достижения устойчивого роста сельскохозяйственного производства, надёжного обеспечения продуктами питания и сельскохозяйственным сырьём [1, 2].

Сейчас в сфере производства сельскохозяйственной продукции работают миллионы тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин. В процессе они подвергаются различным внешним воздействиям, в результате чего надёжность, заложенная в них при конструировании и производстве, снижается из-за возникновения различных неисправностей [3, 4].

Важным направлением в дальнейшем совершенствовании производства на ремонтных предприятиях является планирование основного и вспомогательного производства ремонта и его организации.

Деталью, часто выходящей из строя, является вилка передней оси трактора МТЗ-80.

В работе предложен технологический процесс восстановления вилки, который включает следующие основные операции: моечная, дефектовочная, наплавочная, раскатная, расточная, шлифовальная, контрольная). Для предложенного технологического процесса рассчитаны нормы времени и выбрано необходимое оборудование.

В связи с этим было принято решение совершенствовать ремонтное производство и подобрать необходимое оборудование.

Основной операцией технологического процесса является расточная, которая выполняется на вертикально – сверлильном станке 2А135.

С целью увеличения производительности выполнения этих операций было предложено устройство для расточки.

### Список литературы

1. Патент РФ № 2610321 С, МПК F16D 3/84. Защитный чехол : №2016100512 : заявл. 11.01.2016 : опубл. 09.02.2017 / А.В. Сахнов, С.В. Стребков, Л.Ю. Сахнова ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN XVQMZD.

2. Соловьев, Е.В., Цыпкина И.В., Титова И.И. Результаты расчетов режимов восстановления детали типа «полуось» вибродуговой наплавкой // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. С. 106-107.

3. Водолазская Н.В. Моделирование технических систем для повышения надежности выпускаемой продукции // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы. – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 196-198.

4. Батырев, Е.С., Новицкий А.С. Неисправности карданной передачи автомобиля газель и способы их устранения // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. С. 7-8. – EDN GLPZLL.

## СПОСОБ РЕМОНТА РАЗЪЕМНЫМ ГОФРИРОВАННЫМ ЧЕХЛОМ

**Безшапочный В.С., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Известен защитный гофрированный чехол шарнира равных угловых скоростей, состоящий из гофрированной части, соединенной с установочными частями большего и меньшего диаметров, предназначенными для установки с последующим их закреплением посредством хомутов на корпусе и валу шарнира [1]. Каждая установочная часть защитного гофрированного чехла выполнена с двумя соосно расположенными полуовальными кольцевыми выступами. Вершина одного полуовального кольцевого выступа обращена наружу и предназначена для контакта с хомутом, а вершина другого полуовального кольцевого выступа обращена внутрь и предназначена для контакта с одной из соответствующих деталей шарнира. В продольном осевом сечении защитного гофрированного чехла поверхность наружного полуовального кольцевого выступа выполнена по длине наружной поверхности установочного участка в форме полукруга, а поверхность внутреннего полуовального кольцевого выступа выполнена по всей длине гладкой внутренней полуовальной поверхности установочного участка. Диаметр внутреннего полуовального кольцевого выступа не превышает наружный диаметр посадочного места соответствующей контактной детали шарнира [2]. Решение направлено на повышение герметичности защитного гофрированного чехла, повышение надежности крепления защитного гофрированного чехла на деталях шарнира при его эксплуатации, а также повышение ресурса эксплуатации.

К недостаткам известной конструкции защитного гофрированного чехла относятся [3-4]:

- трудоемкий и сложный монтаж защитного гофрированного чехла на шарнир и демонтаж защитного гофрированного чехла с шарнира, поскольку для обеспечения герметичной установки защитного гофрированного чехла на детали шарнира внутренние диаметры каждого из установочных участков выполнены с меньшими размерами, чем диаметры посадочных мест деталей шарнира (корпуса и вала), т.е. защитный гофрированный чехол на детали шарнира в посадочных местах устанавливается с натягом, но так как линия образующей внутренней поверхности каждого из установочных участков защитного гофрированного чехла выполнена в виде сплошных ответных частей одного размера по всей ширине участков,

- недостаточная надежность стяжки хомутами установочных участков защитного гофрированного чехла и соответственно удержания установочных участков защитного гофрированного чехла на посадочных местах деталей шарнира при эксплуатации, поскольку при стяжке (или защелкивании) хомутов необходимо сжать хомутами по всей своей ширине достаточно массивную толщину сплошных установочных участков защитного гофрированного чехла, что

требует приложения больших усилий. При такой конструкции установочных участков защитного гофрированного чехла в области обжатия контактное давление между установочными участками защитного гофрированного чехла и шарниром распределяется относительно равномерно по всей поверхности контакта, что может быть недостаточно для работы узла в процессе эксплуатации [5-7].

При затяжке защитного гофрированного чехла на соответствующих деталях шарнира хомутами все волнообразные выступы установочных участков защитного гофрированного чехла упруго деформируются, причем крайние, обращенные внутрь волнообразные выступы, деформируясь, контактируют с одной из соответствующих деталей шарнира с образованием двух замкнутых воздушных полостей между деталью шарнира и волнообразными выступами установочных участков. Два других наружных волнообразных выступа установочного участка, деформируясь, образуют замкнутую полость с внутренней поверхностью хомута. Таким образом, в рабочем состоянии установочные участки защитного гофрированного чехла во взаимодействии с соответствующими деталями шарнира и хомутами представляют собой замкнутые полости, которые предназначены для обеспечения герметичности шарнира и надежности крепления защитного гофрированного чехла на соответствующих деталях шарнира [8, 9].

Задача предлагаемого способа ремонта заключается в создании разъемного защитного гофрированного чехла шарнира равных угловых скоростей, позволяющего сократить время пребывания машины в ремонте и сократить стоимость ремонтных работ.

#### Список литературы

1. Разъемный гофрированный чехол / Сахнов А.В. // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XX Международной научно-производственной конференции. 2016. С. 86-87.
2. Пат. RU 169402 Разъемный защитный гофрированный чехол / Сахнов А.В., Беседин С.П., Сахнова Л.Ю. Оpubл. 16.03.2017.
3. Патент № 2610321 Защитный чехол / А.В. Сахнов, С.В. Стребков, Л.Ю. Сахнова. Оpubл. 09.02.2017.
4. Пат. RU 167445 U1 разъемный защитный гофрированный чехол / Сахнов А.В., Беседин С.П., Сахнова Л.Ю. 10.01.2017.
5. Защитный чехол / Беседин С.П., Сахнов А.В. // Материалы Международной студенческой научной конференции. Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. 2016. С. 28.
6. Разъемный защитный чехол / Кардашов С.И., Сахнов А.В. / Материалы международной студенческой научной конференции. 2017. С. 36.
7. Разработка пыльника для герметизации узлов машин / Сахнов А.В., Добрицкий А.А. // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы. 2020. С. 346-348.
8. Разъемный защитный чехол / Сахнов А.В. // Проблемы и решения современной аграрной экономики. Материалы конференции. 2017. С. 86-87.
9. Пат. RU 172956 U1 Разъемный защитный гофрированный чехол / Сахнов А.В., Беседин С.П., Сахнова Л.Ю. Оpubл. 04.08.2017.

## РАЗЪЕМНЫЙ ЗАЩИТНЫЙ ЧЕХОЛ

**Боймирзоев Д.Р., Бондарев А.В.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Предлагаемый защитный чехол относится к области машиностроения и может быть применен в приводах колес для защиты шарниров равных угловых скоростей. Решение направлено на сокращение времени пребывания машины в ремонте, а также на сокращение стоимости ремонтных работ [1-3].

Известен защитный чехол шарнира равных угловых скоростей, состоящий из гофрированной части, соединенной с установочными частями большего и меньшего диаметров, предназначенными для установки с последующим их закреплением посредством хомутов на корпусе и валу шарнира. Каждая установочная часть чехла выполнена с двумя соосно расположенными полуовальными кольцевыми выступами. Вершина одного полуовального кольцевого выступа обращена наружу и предназначена для контакта с хомутом, а вершина другого полуовального кольцевого выступа обращена внутрь и предназначена для контакта с одной из соответствующих деталей шарнира. В продольном осевом сечении чехла поверхность наружного полуовального кольцевого выступа выполнена по длине наружной поверхности установочного участка в форме полукруга, а поверхность внутреннего полуовального кольцевого выступа выполнена по всей длине гладкой на части длины внутренней полуовальной поверхности установочного участка. Диаметр внутреннего полуовального кольцевого выступа не превышает наружный диаметр посадочного места соответствующей контактной детали шарнира. Решение направлено на повышение герметичности защитного чехла, повышение надежности крепления защитного чехла на деталях шарнира при его эксплуатации, а также повышение ресурса эксплуатации [4].

Известен защитный гофрированный чехол [5], содержащий гофрированный чехол с установочными участками большего и меньшего диаметров для крепления чехла посредством хомутов соответственно на корпусе и на валу шарнира, установочные элементы чехла в его продольном осевом сечении выполнены с ровными внутренними цилиндрическими поверхностями для установки чехла на соответствующие детали шарнира и с ровными наружными цилиндрическими поверхностями для установки на них хомутов.

К недостаткам известной конструкции защитного гофрированного чехла можно отнести [6]:

- трудоемкий и сложный монтаж чехла на шарнир и демонтаж чехла с шарнира, поскольку для обеспечения герметичной установки чехла на детали шарнира внутренние диаметры каждого из установочных участков выполнены с меньшими размерами, чем диаметры посадочных мест деталей шарнира (корпуса и вала), т.е. чехол на детали шарнира в посадочных местах устанавливается с натягом, но так как линия образующей внутренней поверхности каждого из установочных участков чехла выполнена в виде прямой одного диаметра по

всей ширине участков, то и сопротивление при установке и снятии каждого из установочных участков большое, требующее приложения существенных усилий,

- недостаточная надежность стяжки хомутами установочных участков чехла и соответственно удержания установочных участков чехла на посадочных местах деталей шарнира при эксплуатации, поскольку при стяжке (или защелкивании) хомутов необходимо сжать хомутами по всей своей ширине достаточно массивную толщину сплошных установочных участков чехла, что требует приложения больших усилий. Известно, что надежность такого соединения и, соответственно, герметичность зависят от контактного давления в области соединения. При такой конструкции установочных участков чехла в области обжатия контактное давление между установочными участками чехла и шарниром распределится относительно равномерно по всей поверхности контакта, что может быть недостаточно для работы узла в процессе эксплуатации [7-8].

Рассмотренные ранее технические решения предполагают разборку и снятие составных частей машин, которые увеличивают стоимость ремонта, а также время пребывания машины в ремонте [9].

Задача изобретения заключается в создании защитного чехла шарнира равных угловых скоростей, позволяющего сократить время пребывания машины в ремонте и сократить стоимость ремонтных работ.

#### Список литературы

1. Патент № 2610321 Защитный чехол / А.В. Сахнов, С.В. Стребков, Л.Ю. Сахнова. Оpubл. 09.02.2017.
2. Пат. RU 167445 U1 Разъемный защитный гофрированный чехол / Сахнов А.В., Беседин С.П., Сахнова Л.Ю. 10.01.2017.
3. Разъемный гофрированный чехол / Сахнов А.В. // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XX Международной научно-производственной конференции. 2016. С. 86-87.
4. Пат. RU 169402 Разъемный защитный гофрированный чехол / Сахнов А.В., Беседин С.П., Сахнова Л.Ю. Оpubл. 16.03.2017.
5. Защитный чехол / Беседин С.П., Сахнов А.В. // Материалы Международной студенческой научной конференции. Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. 2016. С. 28.
6. Разъемный защитный чехол / Кардашов С.И., Сахнов А.В. / Материалы международной студенческой научной конференции. 2017. С. 36.
7. Разъемный защитный чехол / Сахнов А.В. // Проблемы и решения современной аграрной экономики. Материалы конференции. 2017. С. 86-87.
8. Пат. RU 172956 U1 Разъемный защитный гофрированный чехол / Сахнов А.В., Беседин С.П., Сахнова Л.Ю. Оpubл. 04.08.2017.
9. Разработка пыльника для герметизации узлов машин / Сахнов А.В., Добрицкий А.А. // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы. 2020. С. 346-348.



## **РАЗРАБОТКА РЕМОНТОПРИГОДНОЙ КОНСТРУКЦИИ БАЛАНСИРА ОПОРНЫХ КОЛЕС ПРЕДПОСЕВНОГО КУЛЬТИВАТОРА UNIA VIKING 5,3**

**Бородин И.В., Слободюк А.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Предпосевной культиватор Unia Viking 5,3 [1] предназначен для обработки всех видов почв (включая тяжёлые) и отличается повышенной эффективностью обработки. Впереди культиватора располагается выравнивающая планка, а сзади – прикатывающий каток. Глубина обработки зависит от выбранного типа рабочих органов на S-образных стойках лап, гарантирующих стабильно высокое качество обработки почвы [2].

Система опорных колес на балансирах обеспечивает 100% копирование рельефа почвы и высокую рабочую скорость до 15 км/ч [3].

Вместе с тем опыт эксплуатации рассматриваемой конструкции выявил одну неприятную особенность.

При движении агрегата в рабочем положении на скоростях, близких к максимальным заявленным производителем (15...17 км/ч) происходит деформация осей крепления колес, а также балки балансира, в результате чего опорные колеса начинают задевать силовые элементы рамы. После такой деформации агрегат нестабильно выдерживает заданную глубину обработки.

Для устранения выявленных отказов необходимо заменить деформированные оси колес, однако в оригинальной конструкции эти детали сварены в балку балансира. Поэтому ремонт сопряжен с демонтажом и разборкой шасси и последующей механической обработкой по вырезанию сварочных швов.

Процесс сложный, длительный, требует больших затрат ручного труда, а также сопряжен иногда со значительными повреждениями материала балки балансира, что требует впоследствии дополнительных операций по завариванию этих повреждений.

Нами предложена разборная конструкция крепления осей колес в балке балансира, обеспечивающая возможность замены осей непосредственно на культиваторе без демонтажа шасси.

Поскольку расстояние от балки балансира до силовых элементов рамы культиватора составляет всего 25 мм, в конструкции исключается применение гаек больших диаметров.

Разработанная конструкция предусматривает упор оси в плоскость балки через приваренный на ось буртик, а сама ось фиксируется с другой стороны балки двумя планками, устанавливаемыми в пазы, нарезанными в оси.

Сами планки крепятся болтами М8 к балке и одновременно являются элементами, препятствующими выпадению оси колеса из балки балансира, и элементами, предотвращающими вращение оси.

Выполнено 3D моделирование разработанной конструкции [4], проведены расчеты на прочность основных силовых элементов [5, 6]. По модели проверена возможность выполнения замены узлов без демонтажа шасси с культиватора [7].

Модернизированная конструкция балансира обеспечивает достаточную прочность, стабилизирует глубину обработки, снижает расходы на ремонт и техническое обслуживание и повышает эффективность использования предпосевного культиватора в целом.

#### Список литературы

1. Предпосевные культиваторы UNIA VIKING [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <https://risagro.ru/katalog/pochvoobrabatyvayushhaya-tehnika/kultivatory/dlya-sploshnoj-obrabotki/predposevnye-kultivatory-unia-viking/>
2. Стойки культиваторные [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <https://www.bellotasklad.ru/category/17>
3. Конструкция и работа балансирной подвески/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://www.autoars.ru/articles/?id=190&ysclid=leczmutty3241074553>
4. Пастухов, А.Г. 3D-моделирование узлов технологического оборудования / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, И.Ш. Бережная // Достижения науки – агропромышленному производству : Материалы LV международной научно-технической конференции. – Челябинск : Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 110-114.
5. Замрий, А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure3D / А.А. Замрий. – М. : АПМ, 2010. – 376 с.
6. Slobodyuk A. Failure examination of disc header workpoints using CAE-system APM WINMACHINE / Alexey Slobodyuk, Sergey Strebkov, Andrey Bondarev // Engineering for rural development / Proceedings, Vol. 17 : Изд-во Latvia University of Life Sciences and Technologies. – Jelgava, 2018. – P. 837-843. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018. 17. №14.
7. Водолазская Н.В. Влияние эксплуатационных факторов на ремонтпригодность некоторых видов промышленного оборудования // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – № 1 (56). – Донецк, 2017. – С. 54-60.

## **СПЕЦИФИКА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Бородин И.В., Водолазская Н.В.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

### **Введение.**

При решении задач обеспечения развития любой производственной системы первостепенная роль должна принадлежать эффективной организации процесса, способного обеспечить непрерывное обновление технической и технологической базы производства [1-3]. Понимание необходимости решения обозначенных задач актуализирует теоретические и прикладные разработки в области поиска и обоснования путей развития, как отдельных хозяйствующих субъектов, так и систем агропромышленного комплекса. Уровень надежности и долговечности сельскохозяйственной техники обусловлен не только конструктивными и технологическими факторами, но и специфическими условиями работы, например, такими как высокая механическая и химическая агрессивность среды, а также поддержанием оборудования и приспособлений к нему в постоянной эксплуатационной готовности [4]. Следовательно, практическую значимость приобретает проблема совершенствования системы технического обслуживания, а также использования современных технологий сборки узлов при ремонте машин, в частности, для затяжки резьбовых соединений [5]. При этом, в среднем, 45...70% отказов несущей системы сельскохозяйственных машин связаны с этими соединениями [6].

Следовательно, рассмотрение вопросов, связанных со спецификой системы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, является актуальной задачей.

### **Цель работы.**

Целью работы является изучение специфики технического обслуживания сельскохозяйственной техники и ее ремонта, в частности, при сборке резьбовых соединений, входящих в состав сельскохозяйственных машин.

### **Материалы и методы.**

Для достижения поставленной цели были использованы методы статического анализа материала, полученного из литературных источников, относящихся к данному вопросу.

### **Результаты исследований и их обсуждение.**

Сборка резьбовых соединений в конструкциях современного технологического оборудования является ответственной операцией, призванной обеспечить надежную герметизацию фланцевого стыка. Многие из применяемых в настоящее время конструкций механизированных резьбозавертывающих инструментов (в их числе и серийные гайковерты ударного действия) не обеспечивают в производственных условиях достаточной точности затяжки [7]. Известны случаи, когда погрешность момента затяжки составляла более 40% [8]. Одним из

вариантов решения этой проблемы является применение контролирующих устройств, реализующих метод контроля момента затяжки по величине приращения угла поворота гайки за каждый удар [9].

### **Заключение.**

Предложенные устройства для ремонтной оснастки повысят ее надежность, т. к. способны в комплекте с редкоударными гайковертами обеспечить достаточную точность контроля момента затяжки.

### **Список литературы.**

1. Комплекс рекомендаций по повышению эффективности функционирования предприятий / А.В. Мешков, И.А. Бондарева, А.И. Кисилева и др. // Инженерная экономика и управление в современных условиях. – Материалы научно-практ. конф., 2019. – С. 570-576.
2. Захарьин А.Д., Жилияков Д.И. Система ключевых показателей эффективности: плюсы и минусы // Проблемы развития современного общества: сб. науч. статей Юго-Западный гос. ун-та. 2019. С. 94-97.
3. Инструменты мотивации персонала на современном инновационном предприятии / А.В. Мешков, И.А. Бондарева, А.В. Ярошенко и др. // Инновационные перспективы Донбасса, 2020. С. 225-227.
4. Стребков С.В., Слободюк А.П., Бондарев А.В. Восстановления работоспособности деталей зарубежной сельскохозяйственной техники // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 5-3 (10-3). С. 268-272.
5. Водолазская Н.В. Структурный анализ сборки резьбовых соединений // Research and development in chemical and mechanical industry. RaDMI 2002. Proceedings. Vol. 1, 2002. P. 470-475.
6. Водолазская Н.В., Искрицкий В.М., Водолазская Е.Г. Сборка резьбовых соединений. Проблемы и перспективы совершенствования технологии сборочных процессов : монография. – Краматорск : ДГМА, 2014. 192 с.
7. Богуцкий, В.Б., Тараховский А.Ю. К оценке надежности ручного электроинструмента // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического ун-та. 2019. № 1 (63). С. 240-245.
8. Биргер И.А., Иосилевич. Г.Б. Резьбовые и фланцевые соединения. – М. : Машиностроение, 1990. 368 с.
9. Водолазская Н.В. Совершенствование технологии процесса контролируемой сборки резьбовых соединений // Сборка в машиностроении и приборостроении. 2019. № 12. С. 564-568.

## РАСЧЕТ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПОДШИПНИКИ НА ВТОРИЧНОМ И ПРОМЕЖУТОЧНОМ ВАЛАХ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ 5511

**Вергун В.И.**

**Научный руководитель – Тимашов Е.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для выявления температуры в зоне трения подшипников необходимо провести расчет сил, действующих на подшипники на вторичном и промежуточном валах автомобиля КамАЗ 5511 [1-4].

Для проведения расчета сил понадобятся делительные диаметры зубчатых колес с 1 по 4 передачу на вторичном валу, они будут равны:  $d_1 = 263$  мм;  $d_2 = 224$  мм;  $d_3 = 250$  мм;  $d_4 = 200$  мм.

Проведя расчет вторичного вала, получаем на 1 передаче окружная сила будет равна  $F_{t1} = 34965$  Н, а радиальная сила будет равна  $F_{r1} = 12727$  Н. В итоге получаем, что общая сила на 1 передаче будет равна  $F_1 = 37209$  Н.

Для передач 2-4 проводим аналогичные расчеты. Если говорить о 5 передаче, то она прямая и нагрузка на нее небольшая, поэтому и температура будет ниже, чем у остальных передач.

В итоге получаем, что  $F_2 = 22508$  Н;  $F_3 = 12514$  Н;  $F_4 = 9577$  Н. Анализируя результаты можно сказать, что нагрузка с 1 по 4 передачи понижается.

Далее проводим расчет сил промежуточного вала. С 1 по 4 передачу силы на промежуточном валу будут равны силам на вторичном валу т.к. его зубчатые колеса находятся в зацеплении с соответствующими зубчатыми колесами вторичного вала.

В результате получаем, что общая сила с 1 по 4 передачу на промежуточном валу будет равна:  $F_1 = 37209$  Н;  $F_2 = 22508$  Н;  $F_3 = 12514$  Н;  $F_4 = 9577$  Н. Анализируя результаты можно сказать, что нагрузка с 1 по 4 передачи понижается также, как и на вторичном валу.

Реакция подшипниковой опоры заднего подшипника вторичного вала для передач 1-4 будет равна:  $R_B = 33879$  Н,  $R_B = 13940$  Н,  $R_B = 4245$  Н,  $R_B = 2446$  Н.

Реакция подшипниковой опоры заднего подшипника промежуточного вала для передач 1-4 будет равна:  $R_B = 33731$  Н,  $R_B = 14404$  Н,  $R_B = 4799$  Н,  $R_B = 2938$  Н. Таким образом, проведенные расчеты сил, действующих на подшипники на вторичном и промежуточном валах, помогут нам выявить температуру в зоне трения подшипников на автомобиле КамАЗ 5511.

### Список литературы

1. Pastukhov A. Adaptivity of thermal diagnostics method of mechanical transmission assemblies / A. Pastukhov, E. Timashov, I.N. Kravchenko, T. Parnikova // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 2020. – P. 107-113.
2. Тимашов, Е.П. Совершенствование процессов диагностики узлов трансмиссии автомобилей : монография. – Белгород, 2018. – 182 с.
3. Пастухов, А.Г. Технология термометрического неразрушающего контроля агрегатов механических трансмиссий / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // Агроинженерия. – 2020. – № 2 (96). – С. 33-39.
4. Pastukhov, A.G. Method of diagnostics of cardan joints transport and technological machines / A.G. Pastukhov, E.P. Timashov // Traktori i pogonske mašine. – 2013. – Vol. 18. – № 2. – P. 29-35.

## РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ ТРЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ НА ВТОРИЧНОМ И ПРОМЕЖУТОЧНОМ ВАЛАХ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ 5511

**Вергун В.И.**

**Научный руководитель – Тимашов Е.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Температура в зоне трения может использоваться как важный диагностический параметр, характеризующий техническое состояние подшипникового узла [1-4]. Для расчета используем конструктивные, технологические и эксплуатационные параметры. Представим подшипники качения 50412 и 53610 в виде условного подшипника скольжения. Расчет будет проводиться на основе аналитической модели, приведенной в [1].

Исходные данные подшипника 50412:  $d = 60$  мм ;  $D = 150$  мм;  $h = 35$  мм;  $r = 52,5$  мм; номинальная частота вращения 4800 об/мин, радиальная нагрузка передач 1-4 будет равна:  $R_B = 33879$  Н,  $R_B = 13940$  Н,  $R_B = 4245$  Н,  $R_B = 2446$  Н.

Исходные данные подшипника 53610:  $d = 50$  мм;  $D = 110$  мм;  $h = 40$  мм;  $r = 40$  мм; номинальная частота вращения 4300 об/мин, радиальная нагрузка для передач 1-4 будет равна:  $R_B = 33731$  Н,  $R_B = 14404$  Н,  $R_B = 4799$  Н,  $R_B = 2938$  Н.

Проведенные ранее расчеты сил, действующих на подшипники на вторичном и промежуточном валах, будем использовать для определения температуры в зоне трения подшипников. Для чего были использованы угловые скорости и крутящие моменты валов с 1 по 4 передачу. Угловую скорость и крутящий момент на 5 передаче не учитываем т.к. нагрузка будет не большая и соответственно и температура будет небольшой.

Угловые скорости на вторичном валу будут равны:  $\omega_1 = 34,8$  с<sup>-1</sup>;  $\omega_2 = 67,5$  с<sup>-1</sup>;  $\omega_3 = 108,8$  с<sup>-1</sup>;  $\omega_4 = 177,9$  с<sup>-1</sup>. На промежуточном валу угловая скорость будет постоянной и будет равна:  $\omega = 56,21$  с<sup>-1</sup> [1-2].

Результаты расчета температуры в зоне трения показали, что температура в зоне трения подшипников 50412 и 53610 с 1 по 5 передачу понижается. На 1 передаче температур подшипника 50412 равна 195,11°C, а на подшипнике 53610 равна 263,93°C, такие большие значения температур связаны с большими нагрузками на первой передаче. На 4 передаче температура подшипника 50412 равна 116,33°C, а на подшипнике 53610 равна 67,93°C. Если говорить о 5 передаче, то она прямая и нагрузка на нее небольшая, поэтому и температура будет ниже, чем у остальных передач.

### Список литературы

1. Пастухов, А.Г. Технология термометрического неразрушающего контроля агрегатов механических трансмиссий / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // *Агроинженерия*. – 2020. – № 2 (96). – С. 33-39.
2. Тимашов, Е.П. Совершенствование процессов диагностики узлов трансмиссии автомобилей : монография. – Белгород, 2018. – 182 с.
3. Pastukhov A. Adaptivity of thermal diagnostics method of mechanical transmission assemblies / A. Pastukhov, E. Timashov, I.N. Kravchenko, T. Parnikova // *Engineering for Rural Development* : 19, Jelgava, 2020. – P. 107-113.
4. Pastukhov, A.G. Method of diagnostics of cardan joints transport and technological machines / A.G. Pastukhov, E.P. Timashov // *Traktori i pogonske mašine*. – 2013. – Vol. 18. – № 2. – P. 29-35.

## **СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОПОРНЫХ УЗЛОВ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ 5511 ПО ТРУДОЕМКОСТИ**

**Вергун В.И.**

**Научный руководитель – Тимашов Е.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для своевременного обнаружения неисправностей и предупреждения отказов агрегатов трансмиссии применяют разнообразные методы диагностирования [1, 2]: 1) метрический (только в неработающем состоянии); 2) виброакустический; 3) термический.

На сегодняшний день эти методы являются особо важными. Чтобы выяснить, какой из этих методов диагностирования будет лучше для автомобиля КамАЗ-5511, проведем сравнение по трудоемкости.

Проанализировав все методы диагностирования опорных узлов трансмиссии по трудоемкости, можно сделать следующие выводы [3, 4]: 1) для метрического метода диагностирования трудоемкость проведения работ будет равняться 3,56 чел.-час; 2) трудоемкость проведения диагностирования виброакустическим методом равняется 0,87 чел.-час; 3) для термического метода диагностирования трудоемкость проведения работ будет равняться 0,57 чел.-час.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее быстрым методом диагностирования опорных узлов трансмиссии КамАЗ-5511 по трудоемкости является термический. Общая трудоемкость виброакустического метода – 0,87 чел.-час, термического метода – 0,58 чел.-час, а метрического метода – 3,56 чел.-час. Существенным преимуществом термического метода диагностики является его высокая приспособленность к автоматизации. Применение датчиков температуры в комплексе с запрограммированными микроконтроллерами позволит полностью автоматизировать диагностирование узлов, пригодных к термодиагностике. Задача дальнейших исследований – установление взаимосвязи между процессами изнашивания узла и его температурным режимом.

### **Список литературы**

1. Ерохин, М.Н. Оценка износа крестовин шарниров типа CR115, применяемых в тракторах JOHN DEERE / М.Н. Ерохин, А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // Труды ГОСНИТИ. – 2017. – Т. 126. – С. 14-21.
2. Тимашов, Е.П. Совершенствование процессов диагностики узлов трансмиссии автомобилей : монография. – Белгород, 2018. – 182 с.
3. Pastukhov A. Adaptivity of thermal diagnostics method of mechanical transmission assemblies / A. Pastukhov, E. Timashov, I.N. Kravchenko, T. Parnikova // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 2020. – P. 107-113.
4. Pastukhov, A.G. Method of diagnostics of cardan joints transport and technological machines / A.G. Pastukhov, E.P. Timashov // Traktori i pogonske mašine. – 2013. – Vol. 18. – № 2. – P. 29-35.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ**

**Верченко Е.А., Новицкий А.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Металлоемкость, себестоимость, надёжность, долговечность – это главные аспекты в машиностроении, на которые опираются при изготовлении деталей автомобилей. Металлоемкость и себестоимость, как правило – снижают, а надёжность и долговечность деталей – повышают. Быстрое изнашивание деталей зависит от износостойкости рабочей поверхности в определенных условиях. Эффективным методом повышения износостойкости является упрочнение поверхностей деталей. Подобный метод позволит экономить дорогостоящие легирующие элементы и позволит реализовать переработку износившихся деталей.

Россия имеет опыт по восстановлению деталей при ремонте, как отечественных, так и зарубежных автомобилей. Особое место, среди применяемых в ремонтном производстве и восстановлении деталей занимает пластическая деформация [1]. Ремонт деталей основывается на пластическом деформировании и последующей механической обработке восстанавливаемой поверхности.

Восстановление деталей данным методом является одним из распространенных. Методика заключается в изменении геометрической формы и размера за счет распределения материала без разрушения поверхностного слоя детали. Материал детали перемещают от неизношенной поверхности к поврежденной, под действием внешних и внутренних сил, что позволяет экономить [2].

Термоупругопластическое деформирование занимает особое место среди методик восстановления пластическим деформированием. В процессе деталь нагревают, затем избирательно охлаждают, вследствие охлаждения за счёт внутренних механизмов происходит перераспределение материала с нерабочих поверхностей на поврежденные и изношенные площади детали.

Таким образом восстанавливают и упрочняют гильзы цилиндров двигателя и поршневые пальцы. Износ зеркала чугунной гильзы цилиндра не должен превышать 0,3 мм, а износ наружной цилиндрической поверхности поршневого пальца не должен превышать 0,03 мм [3].

### **Список литературы**

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.
2. Одинцов, Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. – М. : Машиностроение, 1997.
3. Пантелеенко Ф.И., Лялякин В.П., Иванов В.П., Константинов В.М. Восстановление деталей машин. Справочник под редакцией д.т.н., проф. В.П. Иванова. – М. : «Машиностроение», 2003. – 672 с.



## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Верченко Е.А., Новицкий А.С.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Гильза цилиндра – это металлическая деталь, внутри которой происходит рабочий цикл – сжатие топливной смеси и расширение газов, в результате этого перемещается поршень. Гильза является самой нагруженной частью двигателя, так как поршень в процессе своей работы давит на неё с огромной силой. Поэтому от качества ремонта гильзы цилиндров зависит бесперебойная работа двигателя [1, 2].

Рассмотрим восстановления гильз цилиндров термоупругопластическим методом под действием внутренних сил. Можно выделить несколько способов, они характеризуются созданием температурного градиента, движущегося вдоль оси гильзы. Удобной является схема размещения индуктора и спрейера с наружи гильзы цилиндров. В результате термоупругопластического метода происходит перенаправление металла на внутреннюю поврежденную поверхность. Подобный способ применяют для незакаливаемых гильз, изготавливаемых из специального легированного чугуна. Сначала гильзы прогревают до 500 градусов по Цельсию, для повышения пластичности металла.

При внутреннем диаметре гильзы 100...130 мм, то величина остаточного перемещения равна 0,7...1,3 мм, что достаточно при износе равным 0,3 мм износа зеркала гильзы, величине коробления 0,1 мм и припуске на механическую обработку 0,3 мм [3].

Моделирование процесса даст возможность определить оптимальные режимы технологии. Особенность этого процесса заключается в нагревании детали ниже точки  $A_{c1}$  на 20...30 градусов, методом создания температурного градиента вдоль оси. Гильзу перемещали относительно индуктора со скоростью 2,0...2,5 мм/с и охлаждали опрыскиванием ледяной водой. Затем деталь нагревали до температуры 350...400 градусов с последующим охлаждением на воздухе, что снимало высокие термические напряжения в металле.

Нагрев производят на ТВЧ, петлевым индуктором, затем охлаждают кольцевым спрейером. Мощность генератора ТВЧ равна 100 кВт, частота вращения гильз колеблется в пределах 30...50 мин<sup>-1</sup>, скорость вращения гильз относительно индуктора равна 3 мм/с и 20...40 л/м<sup>2</sup> необходимо воды для охлаждения [4, 5].

Каждый цикл ТПД изменяет остаточные деформации внутренней цилиндрической поверхности, например, составит при первом цикле равна 0,7...1,3 мм, а при втором цикле составит 1,1...1,9 мм. Происходит уменьшение как внутреннего, так и внешнего диаметра гильзы. Чтобы восстановить наружные посадочные пояски, необходимо нарастить их на толщину слоя 1,5...2 мм.

Подобное наращивание производят электродуговой металлацией, обычным режимом, либо стальной, либо алюминиевой проволокой. После растачи-

вают деталь на вертикально-расточных станках и хонингуют на хонинговальном станке. Затем на токарно-винторезном станке осуществляют механическую обработку наружных поверхностей гильз.

Подводя итог можно сказать, что рассматриваемый нами метод восстановления и упрочнения внутренних цилиндрических поверхностей, путём создания температурного градиента вдоль оси детали. Данный способ может успешно применяться на предприятиях ремонта изношенных деталей, а также на машиностроительных заводах для устранения брака изделий.

#### Список литературы

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. 166 с.

2. Шарая О.А., Водолазская Н.В., Варлыгин Г.А. Приспособление для закрепления гильз цилиндров при упрочнении электромеханической обработкой // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы: Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020.– С. 146-149.

3. Технология ремонта машин и оборудования: под ред. И.С. Левитского. 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Колос, 2005.

4. Ремонт автомобилей и тракторов. Учебник. 7-е изд. / Васильев Б.С., Долгополов Б.П., Доценко Г.Н., под ред. Зорина В.А. Изд-во: Академия / Academia, 2014.

5. Батырев, Е.С., Новицкий А.С. Неисправности карданной передачи автомобиля газель и способы их устранения // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 7-8. – EDN GLPZLL.

## КОМБИНИРОВАНИЕ СПОСОБОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

**Стребков С.В., Высочин Д.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, пос. Майский, Россия

В процессе эксплуатации поверхности сопрягаемых деталей изнашиваются, что приводит к потере их работоспособного состояния [1, 2]. Требуется проведение ремонта и замена сопрягаемых деталей [3]. Использование новых деталей в качестве запасных частей через дилерские сети существенно увеличивает эксплуатационные расходы из-за непомерно больших наценок. Такое положение вещей ведет к росту себестоимости продукции растениеводства и животноводства.

При производстве новой детали ее формируют на 100% из заготовки согласно чертежу. При изнашивании происходит потеря материала с поверхности детали и изменяется ее размер и форма. Но не все поверхности детали подвержены износу. Так, при эксплуатации наконечника глубокорыхлителя Риппер-512 абразивный износ составляет 10% от массы почвообрабатывающего рабочего органа. В этом случае остаточный ресурс составляет 90% [4]. В процессе эксплуатации крышка вихревого насоса для перекачки молока при потере массы из-за абразивного износа всего на 4,5% полностью теряет работоспособное состояние. Остаточный же ресурс составляет более 95%. Приведенные примеры показывают, что, условно, более 90% детали сохранила свои свойства и не требует затрат на изготовление с нулевого цикла, со стадии заготовки.

Возобновления ресурса сопряжения возможно механической обработкой, обеспечивающей необходимую посадку в сопряжении (метод ремонтных размеров): для сопряжения «шейка вала – вкладыш» или «поршень – гильза цилиндров». В случае, если ремонтные детали отсутствуют или нет сопрягаемых деталей нужно восстановить номинальные размеры детали компенсацией износа [5].

Существуют широко распространенные способы компенсации износа пластическим деформированием, наплавкой, напылением, гальванопокрытиями и т.п. [6]. При всей их доступности и технологичности они имеют ряд ограничений конструктивного, технического и технологического характера. Кроме того, необходимо при восстановлении учитывать характерные особенности изнашивания при эксплуатации. В этом случае концептуально принимается принцип восстановления с использованием упрочняющих технологий комбинированием различных способов восстановления. Повышенной износостойкостью должен обладать либо весь объем восстановления, либо только наружный поверхностный слой детали.

В настоящее время с учетом санкционных ограничений возникли задержки с поставкой запасных частей для зарубежной техники. Это приводит к увеличению сроков доставки, их удорожанию или даже к полному отказу в поставках. В университете на кафедре технического сервиса разработаны и успешно при-

меняются различные комбинированные способы восстановления с упрочнением поверхностей, подверженных интенсивному изнашиванию.

Для рабочих органов почвообрабатывающих машин предложена технология объемной послойной наплавки с применением термоупрочненных элементов с последующим нанесением на режущую поверхность и поверхность схода пласта противоизносного покрытия. Анкер глубокорыхлителя восстанавливается до номинальных размеров и при многократном восстановлении одних и тех же деталей (опыт 5 сезонов) достигнут ресурс с 600 га до 1200 га.

Для крышки (улитки) вихревого насоса перекачки молока предложена технология заварки дефектов в среде аргона с последующей механической обработкой привалочных плоскостей и внутренней полости. Рабочая внутренняя поверхность упрочняется электроискровой обработкой. Подтверждено двукратное увеличение ресурса.

Таким образом, восстановление деталей с применением комбинированных технологий имеет двойной экономический эффект. Существенно снижается стоимость запасных частей (до 50 и более процентов) и существенно сокращается объем их приобретения с сопутствующими рисками.

#### Список литературы

1. Слободюк А.П., Стребков С.В. Причины отказов рабочего органа дискатора // Научное обозрение. 2014. № 4. С. 26-33.
2. Водолазская Н.В. Моделирование технических систем для повышения надежности выпускаемой продукции // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: материалы XXII Междунар. научно-производ. конф. Белгородский ГАУ, 2018. – С. 196-198.
3. Бондарев, А.В. Анализ причин выхода из строя полуоси колесного трактора классической компоновки / А.В. Бондарев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы XXIII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2019 года. Т. 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 69-70. – EDN JKULYW.
4. Ковалев, С.В. Совершенствование электроконтактной приварки порошковых материалов / С.В. Ковалев, В.Н. Порицкий // Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 225-226. – EDN KOLRVL.
5. Соловьев, Е.В. Расчет режимов восстановления детали типа «полуось» вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 255-260. – EDN YVBDIZ.
6. Повышение эффективности крошения почвы стрелчатой лапой и её долговечности при формировании геометрии рабочей поверхности армирующей наплавкой / А.В. Бондарев, В.И. Борозенцев, А.Н. Макаренко [и др.]. – Москва-Белгород : ОАО Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 149 с. – ISBN 978-5-905563-53-9. – DOI 10.15217/B978-590556353-9. – EDN VVLYBB.

## **ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ ВЯЗКИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

**Горбачев Р.М., Минасян А.Г.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Белгородская обл., Россия

Введение западными странами многоуровневых санкций в отношении России актуализирует проблему замещения импорта продовольственных товаров. В сложившихся обстоятельствах в АПК все большее внимание необходимо уделять совершенствованию производственного оборудования и повышению его работоспособности в течение всего срока эксплуатации [1-3].

Во многих предприятиях молочной промышленности в технологических линиях для перекачивания по трубам вязких молочных продуктов в основном применяются роторные насосы серии НР-10. От работоспособности насоса зависит как безотказность технологической линии, так и производительность перерабатывающего предприятия. Таким образом, разработка мероприятий по обеспечению долговечности функционирования насоса роторного НР-10 является актуальной задачей. С целью выявления причин преждевременного отказа работы насоса необходимо провести анализ внешних и внутренних факторов, влияющих на процесс формирования отказа.

Цель работы – исследование причин износа рабочих поверхностей насоса роторного НР-10 и разработка методов повышения их износостойкости.

Программа экспериментальных исследований включает следующие этапы: изучение конструкции и работы насоса роторного; проведение поэлементного анализа деталей насоса и выявление причин отказа его работы; разработка методики и анализ износа критических элементов; разработка рекомендаций по мероприятиям обеспечения эксплуатационной надежности насоса.

Объектом исследования являлся снятый с производства по причине отказа работы насос роторный НР-10. Основными элементами конструкции насоса, влияющими на его функциональные свойства являются: глухая крышка, корпус рабочей камеры, промежуточная крышка, роторы и валы.

Результаты поэлементного анализа рабочих деталей после разборки насоса показали, что причиной отказа работы насоса являлся износ рабочих поверхностей крышек. Из существующих методов измерения величины износа [4], был выбран микрометрический метод для проведения исследований износа на боковых поверхностях крышек рабочей камеры насоса НР-10 [5].

Для проведения эксперимента необходимо было решить следующие задачи: выбрать базовую поверхность на крышках; определить необходимое число замеров и точек их расположения; поэтапно на каждой крышке определить величины износа в указанных точках и полученные данные занести в подготовленные таблицы; по результатам экспериментов построить графики, характеризующие расположение области износа; произвести общий анализ полученных результатов.

По результатам проведенных замеров выполнена графическая интерпретация распределения величин износа по области трения крышек [6]. Они показывают, что поверхности крышек изнашиваются неравномерно.

На основании результатов исследования можно сделать следующие выводы: причина отказа функционирования насоса обусловлена механическим изнашиванием рабочих поверхностей крышек корпуса насоса; анализ изношенных поверхностей крышек позволил установить картину износа в виде окружностей с неизменными значениями в радиальном направлении и максимальными значениями износа 0,42 мм и 0,22 мм, соответственно для глухой и промежуточной крышек; наиболее вероятными способами по обеспечению безотказного функционирования насоса, очевидно, являются ремонтное шлифование с учетом компенсации изменения звеньев функциональной размерной цепи или восстановление изношенной поверхности последующим шлифованием до заводского размера.

#### Список литературы

1. Пузь А.В., Бережная И.Ш. Обеспечение надежности оборудования перерабатывающих предприятий // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции. 2021. С. 127.
2. Анализ результатов экспериментальных исследований маслоизготовителя периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом / Ю.В. Польшивный, В.С. Парфенов, А.В. Яшин, В.А. Чугунов // Нива Поволжья. – 2017. – № 2 (43). – С. 85-90.
3. Махортов Н.Е., Водолазская Н.В. Об использовании диагностики основных элементов роторного насоса для повышения его надежности // Материалы международной студенческой научной конференции. Том 2. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2016. – С. 45.
4. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Шарая О.А. О причинах отказа и об оценке износа насосного оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. № 3 (11), 2016. С. 14-23.
5. Крагельский, И.В. Узлы трения машин: справочник / И.В. Крагельский, Н.М. Михин. – М. : Машиностроение, 1984. – 280 с.
6. Pastukhov A., Vodolazskaja N., Minasyan A. Method and results of the evaluation of the wear of the rotary pump / Traktori i pogonske mašine. 2015. T. 20. № 1. С. 36-42.

## О НАПЛАВКЕ ГОЛОВОК БЛОКА ЦИЛИНДРОВ

Демьяненко В.В., Бондарев А.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

При работе на двигателе в результате воздействия механических и тепловых нагрузок в нижней плоскости головки цилиндров накапливаются значительные внутренние напряжения, значения и характер распределения которых могут быть весьма различными [1]. Накопившиеся напряжения приводят к короблению головок, а в отдельных случаях – к появлению трещин. Если применить холодную электродуговую сварку, то возникающие при этом сварочные напряжения, складываясь на отдельных участках с остаточными, а также монтажными (при затяжке головки) и рабочими, вызовут появление новых трещин. Поэтому для наплавки гнезд нужно применять такой способ, который позволил бы снизить остаточные напряжения и не привел бы к возникновению новых. Такой способ – горячая сварка, обеспечивающая высокое качество сварных швов при минимальной напряженности детали [2].

При горячей сварке головку предварительно нагревают до температуры 600...650°C и сваривают при температуре детали не ниже 500°C. Нижний предел нагрева устанавливают, исходя из свойств чугуна, пластичность которого ниже этой температуры резко падает, что приводит к возникновению сварочных напряжений. Перед нагревом клапанные гнезда головок тщательно зачищают.

Для нагрева головки используют нагревательную камерную печь с электрическим или другим подогревом [3].

Большое значение имеет скорость нагрева и охлаждения деталей. Быстрый нагрев головки цилиндров может вызвать появление дополнительных напряжений.

### Список литературы

1. Соловьев, Е.В. Определение параметров восстановления полуоси вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 349-352. – EDN VXUFJQ.
2. Порицкий, В.М. Основные дефекты культиваторов и способы их устранения / В.М. Порицкий, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 243-246. – EDN TNPAGW.
3. Стребков, С.В. Надежность и ремонт машин : Учебное пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, С.Н. Алейник. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – 92 с. – EDN RLMCFL.

## УСТРАНЕНИЕ ТРЕЩИН ГОЛОВОК БЛОКА ЦИЛИНДРОВ

**Демьяненко В.В., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Головки блоков цилиндров, имеющие пробоины в камере сгорания, трещины, проходящие через отверстие под направляющую втулку, трещины размером свыше 2 мм около отверстия под шпильки крепления или штанги толкателей, выбраковывают. Остальные трещины в головке подлежат устранению [1].

Трещины, расположенные на необработанной поверхности головки и не проходящие через сопрягающиеся поверхности, заваривают без предварительного подогрева головки током обратной полярности электродами ЦЧ-4 или электродами из проволоки Св-08 с меловой обмазкой. Electroды перед заваркой необходимо просушить. Заварку следует вести наложением отжигающих валиков вдоль края трещины. Сразу после наложения валика необходимо удалить шлак и наложить второй (отжигающий) валик так, чтобы он не касался основного металла [2, 3].

Трещины в перемычках между клапанными гнездами обычно располагаются посередине перемычек и имеют не большую глубину, иногда они переходят в водяную рубашку. Трещины на фасках, как правило, носят поверхностный характер. Перед заваркой трещину разделяют.

Разделяют трещины на вертикально-фрезерном станке 6М12П, для чего головку устанавливают на стол станка на подкладки и закрепляют, затем концевой фрезой диаметром 10...12 мм удаляют металл вдоль трещины на всю длину и глубину, образуя своеобразный паз. При разделке трещины в перемычке между клапанными гнездами фреза может выходить в полость рубашки на глубину не более 15 мм от привалочной плоскости головки, так как в противном случае трудно будет обеспечить сварку металла в нижней части паза. При заварке трещин газовой сваркой с подогревом режимы нагрева головки применяют аналогичные режимам, применяемым при наплавке клапанных гнезд.

### Список литературы

1. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.

2. Ковалев, С.В. Совершенствование электроконтактной приварки порошковых материалов / С.В. Ковалев, В.Н. Порицкий // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 225-226. – EDN KOLRVL.

3. Бондарев, А.В. Исследование дефектов полуоси колесного трактора классической компоновки / А.В. Бондарев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 246-251. – EDN OUOMVV.



## СПОСОБ РЕМОНТА КЛАПАННЫХ ГНЕЗД

**Демьяненко В.В., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Отверстия под седла обрабатывают специальной оправкой. Центрирование инструмента производят с помощью направляющих цанговых оправок, устанавливаемых в отверстия под втулки клапанов. Применение жестких направляющих позволяет обрабатывать отверстия на вертикально-сверлильном станке 2Н135 и получать требуемую размерную и геометрическую точность обрабатываемых поверхностей. При растачивании головку устанавливают в специальное приспособление.

Вначале предварительно растачивают клапанные гнезда, а затем окончательно при  $100 \text{ мин}^{-1}$  шпинделя станка, ручной подаче за один проход. В подготовленные таким образом клапанные гнезда запрессовывают седла с помощью оправки. При этом головку цилиндров предварительно нагревают до температуры  $80...90^\circ\text{C}$ , а седла охлаждают в жидком азоте до  $-100...120^\circ\text{C}$  [2]. Нагрев головок производят в ванне для нагрева ОМ-1600, а охлаждение с помощью сосуда Дьюара.

Кольца должны быть запрессованы в выточки головки до отказа и без перекоса. После запрессовки производят зачеканивание седел в четырех точках равномерно на дуге через  $90^\circ$ . Затем головку цилиндров устанавливают на стенд ОР-6685 для обработки фасок клапанных гнезд, развертывают отверстия в направляющих втулках и зенкуют фаски клапанных гнезд. Отверстия во втулках развертывают при  $50 \text{ мин}^{-1}$  и подаче  $0,57 \text{ мм/об}$  за один проход, зенкование производят при  $200 \text{ мин}^{-1}$  зенкера, подача  $0,57 \text{ мм/об}$  за несколько проходов [3].

### Список литературы

1. Цыпкина, И.В. Обоснование способов восстановления деталей машин / И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 83-84. – EDN JKSIMC.

2. Соловьев, Е.В. Аддитивные технологии / Е.В. Соловьев // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий : Материалы XX Международной научно-производственной конференции, Белгород, 23–25 мая 2016 года. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – С. 98-99. – EDN XDFNNH.

3. Технологические процессы ремонтного производства: учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.

## **ПЕРЕДВИЖНОЙ АППАРАТ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ НАРУЖНОЙ МОЙКИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ**

**Добрицкий А.А., Казаков Д.Г.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, пос. Майский, Россия

Актуальным является наружная очистка и мойка автотракторной техники, а также ее деталей и узлов от различных эксплуатационных и технологических загрязнений при осуществлении разборочно-сборочных операций технического обслуживания, текущих и капитальных ремонтов [1-3]. Для автоматизации и сокращения трудоемкости выполняемых работ по наружной мойке автомобилей и агрегатов, а также очистке и мойки деталей и узлов автотракторной техники целесообразно и необходимо выполнять их механизировано [2-5]. Разработка и усовершенствование конструкций различных аппаратов и оборудования для наружной очистки и мойки машин, деталей и узлов различных агрегатов автотракторной техники является перспективной и актуальной [4-7].

Нами предлагается конструкция универсального, автономного, передвижного аппарата высокого давления (АВД) для наружной мойки автотракторной техники, агрегатов, узлов и деталей. Сфера применения предлагаемой конструкции – автомойки (осуществления наружной мойки тракторов, сельскохозяйственной техники, легковых и грузовых автомобилей, а также для мойки деталей и узлов различной автотракторной техники), уборка цехов и помещений на пищевых предприятиях, коммунальная сфера, очистка фасадов и другие виды работ. При мойке с использованием предлагаемого передвижного аппарата высокого давления реализуется физико-химический способ очистки, основной принцип которого заключается в подводе направленной струи воды высокого давления из специального сопла, в результате чего эффективно удаляются различные виды загрязнений в том числе и из труднодоступных мест.

Для эффективной работы конструкции установлен АВД с применением системы «Total Stop» при использовании его с электродвигателем. Также реализован режим работы «By Pass» (работа двигателя и насоса в режиме холостого хода при отпущенной клавише пистолетной рукоятки), который уменьшает электрическую и гидравлическую нагрузку на аппарат. Конструктивно предлагаемый аппарат имеет встроенную буферную емкость с поплавковым клапаном, которая предотвращает эффект кавитации деталей [1-2] насоса высокого давления и обеспечивает дополнительное охлаждение. Соединения шланга и насадки выполнены быстросъемными муфтами. В процессе осуществления мойки при необходимости можно применить пенный насадок или модуль пеногенерации, который обеспечить покрытием моющие поверхности пеной.

Предлагаемый передвижной аппарат высокого давления для наружной мойки автотракторной техники, агрегатов, узлов и деталей имеет следующие технические характеристики: тип – передвижной; конструкция – сборочно-сварная; расход воды 900 л/час; рабочее давление воды 480 бар; обороты насоса

1450 об/мин; тип приводного двигателя – бензиновый и электрический; мощность двигателя 17,7 кВт; потребляемая мощность электродвигателя 7,5 кВт; система защиты – автоотключение, защита двигателя от перегрева; применяемые насадки – стандартные; длина шланга в инерционной катушке – 20 метров; количество обслуживающего персонала 1 чел.; масса 100 кг.

Предлагаемый передвижной аппарат высокого давления для наружной мойки автотракторной техники будет полезен для авторемонтных предприятий, станций технического обслуживания и автосервисов специализирующихся на ремонте машин, позволяющий значительно ускорить процесс мойки и очистки, а также сократить трудоёмкость выполняемых работ.

### Список литературы

1. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 181 с.

2. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 166 с.

3. Гидромеханизация сельскохозяйственных процессов / С.Ф. Вольвак, Ю.Н. Ульянов, Д.Н. Бахарев, М.В. Щербатюк. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – 197 с.

4. Пичугов, Г.В. Совершенствование процесса мойки деталей и агрегатов / Г.В. Пичугов, С.В. Ковалев // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции. Тезисы докладов, п. Майский, 29–30 марта 2022 года. Том 4. – Майский : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 259-260.

5. Анализ способов очистки и мойки поверхностей деталей в процессе ремонта агрегатов автотракторной техники / И.В. Фадеев, Е.И. Степанова, В.П. Воронов, С.Д. Полищук // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 183-192.

6. Добрицкий, А.А. Мобильный моечный модуль высокого давления универсального назначения / А.А. Добрицкий // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 25-26.

7. Добрицкий, А.А. Многофункциональный моечный модуль / А.А. Добрицкий // Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции, Майский, 26–27 мая 2021 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 99-100.

## УСТАНОВКА СБОРА ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ ДЛЯ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Добрицкий А.А., Карпенко М.Э.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, пос. Майский, Россия

Значительная трудоемкость выполняемых работ связанных с заменой технологических жидкостей автотракторной техники затрачивается при проведении технического обслуживания, текущих и капитальных ремонтов [1-2]. При обеспечении качественного технического сервиса техники необходимо обеспечить возможность упрощенного слива отработавших технических жидкостей, в частности слива отработавшего масла [1-4].

Отработавшее масло опасно для экологии и здоровья человека. Масло загрязняет различные водоемы, проникает в подземные воды, а при употреблении с водой отработанное масло для человека является канцерогенным и мутагенным веществом, влияющим на репродуктивные функции [2-4]. Следует отметить, что всего лишь один литр масла способно загрязнить один миллион литров воды. Соблюдая экологическую безопасность на станциях технического обслуживания и ремонта автотракторной техники отработавшее масло в обязательном порядке должно быть собрано в специальные резервуары для дальнейшей его утилизации или переработки [3, 5]. Для таких целей применяют различные приспособления и устройства, поэтому актуальным является разработка новых конструкций приспособлений и устройств для слива и сбора отработанных масел [2-4].

Изучив и проанализировав конструкции приспособлений и устройств для сбора отработанных масел, а также тщательно изучив их недостатки, нами предложено устройство для сбора отработанных масел, которое предназначено для использования его на авторемонтных предприятиях, станций технического обслуживания и автосервисов специализирующихся на ремонте машин. Устройство может использоваться как встроенное внутрь технологической ямы ремонтного производства, так и без нее. Предлагаемое устройство состоит из накопительного бака, который предназначен для первичного приема и накопления отработанного масла с емкостью в 100 литров, компрессора, опорной рамы, накопительного резервуара и чаши со шлангом. Накопительный бак представляет собой цилиндрический корпус, по бокам которого закрыт двумя торцевыми крышками. Левая торцевая крышка бака приварена тавровым сварочным соединением к цилиндрическому корпусу и имеет нижнее и верхнее отверстие. В нижнее отверстие приварен ниппель для дальнейшего слива отработавшего масла в резервуар, в верхнее ниппель для подвода воздуха через пневматический рукав от компрессора. Правая торцевая крышка накопительного бака прикручивается болтовыми соединениями через уплотнительную паронитовую прокладку для возможности проведения очистительных работ накопительного бака. Правая торцевая крышка в верхней части имеет отверстие, к которому

приварен ниппель заливного крана. В цилиндрическом корпусе накопительного бака в самой верхней части предусмотрен дыхательный клапан. При сливе накопившегося отработанного масла в резервуар дыхательный клапан закрывается. Накопительный резервуар представляет собой прямоугольный цельнометаллический бак объемом 950 литров. Сверху резервуара имеется люк с крышкой, а также установлен дыхательный клапан, который способствует свободному сливу отработанного масла. Также сверху резервуар соединен трубопроводами с накопительным баком. В торцевой части в резервуаре предусмотрен люк на болтовом соединении для возможности очистки резервуара.

Техническая характеристика предлагаемого устройства для сбора отработанных масел следующая: конструкция – сборочно-сварная; тип применяемого компрессора – поршневой, винтовой; требуемая производительность компрессора – 240 л/мин; требуемое давления компрессора – 0,4–0,88 МПа; объем накопительного бака – 100 л; объем накопительного резервуара – 950 л; высота подъема масла, не менее 3 м; максимальное расстояние транспортировки – 8 м; габаритные размеры 2195x1875x1745 мм; масса (без учета компрессора) 290 кг.

Предлагаемое устройство для сбора отработанных масел автотракторной техники будет полезно для авторемонтных предприятий, станций технического обслуживания и автосервисов, специализирующихся на ремонте машин, позволяющий обеспечить возможность упрощенного слива отработавших технических жидкостей, а также сократить трудоёмкость выполняемых работ.

#### Список литературы

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 166 с.

2. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с.

3. Оборудование и эксплуатация нефтебаз и автозаправочных станций / А.А. Добрицкий, А.В. Бондарев, Д.Н. Бахарев [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 227 с.

4. Новицкий, А.С. Комплексный критерий оценки эксплуатационных свойств моторных масел / А.С. Новицкий, Е.С. Батырев // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 53-55.

5. Вольвак, С.Ф. Основы гидравлики и теплотехники : Практикум / С.Ф. Вольвак, Ю.Н. Ульянов, Д.Н. Бахарев. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 238 с.

## **ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ПРОМЫВКИ МАСЛЯНЫХ КАНАЛОВ И МОЙКИ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ**

**Добрицкий А.А., Гуденко М.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, пос. Майский, Россия

Очистка и мойка машин, агрегатов и деталей является важным технологическим процессом при осуществлении ремонта и технического обслуживания различной техники, оказывающий огромное влияние на культуру ремонтного производства, производительность труда, качество ремонта, предотвращения поломки машин и увеличения их ресурса [1]. В ряде двигателей внутреннего сгорания смазка шатунных подшипников коленчатых валов, как правило, осуществляется от одной коренной шейки через сквозное отверстие в теле коленвала [1-2]. В процессе эксплуатации выявляется, что при недостаточной очистке масляных каналов при текущем и капитальном ремонтах двигателей от продуктов износа происходит более интенсивное изнашивание сопрягаемых поверхностей (шейка-вкладыш) значительно сокращая ресурс деталей [1-3]. Пренебрегая чисткой каналов коленчатых валов при их ремонте в дальнейшей эксплуатации, наступает закупоривание масляных каналов, приводящее к масляному голоданию подшипников скольжения, шатунных шеек коленвала и нижних головок шатунов [2, 3]. Масляное голодание приводит к граничному и сухому трению, а это как правило сопровождается повышенными температурами на поверхностях трения, пластическими деформациями и схватыванием [1-4]. Все это приводит к более дорогостоящему дальнейшему ремонту двигателя с заменой сопрягаемых деталей. Поэтому целесообразным и необходимым является чистка масляных каналов коленчатых валов при текущем и капитальном ремонте двигателей внутреннего сгорания различными способами вручную или с применением универсального оборудования и приспособлений снижающих трудоемкость выполняемых работ [5-6].

Исходя из вышеизложенного, нами предлагается конструкция приспособления для промывки масляных каналов и наружной мойки коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания. Приспособление представляет собой сварной пустотелый корпус, используемый в качестве емкости высокого давления, который установлен на крепежные опоры устройства. Емкость высокого давления приспособления с боковой его части снабжена штуцером для подключения рукава высокого давления от аппарата высокого давления. С торцевой и тыльной стороны емкости высокого давления установлен штуцер или быстро разъемное соединение для подключения к пистолету высокого давления. Сверху емкости высокого давления установлены передвижные опорные стойки с возможностью перемещения их по направляющим стоек для регулировки под разную длину коленчатого вала. Для предотвращения царапин на шейках коленчатого вала каждая стойка выполнена с обрешиненной маслостойкой рабочей поверхностью.

Технологический процесс мойки и промывки масляных каналов коленчатого вала на предлагаемом приспособлении заключается в следующем. Предварительно подключив предлагаемое приспособление к аппарату высокого давления и обеспечив беспрепятственный слив отработанной жидкости в накопительную емкость, коленчатый вал устанавливают на обрезиненные передвижные опорные стойки устройства для промывки масляных каналов. При необходимости передвижные опорные стойки подгоняют под базовую длину коренных шеек, так чтобы центр тяжести коленчатого вала находился между опорных стоек. Наружную мойку коленчатого вала осуществляют с помощью насадка пенного для пистолета высокого давления, подключенного с тыльной стороны емкости высокого давления предлагаемого устройства.

Перед очисткой масляных каналов извлекают заглушки коленчатого вала. При сильном закупоривании грязевыми отложениями масляных каналов предварительно их прочищают. Далее плотно прижимают к торцу сверления очищаемого масляного канала коленчатого вала гибкий резиновый насадок пистолета высокого давления и включив курок пистолета производят очистку канала. Для эффективной очистки необходимо поочередно перекрывать отверстия сверлений коренных и шатунных шеек резиновой заглушкой. Проворачиванием коленчатого вала вокруг оси в удобное положение очищают оставшиеся масляные каналы.

Предложенная оригинальная конструкция приспособления для промывки масляных каналов коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания будет весьма полезна для авторемонтных предприятий, станций технического обслуживания и автосервисов специализирующихся на ремонте машин.

#### Список литературы

1. Хрулев А.Э., Кротов М.В. Влияние неисправностей в системе смазки на характер повреждения подшипников ДВС // Научно-технический журнал «Двигатели внутреннего сгорания». – Харьков : НТУ «ХПИ». – 2018. № 1. С. 74-81.
2. Assessment of operability of compressor crankshaft / A. Pastukhov, A. Kolesnikov, D. Bakharev, I. Berezhnaya // Engineering for Rural Development : Proceedings, Jelgava, 23–25 мая 2018 года. Vol. 17. – Jelgava : Latvia University of Agriculture, 2018. – P. 850-855.
3. Мезенцев, Ю.А. Технология ремонта двигателей внутреннего сгорания / Ю.А. Мезенцев, И.В. Цыпкина // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции, Том 3. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 118.
4. Хихлушка, А.В. Основные дефекты коленчатого вала двигателя д-240 / А.В. Хихлушка, А.В. Сахнов // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции, Том 3. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 131.
5. Патент на полезную модель 196799 U1 Российская Федерация МПК В08В 3/04 (2006.01) Стенд для мойки деталей и промывки масляных каналов коленчатых валов двигателей / Добрицкий А.А., Сахнов А.В., Скурягин Н.Ф.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – № 2019138654; заяв. 28.11.2019; опубл. 16.03.2020 г., Бюл. № 8. – 8 с.: ил.
6. Добрицкий, А.А. Стенд для промывки масляных каналов коленчатых валов / А.А. Добрицкий, А.В. Сахнов // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 319-322.

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ И СОСТОЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В ООО «РУСАГРО-ИНВЕСТ» ВОЛОКОНОВСКОГО РАЙОНА

**Евсеев А.А.**

**Научный руководитель – Пастухов А.Г.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Введение.** Основное направление 2023 года – переориентация с Европейского рынка на Азиатский, а также импортозамещение. В связи с нестабильной внешней обстановкой, на развитие внутреннего рынка брошены немалые силы. Подписанное таможенное соглашение между Китаем в 2019 году позволило РФ выйти на китайский рынок по поставкам мяса и молока. Сельскому хозяйству, из-за развития нового рынка сбыта, пришлось увеличивать объемы продаж, что привело к существенному увеличению расходов на техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) машин, в основной части это затронуло небольших сельских товаропроизводителей. Больше половины современного парка машин АПК подверглась ремонту и ещё больший процент регулярно проводит техническое обслуживание. Система ТОиР является необходимой вынужденной мерой для поддержания работоспособного парка техники. С каждым годом, в связи с увеличением тенденции по оптимизации затрат, на технику накладывается дополнительная нагрузка. В периоды посевных и заготовительных работ техника работает круглосуточно, что в следствии приводит к увеличению ремонтных и технико-обслуживающих работ [1].

**Материалы и методы.** Для планирования и обеспечения качества работ по ТОиР необходимо совершенствовать технологии и технические средства с учетом многомарочности техники в машинно-тракторном парке (МТП) предприятий. Для обеспечения высокой готовности техники система технического сервиса вынуждена реорганизовываться, применять новые подходы и методы по организации ремонта и сервиса машинно-тракторного парка [2].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Одним из выбранных векторов повышения эффективности использования МТП является внедрение новых научных подходов, которые обеспечат эффективное использование уже имеющейся материально-технической базы производителей сельскохозяйственной отрасли [3].

ООО «Русагро-Инвест» Волоконовского района зарегистрировано 27.11.2002 г. Предприятие находится в юго-восточной части Белгородской области, административный центр – н.п. Ютановка, расположена в 2 км от районного центра п.г.т. Волоконовка и в 123 км от областного центра г. Белгород.

Основной вид деятельности ООО «Русагро-Инвест» является выращивание сахарной свеклы, зерновых и зернобобовых культур. Производственные отделения имеют четыре участка: Грушевский, Малиновский, Тишанский и Чаплянский. На предприятии выращивают озимую пшеницу на 8682 га, ячмень за-



нимает 2596 га, кукуруза на зерно посеяна на 1348 га, сахарная свекла – на 4292 га, соя – на 6050 га.

На предприятии реализуются дополнительные виды деятельности: выращивание картофеля, столовых корнеплодных и клубнеплодных культур с высоким содержанием крахмала или инулина; выращивание масличных культур; выращивание кормовых культур; заготовка растительных кормов; разведение крупного рогатого скота; производство неочищенных растительных масел; производство цельномолочной продукции. Своевременную послеуборочную обработку зерна обеспечивают 7 хранилищ и 5 механизированных токов. На предприятии имеются специальные хранилища для корнеплодов.

Климат Волоконовского района умеренно-континентальный, с довольно мягкой зимой со снегопадами и оттепелями, продолжительным летом. Среднегодовая температура воздуха равняется +7,2°C. Самым холодным месяцем является январь, а самым теплым – июнь. Организация и её угодья располагаются в районе чернозёмных почв: черноземы типичные – 46,6%, пойменные слабокислые и нейтральные – 4,9%, темно-серые лесные – 7%, черноземы обыкновенные – 15%, черноземы оподзоленные – 11,8%, черноземы выщелоченные – 7,2%, серые лесные – 4,4%. Исходя из этого, природно-климатические условия позволяют выращивать все различные сельскохозяйственные культуры.

Состав машинно-тракторного парка включает: автомобили УАЗ-3303, ЗИЛ-ММЗ-555, КамАЗ-5320, АТЗ 465А1-10, ГАЗ-3307, ПАЗ-32054-110, ГАЗ-3302, УАЗ-236021 (2), ГАЗ-3301 (средний срок эксплуатации составляет 6 лет); тракторы К-700А, Т-150 (2), МТЗ-82 (8), JOHN DEERE 6130D (3), JOHN DEERE 7830 (2) (средний срок эксплуатации более 12 лет); комбайны: зерноуборочные Джон Дир S670 (2) и Джон Дир 9670S (3), силосоуборочный КСК-100 (2); сельскохозяйственные машины и оборудование: культиваторы HORSH Tiger (10), сеялки СЗ-5,4 (5), СЗТ-4,2 (5), плуги ПЛН-8-35 (2), ПЛН-5-35 (5), ПЛН-4-35 (8), бороны БЗСС-1 (27), сцепка СП-11 (12), пресс-подборщик ПРФ-145 (2), грабли ГВР-6 (2), косилки КС-2,1 (3), стогомет ПФ-0,5, погрузчик ПКУ-0,8 (2), разбрасыватели минеральных удобрений PS-XL 3200 (4) и PS-XL 3500 (3), опрыскиватель М-44Д.

**Заключение.** На основе обобщения можно сделать следующие выводы:

- представлены данные по характеристике производственных условий предприятия, которые позволяют осуществлять эффективную деятельность;
- техническое обеспечение производства характеризуется многомарочностью и высоким сроком эксплуатации МТП.

#### Список литературы

1. Основы организации технического сервиса в агропромышленном комплексе: учебник / под ред. И.Н. Кравченко и Ю.А. Кузнецова. М. : Кнорус, 2022. 452 с.
2. Технологические процессы в техническом сервисе машин и оборудования: учеб. пособие / И.Н. Кравченко, А.Ф. Пузряков, В.М. Корнеев и др. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 346 с.
3. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях : монография / Бондарева Г.И., Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. и др. – М. : ООО «Онто-Принт», 2020. 95 с.

## **СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ НОЖЕЙ БАРАБАННЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ**

**Егошин П.О., Агафонова Е.В.**

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск

Проблема повышения надежности и износостойкости узлов сельскохозяйственной техники имеет огромное значение в сфере экономике сельскохозяйственного предприятия и снижения расходов на ремонт и обслуживание техники. Современные зерноуборочные комбайны имеют большое количество узлов, имеющих низкую износостойкость к ним относят различные режущие детали, которые работают в тяжелых условиях абразивного изнашивания. Данные условия работы способствуют небольшому ресурсу и частым отказам [1]. Для продления срока службы этих деталей на рабочих поверхностях создаются упрочняющие слои и покрытия с высокими физико-механическими свойствами [2].

Повышения надежности ножей барабанного измельчителя зерноуборочного комбайна John Deere W650, за счет повышения их износостойкости, может сократить расходы на закупку новых ножей и их замену. Зная процесс работы измельчителя, можно сделать вывод, что при работе всего комбайна во время уборки, в рабочую зону измельчителя могут попадать камни и прочий мусор, который может легко обломить нож, если он не будет обладать достаточной пластичностью. Но в то же время нож должен обладать достаточно твердой кромкой, чтобы долгое время не терять остроты и справляться со своей функцией – измельчением соломы и стебельчатой массы.

Для изготовления ножей барабанного измельчителя зерноуборочного комбайна необходимо использовать стали, обладающие достаточной пластичностью, которая не позволит сломать нож и высокой прочностью, которая позволит ножу удерживать форму и не изгибаться. Этим требованиям удовлетворяют такие стали, как 45, 65Г, Х6ВФ, 9Х5ВХ, 30ХГСА, У8А и другие. Однако эти стали не обладают повышенной износостойкостью, что приводит к изнашиванию кромок ножей. Поэтому для увеличения срока работы ножей барабанного измельчителя зерноуборочного комбайна John Deere W650 требуется поверхностное упрочнение режущих кромок ножей. Среди упрочняющих технологий особое место занимают физико-химические способы воздействия на поверхность материала, так как состояние поверхности во многом определяет уровень прочности и эксплуатационные свойства деталей машин [3].

Для повышения износостойкости режущих поверхностей применяют различные технологии упрочнения, такие как погружения в расплав, термомеханические методы, различные методы напыления и наплавки. Широко применяются технологии упрочнения рабочих органов покрытиями из сплавов системы Fe-Si-C-Cr-CuMn-Ni способом индукционной наплавки [4]. Используется технология упрочнения режущих деталей зерноуборочных комбайнов нанесением

на поверхности электроискрового покрытия из аморфного сплава марки 84КХСР [2]. Существуют технологии упрочнения на основе армирования рабочих углов металлокерамическими твердыми сплавами с применением железистых припоев, позволяющих решать проблему прочности и твердости рабочих поверхностей [5].

В качестве упрочняющей технологии ножей барабанного измельчителя предлагается плазменное напыление, которое позволяет наносить тонкий равномерный слой на поверхности ножей, не требующей дальнейшей механической обработки, а упрочняющий слой не содержания пор и пустот в покрытии. Для получения износостойкого покрытия предлагается использовать порошок ПР-С27 на железной основе с высоким содержанием хрома. Он используется для наплавки деталей машин и механизмов, работающих в условиях абразивного изнашивания, с умеренными ударными нагрузками, что повысит сопротивление попаданию камней, песка и др.

Таким образом, получаемый упрочненный слой на ноже барабанного измельчителя обладает твердостью 50...53 HRC. Следовательно, будет обладать большей надежностью и износостойкостью, чем заводской нож, выполненный из легированной стали.

#### Список литературы

1. Установление причин аварийного разрушения вала ротора турбокомпрессоров / А.А. Киселев, Т.В. Возженникова, Е.В. Агафонова, Р.В. Конореев // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: Материалы IX региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова, Новосибирск, 09–10 октября 2017 года / Новосибирский государственный аграрный университет. Инженерный институт. – Новосибирск : ИЦ «Золотой колос», 2017. – С. 118-122. – EDN VMFLED.
2. Кузнецов, И.С. Упрочнение режущих деталей зерноуборочных комбайнов John Deere электроискровой обработкой / И.С. Кузнецов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 9. – С. 219-223. – EDN YTASHJ.
3. Шарая, О.А. Способы повышения износостойкости изделий из чугуна путем упрочняющей обработки их поверхности / О.А. Шарая, Н.В. Водолазская. – 2020. – № 4 (28). – С. 106-116. – EDN RLOWDI.
4. Разработка и исследование нового материала для упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин индукционной наплавкой / В.Ф. Аулов, В.В. Иванайский, А.В. Ишков [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6 (200). – С. 106-111. – EDN AXHIXS.
5. Коноводов, В.В. Повышение эксплуатационной надежности молотков кормодробильных машин конструктивно-технологическими методами / В.В. Коноводов, Е.В. Агафонова, С.В. Щелоков // Технический сервис машин. – 2018. – Т. 133. – С. 205-212. – EDN VRSZSK.

## СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП

**Жуков С.В., Ковалев С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Существуют различные способы восстановления стрелчатых лап, соответственно и различные способы фиксации их при восстановлении [1-4].

При наплавке следует исключить смещение лапы для предотвращения образования неправильной геометрической формы наплавляемого слоя, пропусков и некачественного сцепления свариваемых поверхностей.

Известны полезные модели рабочего органа, упрочненного комбинированной наплавкой. Рабочий орган для безотвальной обработки почвы выполнен с наплавленными твердосплавными покрытиями толщиной 2-4 мм, расположенными на лицевой и тыльной сторонах поверхности рабочего органа симметрично относительно его оси в виде валиков, состоящих из наплавленных твердосплавных точек. Покрытия, нанесенные в носовой части рабочего органа на его лицевой и тыльной поверхностях от носка до последнего, расположенного на оси симметрии валика, выполнены в виде сплошных валиков. Использование полезной модели позволяет снизить скорость изнашивания носовой части рабочего органа (лапы) для безотвальной обработки почвы в зонах наибольших нагрузок [5].

Также известен способ восстановления стрелчатых лап культиваторов. Способ включает удаление изношенной рабочей части стрелчатой лапы культиватора шлифовальным отрезным кругом. Затем изготавливают новую рабочую часть из среднеуглеродистой стали в виде сменной угловой пластины. В сменной угловой пластине выполняют сквозные продолговатые отверстия, затачивают с образованием лезвия. На восстанавливаемой стрелчатой лапе культиваторов выполняют резьбовые отверстия для крепления сменной угловой пластины посредством винтов. Сменную угловую пластину упрочняют с тыльной стороны в три слоя. Первый и третий слои получают электроискровым нанесением износостойкого сплава. Второй слой получают электродуговой металлизацией проволоки. Техническим результатом изобретения является повышение качества упрочняемой поверхности стрелчатых лап культиваторов.

Применение устройства для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков позволяет точно размещать валики по поверхности стрелчатой лапы в соответствии с техническими требованиями и повышает производительность труда операторов [6].

### Список литературы

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.

2. Упрочнение рабочей кромки почвообрабатывающих орудий электроискровым легированием / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Международной научно-практической конференции. – Майский : Белгородский ГАУ, 2018. – С. 399-403. – EDN YPEVSJ.
3. Патент на полезную модель № 198789 U1 Российская Федерация, МПК А01В 15/00. Устройство для фиксации стрельчатой лапы при наплавке валиков : № 2019145408 : заявл. 26.12.2019 : опубл. 28.07.2020 / Н.Ф. Скурятин, А.С. Мацан, А.С. Новицкий [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN HBQLLW.
4. Ковалев, С.В. Совершенствование электроконтактной приварки порошковых материалов / С.В. Ковалев, В.М. Порицкий // Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 225-226. – EDN KOLRVL.
5. Романченко, М.И. Диагностирование дизеля по моменту начала нагнетания топлива / М.И. Романченко, А.С. Новицкий // Сельский механизатор. – 2019. – № 12. – С. 40-42. – EDN MXEIZB.
6. Повышение эффективности крошения почвы стрельчатой лапой и её долговечности при формировании геометрии рабочей поверхности армирующей наплавкой / А.В. Бондарев, В.И. Борозенцев, А.Н. Макаренко [и др.]. – Москва-Белгород : ОАО Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 149 с. – ISBN 978-5-905563-53-9. – DOI 10.15217/B978-590556353-9. – EDN VVLYBB.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ НОЖЕЙ КОРМОСМЕСИТЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ**

**Кадин И.Н., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одним из главных направлений в развитии агропромышленного комплекса страны является интенсификация сельскохозяйственного производства.

В настоящее время любое современное хозяйство, желающее получить высокие результаты в животноводстве, должно не только создать оптимальные условия при организации скотомест и обзавестись племенным стадом, но и активно развивать кормовую базу вкупе с внедрением современных агрегатов для заготовки и создания кормосмесей [1].

Кормосмесители, которые ныне предлагаются потребителям, можно отнести к двум типам: горизонтальному и вертикальному. Деление происходит в соответствии с видом смешивающих рабочих органов [2].

Несмотря на разделение по типам, все они оснащены ножами для измельчения кормовых компонентов рациона и способствуют качественному смешиванию кормовой базы.

Нож является сменной частью рабочего органа кормосмесителя. Он установлен на вертикальном коническом шнеке и предназначен для измельчения и перемешивания грубых составляющих корма. Для снижения эксплуатационных затрат сельхозтоваропроизводители в целях экономии используют взамен изношенных деталей не оригинальные, а более дешевые аналоги.

Основным способом в совершенствовании средств механизации для производства кормов является разработка и создание энергосберегающих высокоэффективных измельчающих машин с модернизированными рабочими органами [3, 4].

Ухудшение качества измельчения происходит при нарушении геометрии рабочей кромки ножа, на что на прямую влияет абразивное изнашивание. Поскольку параметр предельного состояния – угол заточки, то процесс изнашивания определяется по замеру линейных размеров от начальной точки – отверстия крепления до характерных точек – вершин зубьев.

Среди всех видов термических или химико-термических методов обработки металлов и их сплавов следует отдать предпочтение электроискровой обработке металла [5]. Данный вид обработки металлов отличается высокой точностью и производительностью. Ее суть заключается в том, что искровой разряд непосредственно воздействует на поверхность металла. В электрическом поле создается разряд, являющийся пучком ярких искровых каналов. Внутри каждого из них помещена плазма, состоящая из электродных ионов и ионов газа, которые мгновенно испаряются под действием разряда.

Электроискровая обработка металла происходит в жидком изоляторе, диэлектрике. Под действием такого импульса на металлические изделия поверхность металла получает нагрев в определенных точках. Вследствие чего металл начинает нагреваться, плавиться и испаряться [6].

Упрочнение рабочей поверхности предлагаем проводить по следующей технологии. Переднюю поверхность нового ножа требуется очистить от загрязнений и заводских покрытий с применением абразивного инструмента и при помощи установки сверхзвукового напыления ДИМЕТ-405 активировать потоком порошка оксида кремния. Первый слой материала нанести комплексом БИГ-4 на режиме с коэффициентом энергии 0,8 с минимальной амплитудой колебания электрода (амплитудный ток 200 А, длительность импульса 80 мкс, частота импульсов 600 Гц, энергия импульсов 0,29 Дж). Затем нанести основной слой покрывающего материала на режиме с коэффициентом энергии 1,0 (амплитудный ток 200 А, длительность импульса 170 мкс, частота импульсов 420 Гц, энергия импульсов 0,61 Дж) с максимальной амплитудой.

#### Список литературы

1. Experimental researches of liquid batcher mixer / A. Kolesnikov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan, K. Kazakov // Engineering for rural development. Proceedings, Vol. 20. Latvia University of Life Sciences and Technologies. – Jelgava, 2021. P. 124-129. DOI: 10.22616/ERDev2021.20.TF024.
2. Роль кормосмесителей в повышении продуктивности крупного рогатого скота и экономии кормов [Электронный ресурс] // БИОХИМ-ТЛ : [сайт]. – URL: <https://biohim.com.ru/articles/kormosmesiteli> (дата обращения: 22.02.2023).
3. Модернизация измельчителя кормов [Электронный ресурс] / Халимов Р.Ш., Аюгин Н.П., Татаров Л.Г., Кундротас К.Р. – URL: <https://research-journal.org/archive/11-65-2017-november/modernizaciya-izmelchitelya-kormov> (дата обращения: 22.02.2023).
4. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 76 с. – EDN TXCLKE.
5. Бережная И.Ш. Применение электроискрового наращивания при восстановлении деталей машин // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : Материалы XXII междунар научно-производственной конференции. 2018. С. 198-200.
6. Электроискровая обработка металлов [Электронный ресурс] // МЕТАЛЛООБРАБОТКА-2023 : [сайт]. – URL: <https://www.metobr-expo.ru/ru/articles/elektroiskrovaya-obrabotka-metallor/> (дата обращения: 25.02.2023).

## **ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

**Кандауров Я.В., Минасян А.Г.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Белгородская обл., Россия

Развитие сельского хозяйства во многом зависит от успехов в создании и реализации эффективных и ресурсосберегающих технологий, новых материалов и конструкций. Требования повышения качества, надежности и долговечности работы деталей в машине и машины в целом в значительной степени определяются физико-механическими и геометрическими характеристиками деталей и их рабочих поверхностей [1, 2]. Именно качество рабочих поверхностей практически во всех случаях предопределяет важнейшие эксплуатационные свойства деталей – прирабатываемость, износостойкость, сопротивление схватыванию и др. Опыт эксплуатации сельхозтехники по данным исследователей и производителей показал, что одним из недолговечных агрегатов механических трансмиссий являются крестовины карданных шарниров. Следовательно, научные исследования, направленные на решение проблемы разработки перспективных технологических процессов упрочнения – повышения срока службы при изготовлении или восстановлении крестовин тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин, является актуальной задачей. Как показывают многочисленные исследования, одним из способов решения этой задачи, является электромеханическая обработка (ЭМО). Это современная, эффективная, энергосберегающая, безопасная и экологически чистая обработка [3].

Результаты исследования показывают, что основными факторами, влияющими на качество рабочих поверхностей крестовин при ЭМО являются: конструкционные (назначение марки стали, ее твердость, геометрические формы, размеры, шероховатость детали); технологические (параметры режима обработки: временные, скоростные, силовые, температурные, электрические, глубина упрочняемого слоя, термическая обработка) и эксплуатационные (техническое обслуживание) параметры [4-6].

Предложенный нами технологический процесс ЭМО при изготовлении крестовин включает в себя: изготовление крестовины с припуском 0,3 мм на диаметр шипа ( $D_1 = 16,3_{-0,012}$ ), упрочнение рабочей поверхности шипа на оптимальных режимах ЭМО, черновая механическая обработка (точение или шлифование), чистовая шлифовальная обработка и контрольная операция. Контроль качества обработки осуществляется по нескольким показателям: твердости, глубине упрочняемого слоя, шероховатости, цилиндричности рабочей поверхности.

Технологический процесс ЭМО при ремонте крестовин должен содержать следующие операции: очистка, дефектация (крестовины с трещинами не восстанавливают), восстановление геометрических размеров с учетом припуска на



механическую обработку, упрочнение на оптимальных режимах ЭМО; необходимо учитывать вид восстановления геометрических размеров, если использовать сварочно-наплавочные, то необходимо проводить черновую механическую обработку, если использовать электролитические методы восстановления, пластической деформации и постановки дополнительной детали, то черновую обработку производить необязательно, т.к. точность обработки с заданными размерами гарантируется; чистовой шлифовальной обработкой и контрольной операцией.

#### Список литературы

1. Минасян, А.Г., Водолазская. Н.В. Теоретические основы подтверждения качества Белгород : Изд-во Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина, 2021. 190 с.
2. Водолазская Н.В. Моделирование технических систем для повышения надежности выпускаемой продукции // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2018. С. 196-198.
3. Федоров С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственной техники: автореферат дис. доктора технических наук / Федоров С.К.; МГАУ. – Москва. 2009. 32 с.
4. Высоцкий М.С., Беленький Ю.Ю., Гилелес Л.Х. Грузовые автомобили / М.С. Высоцкий, Ю.Ю. Беленький, Л.Х. Гилелес и др. – М. : Машиностроение, 1979. – 284 с.
5. Бережная И.Ш. Экспериментальная отработка режимов электроискровой обработки нержавеющей сталей // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). С. 17-24.
6. Пастухов А.Г. Электромеханическая упрочнение деталей машин – энергоэффективная технология / А.Г Пастухов, Н.М. Дегтярев, А.Г. Минасян // Труды ГОСНИТИ. – М. : ГОСНИТИ. – 2018. – Т. 131. – С. 174-181.

## СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕРАЗБОРНОЙ ШАРОВОЙ ОПОРЫ

**Коленченко Д.В., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Суть данного способа заключается в том, что в корпусе снятой с автомобиля шаровой опоры сверлится отверстие, через которое внутреннее пространство под давлением заполняется разогретым полимерным составом.

Перед такой процедурой важно продуть шарнир сжатым воздухом для избавления от пыли. После того, как деталь остынет, ее очищают от остатков вещества, устанавливают на место резиновый пыльник. Для этого используются готовые стержни, которые наполняются ремонтными составами. Чтобы впрыскивать ремонтный состав с пневматическим усилием, понадобится экструдер. Подогреть полимерный состав можно с помощью паяльной лампы или горелки.

Отреставрированный таким образом шарнир может работать не меньше 50000 километров пробега. Кроме того, данную технологию можно использовать несколько раз. Важным условием ее применения является целостность конструкции шарнира [1].

Так как конструкция корпуса не разрушается, обеспечивается высокая надежность заводского соединения. Полимер заполняет все пустоты и места выработки, ставшие причиной выхода опоры из строя. Когда материал застывает, он образует цельный вкладыш, характеристики которого как минимум не уступают заводской детали, а порой и превосходят их. Полимер содержит в своем составе специальные ингредиенты, обеспечивающие качественную сухую смазку пальца. Достигается высокая прочность при ударных нагрузках [2].

### Список литературы

1. Есть ли жизнь после износа шаровой [Электронный ресурс] URL: <https://lada-xray2.ru/sovet/2-sposoba-vo-sstanovleniya-sharovoj> (Дата обращения 26.02.2023 г.).
2. Как провести восстановление шаровых опор своими руками [Электронный ресурс] URL: <https://tokar.guru/samodelkin/kak-provesti-vo-sstanovlenie-sharovyh-opor-svoimi-rukami.html> (Дата обращения 27.02.2023г.)

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ НАПЛАВКОЙ ПОРОШКОВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

**Колмыков В.А., Ковалев С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Изношенные поверхности деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин, подлежащие восстановлению, повреждены коррозией, покрыты жировыми пленками и другими загрязнениями [1]. Поэтому они должны быть тщательно очищены. Для очистки целесообразно использовать синтетические моющие средства. После очистки детали подвергаются дефектации. Детали с износом выше допустимого подлежат восстановлению. Подготовка материалов для наплавки заключается в их сушке и просеивании. Перед засыпкой в дозирующее устройство порошки должны быть просушены при температуре 150...200°C в течение 2...3 часов с периодическим перемешиванием. Толщина слоя засыпки в противень не должна превышать 20 мм [2, 3]. Просушенные порошки просеивают через сито. Для нанесения покрытий рекомендуется использовать порошки грануляцией 40...100 мкм. Приготовленные порошки допускается хранить на воздухе при температуре 25±10°C и относительной влажности 70% в течение 8 часов. При хранении порошков более длительное время, перед применением их следует заново просушить по вышеуказанным рекомендациям.

Одним из основных недостатков приварки порошка на роликовых контактных машинах является затрудненная подача и удержание присадочного материала в зоне наварки, регулировка процесса наварки. Особенно при восстановлении внутренних цилиндрических поверхностей. В результате происходит разбрызгивание и ссыпание порошка - большие потери присадочного материала, что оказывает значительное влияние на качество поверхности и себестоимость восстановления.

Для снижения потерь порошка и качества слоя при наварке ферромагнитных порошков используют различные виды устройств и насадок, расположенных вблизи электрода, пресс-форм, также применяются способы совместной приварки порошка и проволоки, порошка и сетки, порошкополимерных лент и т.д.

### Список литературы

1. Пулавцев И.Е. Рекомендации производству по восстановлению рабочих органов почвообрабатывающих машин плазменной наплавкой– Орёл : ФГБОУ ВО Орловский ГАУ // Наука и образование: новое время. – 2018. – № 6. – 166 с. – EDN OJCROC.
2. Ковалев, С.В., Порицкий В.Н. Совершенствование электроконтактной приварки порошковых материалов // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Междунар. науч.-произв. конф. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 225-226.
3. Повышение эффективности крошения почвы стрельчатой лапой и её долговечности при формировании геометрии рабочей поверхности армирующей наплавкой / А.В. Бондарев, В.И. Борозенцев, А.Н. Макаренко [и др.]. – Москва-Белгород : ОАО Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 149 с. – ISBN 978-5-905563-53-9. – DOI 10.15217/B978-590556353-9. – EDN VVLYBB.

## МАТЕРИАЛЫ ПРИВОДНЫХ РЕМНЕЙ

Копылова В.А.

Научный руководитель – Тимашов Е.П.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Ременная передача относится к одному из видов передач с гибкой связью. Гибким элементом здесь является ремень, который закреплен между валами и при помощи сил трения между этими элементами передается нагрузка.

Являясь важной деталью механической трансмиссии, ремень обеспечивает передачу потока мощности к рабочим органам, от его надежности зависит надежность трансмиссии, и возможность машины выполнять свои функции [1]. Изучение эксплуатационных характеристик ременных передач необходимо для обеспечения их надежности. А совокупность эксплуатационных характеристик и физических свойств материала ремня создают основу для разработки метода диагностирования технического состояния ременной передачи.

По форме поперечного сечения существуют плоские, клиновые, круглые и поликлиновые ремни. Для эффективного применения любых ремней их материалы должны обладать высокой прочностью, достаточной эластичностью, долговечностью и высоким коэффициентом трения.

Чаще в плоских ремнях используют резинотканевый материал, т.к. он не боится влаги и высоких температур, резина и ткань гармонично распределяют работу между собой и получается, что ткань берет основную нагрузку, а резина защищает ткань от разрушения и повышает трение. Синтетические ремни используют при высоких скоростях до 75 м/с, при малых и средних нагрузках, высокой влажности и температуре не ниже -10 и не выше +40. Кожу в ременных передачах можно использовать при больших скоростях, они длительное время работают без потери трения. Их минус и редкое использование заключается в дороговизне. Также используют хлопчатобумажные, шерстяные и другие ремни.

В клиновых ремнях популярны в использовании кордшнуровые и кордтканевые, за счет своей слоистости.

На основе изучения информации, связанной с материалами ремней для передачи, установлено, что выбор материала зависит напрямую от рабочей среды, то есть от температуры, уровня влажности, ударных нагрузок, веществ с которыми контактируют ремни (нефтепродукты, ядовитые пары), от тяговой способности, скорости.

Проведенный анализ свойств приводных ремней позволяет выработать метод их диагностирования [2-4]. Из известных методов диагностики перспективными являются: 1) метод кинематической погрешности; 2) термодиагностика. Метод кинематической погрешности позволяет оценить неравномерность вращения шкивов ременной передачи, а измерение температуры нагрева ремня будет характеризовать его предотказное состояние.

### Список литературы

1. Тимашов, Е.П. Совершенствование процессов диагностики узлов трансмиссии автомобилей : монография. – Белгород, 2018. – 182 с.
2. Пастухов, А.Г. Технология термометрического неразрушающего контроля агрегатов механических трансмиссий / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // Агроинженерия. – 2020. – № 2 (96). – С. 33-39.
3. Пастухов, А.Г. Оценка теплонапряженности агрегатов трансмиссий на основе системного подхода / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // Труды ГОСНИТИ. – 2017. – Т. 129. – С. 73-78.
4. Пастухов, А.Г. Обеспечение реализации цифровых систем диагностирования элементов трансмиссии на основе тепловыделения / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // Технический сервис машин. – 2019. – № 4 (137). – С. 68-75.

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ

**Копылова В.А.**

**Научный руководитель – Тимашов Е.П.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Цепная передача – это конструкция, состоящая из двух звездочек, ведущей и ведомой, которые огибает бесконечная цепь. Цепная передача, как и ременная, относится к передачам с гибкой связью. Гибким элементов здесь является цепь, но в отличие от ремня она работает зацеплением, а не трением. Здесь ее функционирование схоже с работой зубчатых передач [1].

Цепные передачи обширно используются в сельском хозяйстве в различной технике. Например, в картофелеуборочных, кукурузоуборочных, силосных и зерноуборочных комбайнах. Применяются в орудиях, в стационарных машинах. В животноводстве для транспортировки кормов. Использование в станочном оборудовании, в горной и дорожной технике, в мотоциклах, велосипедах, элеваторах, экскаваторах и т.д. Существует несколько групп цепей по назначению:

- 1) грузовые;
- 2) тяговые;
- 3) приводные.

Грузовые пускают в дело в подъемно-транспортных механизмах при скорости 0,25-0,5 м/с и сильных нагрузках. При подъеме, подвески, опускании большого веса.

Тяговые цепи представляют собой простые пластины и оси с втулками или без них. Скорость до 2-4 м/с. Находят широкое применение в элеваторах, эскалаторах, транспортерах и т.д. Данные цепи имеют большие шаги.

Приводные цепи применяются для передачи механической энергии – потока мощности в обширном диапазоне скоростей и крутящих моментов, с постоянным передаточным отношением. Такие цепи имеют малые шаги, так как уменьшают динамические нагрузки и обеспечивают долговечность.

Наряду с ременными передачами, цепные ограничивают надежность трансмиссии и сельскохозяйственной машины. От применения эффективного метода диагностики зависит долговечности цепной передачи. На долговечность, помимо механических нагрузок, влияет степень износа контактирующих поверхностей цепи и звездочек, условия смазки. Традиционная методика диагностирования заключается в оценке «вытянутости» цепи и величины износа поверхностей зубьев звездочек. Большинство цепных передач являются открытыми, поэтому в значительной мере подвержены интенсивному абразивному изнашиванию в условиях масляного голодания и запыленности рабочей среды.

Принятая методика диагностирования имеет существенные недостатки – во-первых, диагностирование выполняется только при техническом обслуживании, в соответствии с регламентом, отказ может наступить в период между

обслуживаниями. Во-вторых, операции диагностирования проводятся только вручную и имеют высокую трудоемкость [2, 3].

Для решения этих проблем предлагается использовать методы автоматической диагностики. Для этого применимы тепловой метод и вибродиагностика [4, 5]. Оба метода основаны на измерении уровня механических потерь при трении в контактных зонах цепной передачи, и например, превышение температуры свыше критических значений, может быть зафиксировано автоматическим устройством – электронным термометром.

#### Список литературы

1. Петровская, Е.А. Повышение долговечности цепных передач машин сельскохозяйственного назначения // Инновационные технологии и технические средства для АПК : Материалы Межд. науч-практ. конф. Ч. III. – Воронеж : 2015. – С. 237-242.
2. Копылова, В.А. Организация работы сервисных предприятий на основе эффективной технологии диагностирования / В.А. Копылова, Е.П. Тимашов // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Межд. студ. науч-практ. конф., Рязань, 2022. – С. 199-203.
3. Тимашов, Е.П. Совершенствование процессов диагностики узлов трансмиссии автомобилей : монография. – Белгород, 2018. – 182 с.
4. Пастухов, А.Г. Технология термометрического неразрушающего контроля агрегатов механических трансмиссий / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // Агроинженерия. – 2020. – № 2 (96). – С. 33-39.
5. Пастухов, А.Г. Оценка теплонапряженности агрегатов трансмиссий на основе системного подхода / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // Труды ГОСНИТИ. – 2017. – Т. 129. – С. 73-78.

## ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ МАШИН

**Макаренко М.М., Соловьев Е.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Процесс диагностирования составных частей машин состоит из подготовительного, основного и заключительного этапов [1-3].

Подготовительный этап включает следующие работы: очистку и мойку, установку машины на пункте технического обслуживания; внешний осмотр и занесение его результатов в диагностическую карту; некоторые работы по техническому обслуживанию, монтаж первичных преобразователей и средств измерения. В основной этап входят все работы по техническому обслуживанию, предусмотренные действующими правилами, а также установление необходимых режимов работы дизеля или машины, измерение параметров состояния составных частей машины и занесение результатов в диагностическую карту. Заключительный этап предусматривает постановку диагноза, по которому определяют характер и объем работ по поддержанию машины в работоспособном состоянии, а также прогнозирование остаточного ресурса составных частей; снятие с машины средств измерений и первичных преобразователей.

Работы по обслуживанию машины на подготовительном этапе диагностирования необходимо выполнять главным образом для повышения точности измерения параметров состояния.

При этом работы по диагностированию выполняют одновременно с работами по техническому обслуживанию в определенной последовательности [4]. Крепежные, очистительно-мочные, смазочные и заправочные работы проводят в соответствии с правилами технического обслуживания. Регулировочные работы выполняют при необходимости согласно результатам диагностирования.

### Список литературы

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ. 2022. 166 с. – EDN OJCROC.

2. Махортов Н.Е., Водолазская Н.В. Об использовании диагностики основных элементов роторного насоса для повышения его надежности // Материалы международной студенческой научной конференции. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2016. С. 45.

3. Ковалев, С.В. Совершенствование электроконтактной приварки порошковых материалов / С.В. Ковалев, В.Н. Порицкий // Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. С. 225-226.

4. Романченко, М.И. Диагностирование дизеля по моменту начала нагнетания топлива / М.И. Романченко, А.С. Новицкий // Сельский механизатор. – 2019. – № 12. С. 40-42.

## ДЕФЕКТАЦИЯ И КОНТРОЛЬ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ

**Михайлусенко А.В., Соловьев Е.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Обнаружение трещин при дефектации головки блока цилиндров осуществляют путем внимательного визуального осмотра, затем, в случае успешного прохождения этого испытания, выполняют исследование гидравлической плотности на стендах КИ-4806 или ОР-6605-02, создавая давление 0,4 МПа и выдерживая его в течение не менее 3 минут [1, 2]. Обнаруженные трещины отмечают краской. Затем проводят исследование седел и втулок клапанов, используя шаблоны. Если наблюдается износ, то элемент необходимо восстановить. Нельзя обойтись и без лекальной или поверочной линейки типа ШЦ-1-1000 и щупом № 2 – посредством этих приспособлений контролируют привалочную плоскость головки блока цилиндров. В случае превышения допустимых значений необходимо произвести контроль высоты головки блока, а затем осуществить шлифование привалочной поверхности головки блока цилиндров. Если же высота головки блока цилиндров ниже номинальной на 1...1,5%, то необходимо произвести наплавку седел клапанов.

На основании анализа выявленных дефектов принимается решение о выборе маршрута восстановления головки блока цилиндров, куда и направляется головка после предварительной подраборки и выпрессовки направляющих втулок клапанов.

Самой сложной операцией наряду с дефектацией является контроль качества восстановленных головок, а в частности проверка соосности седла и втулки клапана [2, 3]. Эту операцию осуществляют индикаторным приспособлением. Проверку качества обработки поверхности проводят образцами шероховатости. Утопание клапана (тарелки клапана) и ширину фаски седла клапана контролируют стандартными измерительными приборами.

### Список литературы

1. Патент на полезную модель № 195037 U1 Российская Федерация, МПК В23Р 19/027. Гидравлический горизонтальный пресс : № 2019133695 : заявл. 22.10.2019 : опубл. 14.01.2020 / Е.С. Батырев, А.В. Бондарев, А.С. Новицкий ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ.

2. Новицкий, А.С. Технология сельскохозяйственного машиностроения : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 84 с. – EDN DFEEYN.

3. Технологические процессы ремонтного производства: учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 166 с.



## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ БАЗЫ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Михайлусенко А.В., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Самым главным направлением в развитии ремонтно-обслуживающей базы являются: организация работы ремонтно-обслуживающей базы, оснащенность оборудованием, и внедрения научно-технического процесса.

Программой создания и освоения серийного производства новых видов техники, систем машин предусматриваются повышение производительности технологического оборудования на 50...80% по сравнению с существующими [1].

Важнейшим направлением научно-технического прогресса в ремонтно-обслуживающем производстве является комплексная механизация и автоматизация технологических процессов. Механизация и автоматизация предусматривается, в первую очередь, на тяжелых и трудоемких операциях, а также с вредными условиями труда, где следует использовать различный механизированный и гидрофицированный инструмент [2, 3].

Восстановление изношенных деталей, позволяющее повторно, а иногда и многократно использовать исчерпавшие ресурс детали и узлы, являются резервом повышения эффективности использования техники, качества ремонта и технического обслуживания, экономии материальных, топливно-энергетических и трудовых ресурсов [4].

Внедрение новых технологий будет способствовать повышению качества восстановления за счет упрочняющих покрытий и повышения частоты поверхностной обработки деталей.

Внедрение перспективных разработок в ремонтно-обслуживающее производство позволит добиться существенного ускорения научно-технического прогресса, обеспечить значительное повышение качества ремонта, эксплуатации машин и оборудования.

По мере развития рыночных отношений ремонтно-обслуживающая база хозяйств будет участвовать на условиях кооперации в изготовлении запасных частей и товаров народного потребления с тем, чтобы обеспечить постоянную занятость рабочих и оборудования [5].

Районный сервис должен стать ключевым звеном в общей системе агротехнического сервиса. Научно-технический прогресс на районном уровне будет развиваться путем коренной перестройки организации инженерно-технического обеспечения сельскохозяйственного производства расширение рынка ремонтно-обслуживающих работ и других услуг, в том числе:

Создание технических центров фирменного ремонта и обслуживания с установлением прямых связей с заводами-изготовителями техники.

Организации специализированных участков по техническому обслуживанию и ремонту сложных машин и их составных частей.

Развития пунктов проката техники с проведением механизированных работ по заявкам.

Совершенствование методов управления инженерно-технического обеспечения.

Расширение возможности предотвращения отказов на основе использования информационно-предупредительных бортовых систем оперативного контроля технического состояния машин.

Скупка изношенной техники и продажа отремонтированной.

При многообразии видов предоставляемых услуг на районном уровне предпочтение должно отдаваться созданию инженерно-технических предприятий, объединяющих районные мастерские, и др.

Районный комплекс будет государственной или кооперативной единицей, комплексной единицей, способной максимально удовлетворить все затраты товаропроизводителей по производственному и материально-техническому обеспечению эксплуатации техники.

Ремонтно-обслуживающие работы высокой сложности будут выполняться на индустриальной основе с высокой оснащенностью производства и использование высококвалифицированных рабочих и ИТР [6, 7].

#### Список литературы

1. Романченко, М.И., Пастухов А.Г. Научно-прикладные основы оценки эксплуатационного расхода топлива транспортных средств. – Майский : Белгородский ГАУ, 2013. 112 с.
2. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. 76 с. – EDN TXCLKE.
3. Водолазская Н.В. Совершенствование системы ТОиР за счет повышения надежности используемой ремонтной оснастки // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий.– Белгород : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. С. 21-22.
4. Ковалев, С.В., Порицкий В.Н. Совершенствование электроконтактной приварки порошковых материалов // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. С. 225-226. – EDN KOLRVL.
5. Батырев, Е.С., Новицкий А.С. Неисправности карданной передачи автомобиля газель и способы их устранения // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. С. 7-8. – EDN GLPZLL.
6. Strengthening of cultivator Paws with electrospark doping / S. Strebkov, A. Slobodyuk, A. Bondarev, A. Sakhnov // Engineering for Rural Development. Vol. 18. – Jelgava : Без издательства, 2019. – P. 549-554. – DOI 10.22616/ERDev2019.18.N178. – EDN KEZUHT.
6. Цыпкина, И.В., Титова И.И. К обоснованию выбора способа восстановления детали на примере полуоси трактора // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2020. С. 358-360.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ

**Михайлусенко А.В., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Качество моечно-очистных работ в большой мере определяет надежность отремонтированных автомобилей, агрегатов, их узлов и деталей [1]. Так, например, неудаленная из водяной рубашки двигателя накипь нарушает тепловой режим его работы; к таким же последствиям может привести оставшийся на деталях нагар. Неочищенные, плохо вымытые наружные и внутренние поверхности деталей затрудняют их качественный контроль и восстановление, а также могут явиться одной из причин интенсивного изнашивания, особенно в первый период эксплуатации автомобиля после капитального ремонта. Кроме этого, при некачественной мойке невозможно обеспечить высокую точность сборки агрегатов и автомобилей, существенно повысить производительность труда, поднять общую культуру ремонтного производства. Поэтому в ремонтном производстве большое внимание уделяется вопросам очистки и мойки деталей, агрегатов и автомобилей, непрерывно совершенствуются применяемые способы, направленные на повышение производительности труда, механизацию и автоматизацию процессов, улучшение качества работ.

Одним из основных требований, выполнение которого способствует повышению качества отремонтированных автомобилей, является многостадийность моечно-очистного процесса, включающего в общем виде следующие работы:

- предварительную наружную очистку автомобилей;
- слив масел из агрегатов и систем;
- мойку разобранных автомобилей струйную либо погружением с выпариванием или промывкой картеров агрегатов;
- мойку разобранных агрегатов – струйную или погружением;
- мойку деталей – струйную или погружением (мойка нормалей и мелких деталей должна производиться погружением);
- межоперационную струйную мойку при восстановлении и изготовлении деталей;
- обдув деталей сжатым воздухом и продувку трубопроводов.

Проведенный анализ способов очистки показал, что наиболее эффективный и экономичный способ очистки головок цилиндров – очистка, заключающаяся в последовательной обработке головок в расплаве солей, промывке в холодной воде, кислотном растворе и окончательной промывке в растворе «Лабомид-101» при температуре 70...80°C в течение 5 мин. Обработка в расплаве солей производится при температуре 400°C в течение 12 минут в растворе следующего состава: едкий натр – 65...70, азотнокислый натрий – 25...30, хлористый натрий – 5 г/л. Обработка в кислотном растворе, состоящем из ортофос-

форной кислоты и хромового ангидрида с концентрацией соответственно 8,5 и 12,5 г/л, осуществляется в подогретом состоянии при температуре 85...95°C на протяжении 5 мин. Чаще всего для производства описываемых операций применяют специализированную машину для мойки ОМ-5458 [2, 3].

Следующей операцией является промывка и выварка. Её осуществляют в кипящем растворе, состоящим из следующих ингредиентов: кальцинированная сода – 30...40, натр едкий – 23...28, стекло жидкое – до 1,5, масло промышленное – не более 24 г/л [4]. Но даже использование концентрированных химических растворов и расплавов не исключает применение механических воздействий на трудноудаляемые загрязнения. Для очистки каналов, снятия нагаров используют либо ручной инструмент в виде щеток, скребков, либо при помощи дрели с электрическим или пневматическим приводом. Исследования показали, что использование косточковой крошки хорошо удаляет механические загрязнения без риска повреждения деталей. Для удаления накипи применяют химический раствор тринатрийфосфата в воде с последующей обязательной промывкой проточной водой [5, 6].

#### Список литературы

1. Порицкий, В.М. Основные дефекты культиваторов и способы их устранения / В.М. Порицкий, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 243-246. – EDN TNPRAGW.
2. Добрицкий, А.А. Мобильный моечный модуль высокого давления универсального назначения / А.А. Добрицкий // Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 25-26. – EDN RBVAAQ.
3. Патент на полезную модель № 196799 U1 Российская Федерация, МПК В08В 3/04. Стенд для мойки деталей и промывки масляных каналов коленчатых валов двигателей : № 2019138654 : заявл. 28.11.2019 : опубл. 16.03.2020 / А.А. Добрицкий, А.В. Сахнов, Н.Ф. Скурятин ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN MBYMMML.
4. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 76 с. – EDN TXCLKE.
5. Хранение сельскохозяйственной техники с использованием подставок / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.В. Немцев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 64-68. – EDN VZIH RB.
6. Development of constructive-technological scheme of parking for agricultural machinery / N. Skuryatin, A. Novitsky, A. Zhiltsov, E. Soloviev // Engineering for Rural Development, Jelgava, 22–24 мая 2019 года. – Jelgava : Без издательства, 2019. – P. 239-246. – DOI 10.22616/ERDev2019.18.N369. – EDN WODMMO.

## ВИДЫ РАЗРУШЕНИЙ МАТЕРИАЛОВ ДЕТАЛЕЙ

**Овсянников Т.Ю.**

**Научный руководитель – Пастухов А.Г.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Введение.** В области эксплуатации транспортных и технологических машин в агропромышленном комплексе особые требования предъявляют к материалам деталей, так как основным фактором обеспечения прочности деталей является материал со своими механическими свойствами и потенциальными возможностями их повышения в процессе термической обработки.

В частности, вид разрушения деталей машин зависит также от формы и размеров, температуры, характера изменения нагрузки во времени, внешней среды, облучения и других конструктивных, производственных и эксплуатационных факторов. В федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства России на 2017-2025 гг. для решения задач обеспечения работоспособности транспортных и технологических машин предусматривается формирование условий для обеспечения прочностной надежности [1].

**Материалы и методы.** Для оценки механических свойств металлов применяют статические и динамические испытания стандартных образцов на растяжение, сжатие, сдвиг-срез, кручение и изгиб.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Основным эксплуатационным фактором, определяющим разрушения материала деталей, является силовая нагруженность в эксплуатации.

При однократном приложении статической нагрузки могут возникать вязкое, квазихрупкое и хрупкое разрушение. Вязким называют разрушение, которому предшествует большая пластическая деформация и на которое затрачивается большая работа. Такое разрушение возможно, например, при испытании на растяжение стандартных образцов из пластичных материалов (малоуглеродистая сталь, деформируемые легкие сплавы и др.) [2].

Из диаграммы растяжения определяют основные механические характеристики материала при статических нагрузках: характеристики сопротивления деформированию – предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности или временное сопротивление; характеристики прочности – истинное сопротивление разрыву; характеристики пластичности – относительное остаточное удлинение, относительное остаточное сужение.

Для расчета данных характеристик в процессе испытаний определяются значения усилия и деформаций по характерным точкам при явлениях: закона Гука, появления остаточной деформации, площадки текучести, образования шейки образца и максимальной нагрузки, разрыва образца; деформации продольные и поперечные в начале испытания и после разрушения образца.

Исходя из значений механических характеристик и вида разрушения различают материалы пластичные, хрупкие и квазихрупкие.

Пластичными называют материалы, которые имеют характеристики пластичности при статическом разрушении лабораторных образцов при нормальной температуре в пределах 10...60% и более. При этом в определенных условиях (низкие температуры, значительный масштабный фактор, концентрация напряжений и др.) эти материалы могут разрушаться как хрупкие.

Хрупкими называют материалы, разрушение которых протекает практически без заметных следов пластической деформации и при малых затратах энергии на разрушение.

Квазихрупкими называют материалы, у которых вид разрушения занимает промежуточное положение между вязким и хрупким разрушением, т.е. протекает с некоторой небольшой пластической деформацией и с затратой определенной энергии на разрушение.

При напряжениях, переменных во времени, может возникать другой вид разрушения – усталостный. Характерными особенностями усталостного разрушения являются: 1) наличие локальной зоны близкой к точке, в которой возникает начальная микро трещина усталости и откуда начинается ее развитие – фокус излома; 2) наличие малой зоны, прилегающей к фокусу излома, с начальной микроотрещиной – очаг разрушения; 3) возможно образование нескольких фокусов и очагов излома в зоне дефектов; 4) объединение микротрещин и следы фронта продвижения (развития) макротрещины (зона излома – почти гладкая); 5) ускоренное развитие трещины и окончательное разрушение (зона излома – шероховатая).

Таким образом, выявление и изучение особенностей статического и усталостного разрушений деталей машин, помогает установить причину их разрушения и наметить мероприятия по устранению условий, способствующих развитию разрушения [3, 4].

**Заключение.** На основе обобщения можно сделать следующие выводы:

- изучены возможные виды разрушения материал деталей машин;
- установлены основные факторы, определяющие вид разрушения деталей с учетом механических свойств материала;
- изучен механизм начала и развития процесса разрушения деталей машин с учетом действующих нагрузок.

#### Список литературы

1. Основы организации технического сервиса в агропромышленном комплексе: учебник / Под ред. И.Н. Кравченко и Ю.А. Кузнецова. М. : Кнорус, 2022. 452 с.
2. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин: учеб. пособие. – М. : Высшая школа, 1991. – 319 с.
3. Ерохин М.Н., Пастухов А.Г. Надежность карданных передач трансмиссий сельскохозяйственной техники в эксплуатации: монография. – Белгород : ФГОУ ВПО БелГСХА, 2008. – 160 с.
4. Технологические процессы в техническом сервисе машин и оборудования: учеб. пособие / И.Н. Кравченко, А.Ф. Пузряков, В.М. Корнеев и др. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 346 с.

## ФИКСАЦИЯ СТРЕЛЬЧАТОЙ ЛАПЫ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ

**Олпайзиев Б.А., Соловьев Е.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Восстановление стрелчатых лап проводят следующим образом. Затупившиеся при работе лапы, затачивают на обдирочно-шлифовальном или универсальном заточном станке с лицевой стороны под углом 20...25°. Если износ режущей кромки лапы по ширине не превышает 10 мм, ее оттягивают кузнечным способом так же, как и лемех. После заточки производят закалку в масляной ванне (нагрев до 900°С) и отпуск при температуре 400°С.

Для повышения долговечности лезвие лапы после оттяжки кузнечным способом наплавляют твердым сплавом. Толщина наплавленного слоя на прямолинейном участке – 0,3...0,5 мм, ширина – 15 мм.

Лапы культиваторов наплавляют сормайтом № 1(ЦС-1), используя газовое пламя, или электродами Т-590, Т-620.

При неровной наплавке нужно выровнять слой гладилкой кузнечным способом. Выравнивание производят при температуре 1200...900°С (от светло-желтого до светло-красного цвета каления). Профиль лапы проверяют по шаблону. После выравнивания производят заточку лап с лицевой стороны.

При наплавке лапу закрепляют. Устройство для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков состоит из основания, с жестко закрепленными на противоположных концах упором и направляющих, внутри которых помещен ползун с установленной на нем шпилькой, оснащенной в верхней части упорной гайкой, причем в одной из направляющих просверлено отверстие с резьбой, в него вкручивается стопорный винт ползуна. На основание установлена стрелчатая лапа, причем ее носок помещен в упор, а хвостовик стрелчатой лапы надет на верхний конец шпильки до контакта с упорной гайкой. Сверху стрелчатой лапы установлен трафарет в виде стрелчатой лапы с выполненными в заданном порядке окнами, причем на конце шпильки установлена шайба и гайка-барашек.

Применение устройства для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков позволяет точно размещать валики по поверхности стрелчатой лапы в соответствии с техническими требованиями и повышает производительность труда операторов, кроме того, повышается ресурс стрелчатых лап [4].

### Список литературы

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.

2. Упрочнение рабочей кромки почвообрабатывающих орудий электроискровым легированием / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Международной научно-практической конференции, Майский, 24 января 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2018. – С. 399-403. – EDN YPEVSI.

3. Патент на полезную модель № 198789 U1 Российская Федерация, МПК А01В 15/00. Устройство для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков : № 2019145408 : заявл. 26.12.2019 : опубл. 28.07.2020 / Н.Ф. Скурятин, А.С. Мацан, А.С. Новицкий [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN HBQLLW.

4. Хранение сельскохозяйственной техники с использованием подставок / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.В. Немцев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский UFE, 2019. – С. 64-68. – EDN VZIHVB.

## МОЙКА И ОЧИСТКА МАШИН

**Плют А.С., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В подготовку входят промывка системы охлаждения, картеров и наружная очистка машины [1].

Подготовка машины, трактора, автомобиля, самоходной машины к ремонту начинается в последние дни ее эксплуатации и включает работы по очистке системы охлаждения, картеров [2].

Для удаления отложений из системы охлаждения ее заполняют одним из следующих растворов: 1 л пятипроцентной ингибированной соляной кислоты на 10 л воды или 100...150 г кальцинированной соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) на 1 л воды. Двигателю дают проработать 10...12 ч, раствор сливают и систему промывают чистой водой.

Для промывки картеров двигателя и трансмиссии используют дизельное топливо. По окончании смены сливают неостывшую смазку из картеров трансмиссии, заливают дизельное топливо и на холостом ходу обкатывают машину 5...10 мин, затем топливо сливают. Из горячего двигателя сливают масло, заливают дизельное топливо и промывают картер прокручиванием двигателя от пусковых устройств в течение 3...5 мин [3].

Растительные остатки и почву с поверхностей деталей машин перед сдачей их в ремонт или постановкой на хранение удаляют струей воды. Для этого используют насосные установки М107, М125, 1112, ОМ-830, создающие давление 1,5...6 МПа при подаче 0,3...1,3 л/с, а машины устанавливают на специальные бетонированные площадки (эстакады). Устройство площадки для мойки должно позволять многократное использование моющей жидкости (замкнутый цикл) и предотвращать возможность попадания нефтепродуктов и других технических жидкостей (растворов) в почву.

Очищать машины в холодное время года лучше всего с использованием передвижной водоструйной очистительной машины высокого давления ОМ-5285 (подача жидкости 0,28 л/с, давление 5...6 МПа).

### Список литературы

1. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.

2. Патент на полезную модель № 196799 U1 Российская Федерация, МПК В08В 3/04. Стенд для мойки деталей и промывки масляных каналов коленчатых валов двигателей : № 2019138654 : заявл. 28.11.2019 : опубл. 16.03.2020 / А.А. Добрицкий, А.В. Сахнов, Н.Ф. Скурятин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN MBYMMML.

3. Добрицкий, А.А. Стенд для промывки масляных каналов коленчатых валов / А.А. Добрицкий, А. В. Сахнов // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 319-322. – EDN HIQVDU.



## АНАЛИЗ ИЗНОСНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ВАЛА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА ТИПА МТЗ-80

**Плют А.С., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В процессе эксплуатации промежуточный вал коробки передач подвергается действию знакопеременных нагрузок. Вследствие чего вал работает на изгиб и скручивание.

В результате изнашивания шлицевых валов могут возникать следующие основные дефекты: износ посадочных мест под подшипники, износ шлицев по толщине и на конус, повреждение резьбы, изгиб вала.

Износ шлицев по ширине – основной дефект шлицевых валов (90% деталей, поступивших на восстановление). Средний износ шлицев по ширине достигает 0,3...1,5 мм. Кроме того, шлицы имеют износ по наружному диаметру, он достигает 0,6...0,7 мм и встречается у 75% деталей. Один из распространенных дефектов шлицевых валов – износ посадочных поверхностей под подшипники, он встречается у 75-80% деталей. Повреждение резьбовых участков у шлицевых и гладких валов достигает 60-70% от поступающих на восстановление [1].

На ремонтных предприятиях применяется несколько способов восстановления шлицев. Наибольшее распространение получили сварочные процессы.

Изношенные боковые поверхности шлицев можно восстанавливать: вибродуговой наплавкой, наплавкой под слоем флюса, ручной электродуговой наплавкой, наплавкой в среде углекислых газов и способом пластических деформаций.

Износ шлицев по диаметру можно устранять перечисленными ранее видами наплавки.

При восстановлении посадочных мест под подшипники, в зависимости от величины износа поверхности применяют следующие способы устранения дефекта: автоматическая и полуавтоматическая наплавка под слоем флюса и в среде защитных газов специальными электродами, газопламенное напыление, плазменная наплавка, металлизация, применение полимерных материалов [2].

При восстановлении наружной резьбы применяют наплавку в среде углекислого газа, автоматическую и полуавтоматическую наплавку под слоем флюса. Для восстановления небольших резьбовых участков вала может применяться способ электроконтактной приварки проволоки.

При необходимости производят правку вала на правильном монтажно-запрессовочном одностоечном прессе П6326 с помощью приспособления для правки валов [3].

### Список литературы

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.
2. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.
3. Соловьев, Е.В. Расчет режимов восстановления детали типа «полуось» вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 255-260. – EDN YVBDIZ.

## **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ**

**Плыгунов А.И., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Безотказность работы двигателя сравнительно часто ограничена из-за потери герметичности сопряжения клапана-седла. Потерю герметичности сопряжений клапана-седла, возникшую в эксплуатации, обычно устраняют регулировкой и притиркой клапанов. Необходимая герметичность сопряжения при притирке достигается в результате истирания соприкасающихся поверхностей тарелки клапана и седла [1].

При этом наиболее трудоемким процессом является обработка рабочих фасок, клапанных гнезд, зенкерование и развертывание клапанных гнезд. При расточке отверстий под гнезда клапанов значительные затруднения возникают при необходимости обеспечения соосности отверстия под гнездо и отверстия под направляющую втулку клапана [2]. Кроме того, много времени тратится на крепление головки на столе станка при помощи болтов и планок. К сожалению, эта операция на предприятии выполняется без специальных приспособлений. Предлагаемая конструкция позволит значительно упростить и ускорить этот процесс. Для облегчения труда рабочих, повышения производительности и повышения общего уровня производства предлагается приспособление для зенкерования и развертывания клапанных гнезд головки блока цилиндров.

Головка блока в этом случае устанавливается на специальную подставку и крепится на ней. Сверху на головку устанавливается кондуктор, который позволит производить расточку, не опасаясь нарушить соосность отверстий.

Приспособление для зенкерования и развертывания головки блока цилиндров должно состоять из следующих основных частей: основания, плиты кондукторной, пальца установочного, прихвата, направляющих втулок, прижимных винтов.

Применение приспособления должно повысить производительность труда и снизить вероятность возникновения ошибок при проведении восстановления детали.

### **Список литературы**

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.
2. Патент на полезную модель № 195037 U1 Российская Федерация, МПК В23Р 19/027. Гидравлический горизонтальный пресс : № 2019133695 : заявл. 22.10.2019 : опубл. 14.01.2020 / Е.С. Батырев, А.В. Бондарев, А.С. Новицкий ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN TWKYZC.

## К ОБОСНОВАНИЮ РАЗРАБОТКИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СНЯТИЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

**Плыгунов А.И., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Снятие и установка коробки переменных передач зерноуборочных комбайнов при их ремонте является одной из трудоемких операций [1]. На эту операцию затрачивается более 3 часов.

Для механизации и обеспечения безопасности работы при ее выполнении, предлагается специальное устройство, которое можно использовать в мастерских и в полевых условиях.

Существующие приспособления для снятия и установки КП состоят из тележки и установленного на ней подъемного механизма. Используются они в ремонтных мастерских или на площадках с ровным бетонированным или асфальтированным покрытием, где обеспечивается горизонтальное положение тележки с устройством.

Использование приспособления в полевых условиях невозможно, из-за неровности поверхности почвы на полях. Транспортировка же комбайна в случае поломки в мастерскую увеличивает срок уборки, затраты на ремонт, себестоимость урожая.

Для транспортировки комбайна приходится задействовать энергонасыщенный трактор.

Для устранения вышеперечисленных недостатков и обеспечения безопасной работы устройства в полевых условиях предлагается оборудовать приспособление винтовыми опорами, для обеспечения устойчивости КП на неровных и рыхлых почвах [2, 3].

Устройство состоит из тележки, установленного на ней подъемного устройства, винтовых опор.

Тележка имеет основание, три винтовых опоры, два колеса, колесо с вилкой. Ось вилки проходит через основание и может поворачивать при помощи водила. На основании установлен подъемный механизм. В его корпус ввернут винт со штурвалом, а в него шток.

Винтовые пары корпус-винт и винт-шток имеют соответственно левую с шагом 8 мм и правую с шагом 10 мм трапецеидальную резьбу. На штоке установлена сменная плита с упорами и отверстиями для фиксации корпуса КП.

### Список литературы

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.

2. Затраты времени на обслуживание и ремонт колёсных тракторов будут снижены / Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев, В.М. Порицкий, И.В. Васильченко // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 216-218. – EDN XSYEDB.

3. Лихолетов, В.Н. Технический сервис сельскохозяйственной техники Германии и Швейцарии / В.Н. Лихолетов, М.И. Романченко // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 апреля 2015 года. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – С. 46. – EDN VUAOGD.

## СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА ГОЛОВОК БЛОКОВ ЦИЛИНДРОВ

**Плыгунов А.И., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Первой операцией после приемки детали с ремонт является мойка, очистка и дефектовка [1]. Затем в зависимости от видов выявленных дефектов и их сочетаний ГБЦ обрабатывают на металлорежущих станках, чаще всего на фрезерных. Для этого имеются специальные фрезы, в наборе имеется не менее 4 штук [2].

Обработку седел клапанов ГБЦ ведут как вручную, так и применением средств механизации в виде металлообрабатывающего вертикально-сверлильного станка, используя специальные фрезы, которыми можно получить несколько углов на фаске седла за короткий промежуток времени.

Порядок проведения операций следующий: сначала производят фрезерование седла впускного клапана зенкером до получения поверхности высокой чистоты под углом  $120^\circ$ . Затем производят фрезерование верхней части седла под углом  $150^\circ$ , потом нижнюю –  $60^\circ$ , добиваясь ширины кольца рабочей фаски  $1,5...1,8$  мм, следующей операцией доводят ширину рабочей фаски до  $2,0...2,5$  мм. [2].

Аналогично поступают с седлом выпускного клапана, отличия здесь только в угле фасок: рабочая –  $90^\circ$ , потом –  $150^\circ$  добиваясь ширины  $1,4...1,8$  мм, доводя до  $1,5...2,0$  мм. Следует отметить, что указанные величины должны соответствовать требованиям, указанным в технологической документации. Одним из важных показателей является биение клапана во втулке: допуск весьма строг – не более  $0,03...0,05$  мм. Этого можно достичь только используя неразбитую втулку как направляющую при обработке седел клапанов.

Поэтому седла клапанов доводят с помощью зенкера, закрепленного в плавающей оправке, позволяющей точно совместить оси втулки клапана и седла.

Недопустимы дефекты на фасках, особенно рабочих, однако при их удалении нельзя переусердствовать, удалив больший чем необходимо слой металла [3].

Финишной операцией при сборке клапанной группы в головке блока цилиндров является притирка клапанов.

После притирки обязательно необходимо провести контроль биения клапана в гнезде, предельные значения указаны выше.

### Список литературы

1. Добрицкий, А.А. Мобильный моечный модуль высокого давления универсального назначения / А.А. Добрицкий // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 25-26. – EDN RBVAAQ.
2. Батырев, Е.С. Неисправности карданной передачи автомобиля газель и способы их устранения / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий // Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 7-8. – EDN GLPZLL.
3. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.

## О СУЛЬФАТАЦИИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

**Погребняк С.А., Новицкий А.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Аккумуляторная батарея, установленная на автомобиле, работает в очень тяжелых условиях. Отдача электрической энергии происходит очень неравномерно, при постоянных величинах электрического тока. Например, при пуске двигателя стартером отдаваемый батареей ток достигает величины 400...600 А, а в момент включения стартера и при полном торможении его вала, даже 800...1000 А. Количество отдаваемой аккумуляторной батареей электрической энергии зависит от температурных условий, в которых находится батарея. Зимой емкость аккумуляторной батареи может быть в несколько раз меньше, чем летом.

Применение в свинцовых аккумуляторах серной кислоты и дистиллированной воды, а также легко окисляющихся металлов требует тщательного обслуживания батарей и содержания их в чистоте. Автомобильные аккумуляторные батареи работают в условиях непрерывной тряски, при которой происходит осыпание веществ, заполняющих пластины и нарушение их механической прочности. Осыпание может привести к замыканию пластин и снижению емкости. Если заряженная аккумуляторная батарея долго не используется, то она само разряжается. Следовательно, и в этом случае за нею требуется уход [1-4].

При пониженном уровне электролита верхняя часть пластин батареи может обнажиться, в результате чего рабочая поверхность пластин уменьшится, и емкость аккумулятора снизится. Кроме того, обнаженная часть пластин подвергается сильному окислению кислородом, выделяющимся из электролита при зарядке аккумулятора. Окисляющаяся верхняя часть пластин покрывается белым налетом (крупнозернистым сульфатом) и после доливания электролита до нормального уровня или совсем не вступает в химическую реакцию или вступает не полностью.

Часто встречается сульфатация пластин. Она обычно вызывается неправильной их эксплуатацией и выражается в том, что при разряде на пластинах отлагается сернокислый свинец в виде плотного крупнокристаллического слоя. Этот слой закрывает поры активной массы, затрудняя доступ внутрь ее электролита. Поэтому емкость батареи и ее напряжение при работе сильно падает, внутреннее сопротивление увеличивается, активная масса пластин разрушается.

С повышением температуры электролита сульфатация увеличивается. Сульфатированные положительные пластины имеют светло-коричневый цвет и также могут быть покрыты белыми пятнами или налетом. Заряд аккумуляторных батарей с сульфатированными пластинами затруднен, а иногда совсем невозможен.

Основными причинами сульфатации пластин являются:

а) систематические недозаряды аккумуляторной батареи;

б) глубокие разряды большим током, при которых напряжение аккумулятора падает ниже 1,7 В, что может случиться при продолжительном и частом использовании стартером;

в) длительное пребывание батареи в разряженном состоянии без необходимого, периодически проводимого заряда;

г) применение электролита слишком большой плотности или доливание электролита вместо дистиллированной воды;

д) работа аккумуляторной батареи при высокой температуре электролита (свыше +45°C)

е) низкий уровень электролита.

Признаки сульфатации пластин следующие:

а) аккумулятор плохо принимает заряд; его напряжение в начале заряда быстро повышается, а затем понижается, после чего снова начинает очень медленно повышаться, в конце заряда напряжение аккумулятора не превышает 2,5 В вместо нормальных 2,65...2,75 В;

б) более ранние, чем у исправного аккумулятора выделения газов (кипение) при заряде;

в) незначительное повышение плотности электролита даже после длительного заряда;

г) быстрое повышение температуры электролита в процессе заряда;

д) покрытие пластин белым налетом, при низком уровне электролита налет виден через заливные отверстия;

е) сильное снижение емкости электролита.

Устранение сульфатации производится путем специального заряда. Но и после этого емкость батареи не восстанавливается, а срок ее службы снижается.

### Список литературы

1. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.

2. RU 2783009 C1, В60L 53/30 (2022.08); В60L 58/12 (2022.08); В60L 58/16 (2022.08); H02J 7/34 (2022.08). Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей. Водолазская Н.В., Рябко К.А., Рябко Е.В. и др. Патент на изобретение, заявитель и патентообладатель Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина. 08.11.2022. Заявка № 2022112580 от 05.05.2022 .Опубликовано: 08.11.2022 Бюл. № 31. – 12 с.

3. Романченко, М.И. Научно-прикладные основы оценки эксплуатационного расхода топлива транспортных средств / М.И. Романченко, А.Г. Пастухов. – Майский : Белгородский ГАУ, 2013. – 112 с. – ISBN 978-5-905686-07-8. – EDN ХМАТАО.

4. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.

## НЕДОСТАТКИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА В АГРОПРЕДПРИЯТИЯХ

**Погребняк С.А., Соловьев Е.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для проведения технического обслуживания и ремонта тракторов, автомобилей, различных сельскохозяйственных машин, инвентаря, в хозяйствах, как правило, имеется ремонтная мастерская [1].

Ремонтные мастерские агропредприятий чаще всего строились в середине-конце прошлого века. По своему текущему состоянию мастерские не отвечают современным требованиям. В мастерских производится ремонт тракторов и сельскохозяйственной техники, техническое обслуживание автомобилей. Наличие производственных подразделений, а также их оборудований не соответствует нормам и стандартам.

Ремонт техники в основном производится силами механизаторов, за которыми данная техника закреплена.

Наличие оборудования и приборов, площадь производственных помещений мастерской недостаточна для своевременного и качественного ремонта и технического обслуживания устаревшего машинно-тракторного парка.

Внедрение комплекса мероприятий позволяет более качественно и в срок проводить техническое обслуживание и ремонт машин и тракторов, снизить себестоимость работ, повысить производительность труда [2, 3].

В условиях хозрасчетного хозяйствования и с учетом повышения самостоятельности деятельности коллективов фактическое число работников ремонтной мастерской должно соответствовать действительным потребностям для эффективной работы при условии обеспечения высокого качества ремонта и его своевременного выполнения.

Внедрение внутрихозяйственного расчета в практику хозяйственной деятельности ремонтной мастерской способствует снижению затрат на эксплуатацию и ремонт техники в хозяйстве, которые составляют в год до 20% стоимости всей техники хозяйства.

Эффективная работа ремонтно-технической базы может дать большой экономический эффект, поскольку в структуре затрат на содержание техники преобладают расходы на запасные части и ремонтные материалы.

Планово-предупредительная система технического обслуживания не соблюдается. Как правило, техническое обслуживание проводится в зимнее время, когда прекращаются полевые работы и техника не используется.

Контроль за качеством проведения технических обслуживаний и ремонта возложен на бригадира тракторной бригады и механика автогаража.

Основными недостатками в организации технического обслуживания и ремонта являются: отсутствие постов технического обслуживания, поста диагностики, а также малое число средств технического обслуживания, как стационарных, так и передвижных.

Увеличивающаяся производственная программа по ремонту сельскохозяйственной техники требует новых форм обслуживания, с применением диагностических средств, нового оборудования, расширения производственных площадей.

Разборочно-сборочные операции по ремонту и значительную часть обслуживания выполняют сами механизаторы с использованием ограниченного набора приборов и приспособлений, а иногда и без специальных приспособлений «по старинке», полагаясь на свой опыт и профессиональные навыки.

Лишь некоторые слесарные и токарные работы выполняются рабочими мастерской на изношенном, устаревшем оборудовании, многие узлы и агрегаты приходится возить на диагностику и дефектовку.

Для повышения качества ремонта необходимо провести целый комплекс научно-обоснованных мероприятий, направленных на совершенствование существующей организации и обслуживание рабочих постов и участков, создать благоприятные условия труда и отдыха механизаторов, а также упорядочить нормирование и оплаты труда. Развивать дух творческой активности, инициативы, рационализации и изобретательства у рабочих и персонала мастерской [4, 5].

Существующие методы ремонта в хозяйстве и хозяйственная деятельность ремонтной мастерской не в состоянии обеспечить должного качества и своевременного ремонта и технического обслуживания.

Руководство предприятия, инженерная служба недостаточно серьезно относится к данной проблеме, а действительность требует того, чтобы ремонтная база отвечала самым передовым требованиям организации труда и технологии проведения ремонта.

#### Список литературы

1. Затраты времени на обслуживание и ремонт колёсных тракторов будут снижены / Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев, В.М. Порицкий, И.В. Васильченко // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы. – Майский : Белгородский ГАУ, 2018. С. 216-218.
2. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. 166 с. – EDN OJCROC.
3. Комплекс рекомендаций по повышению эффективности функционирования предприятий / А.В. Мешков, И.А. Бондарева, А.И. Кисилева и др. // Инженерная экономика и управление в современных условиях, 2019. С. 570-576.
4. Лихолетов, В.Н. Романченко М.И. Технический сервис сельскохозяйственной техники Германии и Швейцарии // Материалы международной студенческой научной конференции. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2015. С. 46. – EDN VUAOGD.
5. Соловьев, Е.В. Дефекты полуоси полуразгруженного типа / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. С. 105-109. – EDN KSCUKL.



## ОЧИСТКА МАШИН ПРИ РЕМОНТЕ

**Погребняк С.А., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В подготовку входят промывка системы охлаждения, картеров и наружная очистка машины [1].

Подготовка машины, трактора, автомобиля, самоходной машины к ремонту начинается в последние дни ее эксплуатации и включает работы по очистке системы охлаждения, картеров.

Для удаления отложений из системы охлаждения ее заполняют одним из следующих растворов: 1 л пятипроцентной ингибированной соляной кислоты на 10 л воды или 100...150 г кальцинированной соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) на 1 л воды. Двигателю дают проработать 10...12 ч, раствор сливают и систему промывают чистой водой.

Для промывки картеров двигателя и трансмиссии используют дизельное топливо. По окончании смены сливают неостывшую смазку из картеров трансмиссии, заливают дизельное топливо и на холостом ходу обкатывают машину 5...10 мин, затем топливо сливают. Из горячего двигателя сливают масло, заливают дизельное топливо и промывают картер прокручиванием двигателя от пусковых устройств в течение 3...5 мин [2].

Растительные остатки и почву с поверхностей деталей машин перед сдачей их в ремонт или постановкой на хранение удаляют струей воды. Для этого используют насосные установки М107, М125, 1112, ОМ-830, создающие давление 1,5...6 МПа при подаче 0,3...1,3 л/с, а машины устанавливают на специальные бетонированные площадки (эстакады). Устройство площадки для мойки должно позволять многократное использование моющей жидкости (замкнутый цикл) и предотвращать возможность попадания нефтепродуктов и других технических жидкостей (растворов) в почву.

Очищать машины в холодное время года лучше всего с использованием передвижной водоструйной очистительной машины высокого давления ОМ-5285 (подача жидкости 0,28 л/с, давление 5...6 МПа).

### Список литературы

1. Добрицкий, А.А. Стенд для промывки масляных каналов коленчатых валов / А.А. Добрицкий, А.В. Сахнов // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 319-322. – EDN HIQVDU.

2. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ РУЧНОЙ И ДУГОВОЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ

**Попов А.В., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Корпусные детали в тракторостроении в большинстве своем изготавливают из чугуна. Также чугун применяется при изготовлении таких деталей как: блоки и головки цилиндров, маховики, тормозные барабаны, а также картеры задних мостов и даже коленчатых валов [1]. Важнейшим и незаменимым способом ремонта деталей и узлов сельскохозяйственной техники является восстановление деталей ручной и дуговой сваркой и наплавкой.

При восстановлении деталей из чугуна сварку чаще всего применяют для устранения трещин, пробоин и изломов. Чугун относится к группе плохо свариваемых металлов. Объясняется это высоким содержанием в нем углерода, а также серы и фосфора [2].

Электроды для холодной сварки и наплавки чугуна не стандартизированы и их производят по отдельным техническим условиям. Они позволяют получать наплавленный металл (металл шва) с заданными свойствами в виде стали, сплавов на основе меди, никеля, железоникелевого сплава. Сварку чугуна выполняют с общим или частичным предварительным нагревом изделия (горячая сварка) и получением наплавленного металла в виде чугуна. В другом случае сварку производят с небольшим подогревом или вообще без него (холодная сварка) и получением наплавленного металла в виде сплавов – не чугунов [3].

При исправлении дефектов чугунного литья, восстановлении чугунных деталей, а также для сварки изделий и деталей из конструкционных чугунов необходимо руководствоваться межгосударственным стандартом ГОСТ 30430-96 [4].

### Список литературы

1. Vodolazskaya N.V, Sharaya O.A. Research of Alternative Options for Strengthening Surface Treatment of Cast Iron Product // Defect and Diffusion Forum , vol. 410, Trans Tech Publications, Ltd., Aug. 2021, P. 9-14. doi:10.4028/www.scientific.net/ddf.410.9.
2. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учеб. пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов. – М. : ИНФРА-М, 2022. – 94 с.
3. Михайлицын С.В., Зверева И.Н., Шекшеев М.А. Сварочные и наплавочные материалы : учеб. пособие. – М. : Инфра-Инженерия, 2020. – 107 с.
4. ГОСТ 30430-96 Межгосударственный стандарт «Сварка дуговая конструкционных чугунов» МКС 25.160.10, ОКСТУ 0072. Дата введения 2002-01-01.

## ОКРАСКА МАШИН

**Попов В.П., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Окраска является важной составляющей частью ремонта и восстановления машин, тракторов и другой сельскохозяйственной техники. Назначением окраски являются: защита от коррозии и внешних воздействий, придание внешнего вида, а также придание покрытию окрашенной поверхности новых свойств (защита от налипания снега, воздействия конденсата и др.).

Агрегаты и некоторые другие составные части (двигатель, рама, мосты, баки и др.) окрашивают до установки их на машину. Кабину, капоты и другие внешние составные части машины предварительно грунтуют и окончательно окрашивают после сборки. Технологический процесс окраски включает следующие операции: подготовку поверхности под окраску, подготовку лакокрасочных материалов (ЛКМ), грунтование, шпатлевание, окрашивание и сушку после каждой операции [1].

По окончании работ по подготовке и покраске поверхностей согласно ГОСТ 6572-91 «Покрытия лакокрасочные тракторов и сельскохозяйственных машин» необходимо провести контроль качества окраски [2].

Качество лакокрасочных покрытий контролируют по цвету, гляncу, твердости пленки, прочности при ударе и изгибе, блеску, видимым включениям, потекам, волнистости, толщине пленки, стойкости ее к воздействию различных веществ (вода, масло, растворители, соли, кислоты, щелочи), адгезии и др. Качество лакокрасочного покрытия контролируют по внешнему виду и по толщине. Слишком тонкая пленка может пропускать влагу, газы, способствуя преждевременному разрушению поверхности. Излишне толстая пленка легко растрескивается и отслаивается [3].

### Список литературы

1. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учеб. пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 65 с
2. ГОСТ 6572-91 Межгосударственный стандарт «Покрытия лакокрасочные тракторов и сельскохозяйственных машин» ОКП 47 3000. Дата введения 1993-01-01.
3. Хранение сельскохозяйственной техники с использованием подставок / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.В. Немцев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 64-68. – EDN VZIH RB.

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ УПРОЧНЕНИЯ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП

**Порицкий А.М., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Исследование методов предупреждения изнашивания культиваторных лап возможно произвести на примере плужных лемехов, так как эти рабочие органы работают в одинаковых условиях [1-4].

Повышению долговечности плужных лемехов, посвящено большое количество исследований, основной концепцией которых является повышение их износостойкости.

Методы, используемые для поддержания работоспособного состояния, не всегда являются целесообразными по той или иной причине.

Наиболее приемлемыми в условиях ремонтных мастерских сельских товаропроизводителей являются технологические методы повышения износостойкости.

Увеличение долговечности технологическими методами может быть осуществлено следующими способами:

- нанесением износостойких покрытий различными способами;
- изменением структуры материала посредством термической обработки и армированием поверхности детали.

Наибольшее количество исследований посвящено способам нанесения износостойких покрытий.

Несмотря на такое многообразие методов упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий, большинство из них нецелесообразны.

Метод упрочнения плужных лемехов объёмной закалкой не обеспечивает значительного увеличения их срока службы и не может служить эффективным средством повышения износостойкости, так как на поверхностях трения преобладает многократное пластическое передеформирование [5].

При невысокой стоимости (по сравнению с наплавочными методами упрочнения) термическая обработка всё же не даёт необходимого увеличения износостойкости почвообрабатывающих орудий.

Наиболее часто для упрочнения деталей почвообрабатывающих машин, используют различные виды наплавки: электродуговую, газопламенную, индукционную, плазменную, «намораживанием», что вполне объяснимо, так как в результате такого технологического воздействия возможно получение слоев требуемой толщины и свойств.

Наплавка порошковыми проволоками ПП-АН-125, ПП-АН-123 и порошковой лентой ЛС-У10Х7ГР, позволяет повысить ресурс детали в 1,5...2,0 раза по сравнению с серийной.

Основными недостатками этих способов являются [6, 7]:

- большой процент некачественных покрытий из-за трудности получения однородного по толщине слоя;

- возникновение термических деформаций, повышенный уровень остаточных напряжений, приводящий к растрескиванию наплавленного слоя.

При газовой наплавке ацетиленокислородным пламенем прутками на основе железа (ПР-С1, ПР-С27), кобальта (ПР-В3К, ПР-В3КР, ПР-3816К), «Релитом» и «Сормайтом» твердость покрытия достигает 45...60 HRC.

Наплавка пропан-бутано-кислородным пламенем сплавом на базе белого чугуна, легированного небольшими добавками хрома или марганца или обоими элементами также немного увеличивает износостойкость (наименьший износ имеет сплав с 0,85% Cr и 1,04 Mn).

Самой большой износостойкостью согласно результатам лабораторных исследований обладает последний. Но, несмотря на ряд преимуществ, данный вид наплавки отличается наиболее высокой себестоимостью среди наплавочных способов.

Плазменная наплавка износостойкими сплавами ПР-ФБЮ-1-4, ПГ-ФБХ-6-2 даёт возможность получить покрытие повышенной толщины (вплоть до 4 мм за один проход) при повышении износостойкости на 50...70% по сравнению с индукционной наплавкой. Минусами наплавки сжатой дугой также следует считать высокую стоимость расходных материалов и сложность технологического процесса.

#### Список литературы

1. Strengthening of cultivator Paws with electrospark doping / S. Strebkov, A. Slobodyuk, A. Bondarev, A. Sakhnov // Engineering for Rural Development, Jelgava, 22–24 мая 2019 года. Vol. 18. – Jelgava : 2019. P. 549-554. – DOI 10.22616/ERDev2019.18.N178. – EDN KEZUNT.

2. Упрочнение рабочей кромки почвообрабатывающих орудий электроискровым легированием / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев // Материалы Международной научно-практической конференции, Майский, 24 января 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2018. С. 399-403. – EDN YPEVSJ.

3. Шарая О.А., Водолазская Н.В. Способы повышения износостойкости изделий из чугуна путем упрочняющей обработки их поверхности // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 4 (28). С. 106-116.

4. Повышение эффективности крошения почвы стрельчатой лапой и её долговечности при формировании геометрии рабочей поверхности армирующей наплавкой / А.В. Бондарев, В.И. Борозенцев, А.Н. Макаренко [и др.]. – Москва-Белгород : ОАО Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. 149 с. – EDN VVLYBV.

5. Соловьев, Е.В. Расчет режимов восстановления детали типа «полуось» вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы Национальной научно-практической конференции. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. С. 255-260.

6. Ковалев, С.В. Совершенствование электроконтактной приварки порошковых материалов / С.В. Ковалев, В.Н. Порицкий // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 225-226. – EDN KOLRVL.

7. Патент на полезную модель № 198789 U1 Российская Федерация, МПК А01В 15/00. Устройство для фиксации стрельчатой лапы при наплавке валиков : № 2019145408 : заявл. 26.12.2019 : опубл. 28.07.2020 / Н.Ф. Скурятин, А.С. Мацан, А.С. Новицкий [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN HBQLLW.

## НАПЛАВОЧНОЕ АРМИРОВАНИЕ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА

**Порицкий А.М., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время в сельском хозяйстве используется большое количество отечественных и зарубежных почвообрабатывающих машин (культиваторы, посевные комплексы, сеялки, рыхлители и др.), основным рабочим органом которых являются стрелчатые лапы [1]. При эксплуатации данных машин стрелчатые лапы вследствие прямого воздействия абразивных частиц интенсивно изнашиваются, а их режущие кромки затупляются.

Для упрочнения культиваторных лап наплавочным армированием необходимо оказать большое внимание силам сопротивления почвы резанию [2, 3, 4].

Технологический процесс мелкой обработки сухой почвы по схеме сочетания вертикальных и горизонтальных силовых потоков комбинированной культиваторной лапой происходит следующим образом [5].

С помощью монтажных отверстий кронштейна культиваторная лапа крепится к стойке [6]. При работе первоначально обрабатываемый слой почвы разрезается по осевой линии и разрушается режущей кромкой в вертикальной плоскости, а затем вертикальной пластиной почва раздвигается, образуя два почвенных пласта. Каждый почвенный пласт и корни растительности подрезаются в горизонтальной плоскости режущими кромками крыльев по всей ширине захвата культиваторной лапы. Когда под этими почвенными пластами проходит рыхлящая часть лапы, грунт поднимается по наклонным рабочим поверхностям и разрушается за счёт эффекта скалывания. В месте перехода почвы с рабочих поверхностей на горизонтальные направляющие поверхности, она дополнительно деформируется, а затем свободно опускается за кромками крыльев лапы, закрывая дно борозды.

В то же самое время, в продольном направлении, по осевой линии, деформированные почвенные пласты раздвигаются вертикальной режущей пластиной, и, под совокупным действием режущей пластины и рабочих поверхностей, рыхлая почва отклоняется по обе стороны кронштейна и стойки. Тем самым снижается усилие, затрачиваемое на уплотнение почвы кронштейном, устраняется сгуживание почвы и образование почвенного клина на лапе перед стойкой. При дальнейшем движении культиваторной лапы, под действием бокового подпора, оба рыхлых почвенных потока заходят за стойку и закрывают среднюю часть борозды.

В связи с расположением действующих на лапу сил сопротивления почвы можно сделать вывод, что валики, на культиваторную лапу надо наплавлять перпендикулярно движению почвенного пласта.

Валики наносились непрерывно, согласно разработанной схеме. Наплавка валиков на культиваторную лапу осуществлялась электродами Э-46-МП-3М-4,0-УО постоянным сварочным током обратной полярности силой 140 А.

Валики имели следующие геометрические параметры: шаг между наплавленными валиками  $b = 30$  мм, что соответствует величине зоны термического влияния. Ширина наплавленного валика 3...4 мм.

При использовании данного способа обеспечивается значительное повышение износостойкости и ресурса стрелчатых лап, а используемое оборудование и расходные материалы отличается простотой конструкции, невысокой стоимостью и мобильностью.

#### Список литературы

1. Яковлев Б.С., Водолазская Н.В. Повышение надежности почвообрабатывающей техники // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК (24-25 февраля 2021 года) : в 4-х томах, т.3, п. – Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. – С. 135.
2. Strengthening of cultivator Paws with electrospark doping / S. Strebkov, A. Slobodyuk, A. Bondarev, A. Sakhnov // Engineering for Rural Development, Jelgava, 22–24 мая 2019 года. Vol. 18. – Jelgava, 2019. – P. 549-554. – DOI 10.22616/ERDev2019.18.N178. – EDN KEZUHT.
3. Царьков И.В., Юдин А.И. Анализ перспективных способов упрочнения стрелчатых лап почвообрабатывающих машин // Научный журнал молодых ученых. 2016. № 1 (6). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-perspektivnyh-sposobov-uprochneniya-strelchatyh-lap-pochvoobrabatyvayuschih-mashin> (дата обращения: 01.03.2023).
4. Ковалев, С.В. Совершенствование электроконтактной приварки порошковых материалов / С.В. Ковалев, В.Н. Порицкий // Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 225-226. – EDN KOLRVL.
5. Порицкий, В.М. Основные дефекты культиваторов и способы их устранения / В.М. Порицкий, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 243-246. – EDN TNPAGW.
6. Патент на полезную модель № 198789 U1 Российская Федерация, МПК А01В 15/00. Устройство для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков : № 2019145408 : заявл. 26.12.2019 : опубл. 28.07.2020 / Н.Ф. Скурятин, А.С. Мацан, А.С. Новицкий [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN HBQLLW.

## ДЕФЕКТЫ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

**Порицкий А.М., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Культиваторная лапа функционирует в условиях постоянного взаимодействия с грунтом. Интенсивность и характер изнашивания зависят от природы и свойств почвы [1, 2, 3].

В условиях интенсивного абразивного изнашивания, которому подвергается культиваторная лапа при работе, лезвие лапы заметно изменяет свою геометрическую форму, происходит нарушение размерной стабильности; наблюдается износ по контуру и по толщине. А помимо этого, при столкновении культиваторной лапы с твёрдыми включениями могут возникнуть трещины, изгибы, скручивание, обломы, перекося, разрушение лакокрасочных покрытий и расхождение сварных швов.

Изменение параметров стрелчатых лап проходит в несколько стадий, характеризующихся степенью износа режущей кромки. Изменение геометрических характеристик культиваторной лапы ухудшает агротехнические показатели работы и увеличивает тяговое сопротивление.

Все основные дефекты культиваторных лап связаны с изнашиванием, так как они постоянно работают в абразивной среде (почве), поэтому необходимо уделять особое внимание способам упрочнения рабочих органов культиваторов.

Неисправности культиваторов обычно определяют осмотром, постукиванием, прокручиванием и замерами. Перед осмотром культиваторы очищают от пыли, грязи, растительных остатков, моют и обдувают сжатым воздухом [4, 5].

Иногда при необходимости культиватор разбирают на сборочные единицы и детали.

Культиватор перед разборкой устанавливают на специальную подставку и надёжно крепят. Детали и сборочные единицы снимают в следующей последовательности: приспособления для навески борон, рабочие органы, туковысевающие аппараты, механизм регулировки глубины хода рабочих органов, колёса, рама.

Рабочие органы (лапы) при затуплении лезвия, затачивают на токарно-шлифовальном станке, наждачном точиле либо ленточно-шлифовальном станке (гриндере), передвигая лапу от носка к пятке.

Погнутые лапы расправляют при помощи пресса или на плите ударами молотка по выпуклой части. Время от времени лапу необходимо проверять по шаблону [6].

Лапы часто изнашиваются по толщине (несамозатачивающиеся лезвия). В таком случае лезвие нагревают до температуры 200°C (светло-желтый цвет) и оттягивают. На тыльную сторону лезвия равномерно наплавливают слой «Сор-майт-1» толщиной 0,5 мм при температуре 800...1000°C (от вишнево-красного до оранжевого цвета), используя кислородно-ацетиленовую горелку.



После наплавки лапу прогревают до температуры 1200°C и проковывают на наковальне до тех пор, пока температура не снизится до 900°C (светло-красный цвет). Затем лезвие затачивают с лицевой стороны под углом 8... 10° (ширина фаски 6...7 мм) на обдирочно-шлифовальном станке. Наплавленный слой на режущей кромке лезвия не должен выступать из-под основного металла. Угол заострения режущей кромки 25...35°.

Известен способ восстановления культиваторных лап, наплавкой износостойких сплавов, при котором используют три электрода, два из которых устанавливают симметрично относительно оси наплавки, а центр третьего устанавливают по оси наплавки [5].

Метод наплавки износостойких покрытий состоит в том, что электродугую наплавку выполняют износостойким материалом (с большей плотностью, чем у основного металла детали) с проплавлением детали по линиям армирования, обеспечивающим повышение прочностных характеристик основного материала и износостойкость поверхности вследствие создания сжимающих усилий.

Сжимающие усилия создаются в результате остывания наплавленного слоя от температуры кристаллизации до нормальной температуры. После наплавки выполняют механическую обработку наплавленного покрытия для получения необходимой шероховатости, а также производят заточку лезвия [7, 8].

#### Список литературы

1. Качество агрегатирования сельскохозяйственной техники в растениеводстве / М.Ф. Пермигин, С.Ф. Вольвак, В.Н. Лебедь [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. 215 с. – ISBN 978-5-6043281-3-2. – EDN NVZAGK.
2. Ресурсосбережение при посеве зерновых культур / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, А.П. Захаржевский [и др.]. – Москва-Белгород : Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 200 с. – ISBN 978-5-905563-55-3. – EDN VPPYDB.
3. Field tests of the experimental installation for soil processing / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, et. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 100. С. 81-86.
4. Порицкий, В.М. Основные дефекты культиваторов и способы их устранения / В.М. Порицкий, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. С. 243-246. – EDN TNPAWG.
5. Ковалев, С.В. Совершенствование электроконтактной приварки порошковых материалов / С.В. Ковалев, В.Н. Порицкий // Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 225-226.
6. Патент на полезную модель № 198789 U1 Российская Федерация, МПК А01В 15/00. Устройство для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков : № 2019145408 : заявл. 26.12.2019 : опубл. 28.07.2020 / Н.Ф. Скурятин, А.С. Мацан, А.С. Новицкий [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN HBQLLW.
7. Лихолетов, В.Н. Технический сервис сельскохозяйственной техники Германии и Швейцарии / В.Н. Лихолетов, М.И. Романченко // Материалы международной студенческой научной конференции. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2015. С. 46. – EDN VUAOGD.
8. Соловьев, Е.В., Цыпкина И.В., Титова И.И. Определение параметров восстановления полуоси вибродуговой наплавкой // Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2020. С. 349-352. – EDN BXUFJQ.

## ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ТЕХНИКИ

**Порицкий С.М., Соловьев Е.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В аграрных предприятиях при хранении техники выполняются следующие виды работ [1, 2, 3]:

- Прием и подготовка машин к хранению;
- Техническое обслуживание машин при подготовке их к хранению;
- Техническое обслуживание машин в период хранения;
- Техническое обслуживание машин при вводе их в эксплуатацию после хранения;
- Прием, сборку, опробование, обкатку и предварительную регулировку машин, поступивших в хозяйство;
- Технологическую наладку и регулировку машин;
- Комплектования машин в агрегаты;
- Ремонт прицепных и навесных машин;
- Выдачу тракторов, комбайнов автомобилей и других сельскохозяйственных машин заказчикам;
- Разборку и дефектовку списанных автомобилей тракторов и другого оборудования;
- Изготовление не стандартизированного технологического оборудования, оснастки, приспособлений, необходимых для хранения машин.

Разборку списанной техники осуществляют согласно заданию сдачи металлолома. Сдают технику в очищенном и укомплектованном виде.

Работники предприятия определяют их техническое состояние и объем ремонтных работ. Если машина разуккомплектована, то составляют акт с указанием недостающих частей и деталей. Акт передают в бухгалтерию и главному инженеру, третий экземпляр остается у заведующего машинным двором для принятия мер по укомплектованию машин. Техника выдается только в укомплектованном виде. При поступлении новых машин, заведующий оформляет инвентаризационную карточку, которая хранится до списания техники.

При приемке сложной техники на хранение оформляют акт постановки машин на хранение. Он составляется в двух экземплярах, один из которых остается у заведующего, а другой передается в бухгалтерию. На каждую единицу техники, требующей ремонта, составляют дефектную ведомость.

При выдаче или постановке на хранение несложной техники, вносят соответствующие записи в журнал учета постановки машин на хранение и приема их в эксплуатацию [4].

Состояние машин, находящихся на хранении, периодически проверяют, все выявленные недостатки, и принятые меры по их устранению регистрируют в журнале проверок технического состояния машин в период хранения.

При выдаче сложных машин после хранения составляют акт приемки машин в эксплуатацию. После проведения ремонта техники оформляют акт установленной формы.

На предприятиях Государственный стандарт 7751-2009 «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения», при постановке техники на хранение соблюдается не в полной мере.

Как и предписано ГОСТом существуют все три вида хранения: межсменное, кратковременное, длительное. На кратковременное хранение устанавливают машины от 10 дней до 2-х месяцев, а на длительное хранение, если срок хранения машин составляет более 2-х месяцев.

На местах хранения машины разделяются по группам, видам и маркам с соблюдением между ними необходимого интервала для технического обслуживания и осмотра. К кратковременному хранению машины подготавливают после окончания их использования, а к длительному не позднее 10 дней с момента окончания работы. В случае хранения машины свыше месяца на открытой площадке транспортные ленты снимают, свертывают в рулоны и сдают на склад. Аккумуляторные батареи отключают, проверяют в них уровень и плотность электролита и при необходимости доливают дистиллированную воду и подзаряжают.

При подготовке к длительному хранению сельскохозяйственной техники технология включает следующие операции: очистку, мойку, сушку, внутреннюю консервацию полостей и агрегатов машин; снятие с машин и консервацию узлов, герметизацию отверстий, щелей, полостей; наружную консервацию узлов; установку машин на подставки [5, 6].

#### Список литературы

1. Затраты времени на обслуживание и ремонт колёсных тракторов будут снижены / Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев, В.М. Порицкий, И.В. Васильченко // Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2018. – С. 216-218. – EDN XSYEDB.
2. Хранение тракторов и тракторных прицепов на подставках / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 68-73. – EDN TUXLMR.
3. Павлюк Р.В., Саенко М.В. К вопросу хранения сельскохозяйственной техники и оборудования // Цифровые и инженерные технологии в АПК: Материалы Национальной научно-практической конференции. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 56-58.
4. Хранение сельскохозяйственной техники с использованием подставок / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.В. Немцев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 64-68.
5. Патент на полезную модель № 189804 U1 Российская Федерация, МПК В60S 9/02. Подставка к колесному трактору : № 2019109461 : заявл. 01.04.2019 : опубл. 04.06.2019 / Н.Ф. Скурятин, А.А. Беликов, А.В. Бондарев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN YNIALG.
6. Патент № 2652037 С1 Российская Федерация, МПК E04H 6/04. Паркинг для сельскохозяйственной техники : № 2017126414 : заявл. 21.07.2017 : опубл. 24.04.2018 / Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев, Е.В. Соловьев, А.М. Нифедов ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN MBZYWD.

## КОНСЕРВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕХНИКИ

**Порицкий С.М., Соловьев Е.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В качестве консервационных материалов чаще всего применяют: ИВВС-706М, ТОМОС, Слакс, РБИ, ИСМ, ЗВВД-13 [1, 2].

Все эти средства наносятся на поверхность металла кистью или распылением, некоторые также могут наноситься и путём опускания детали в защитную среду.

Анализируя результаты лабораторных испытаний, можно сделать выводы об эффективности каждого из средств защиты. Наиболее эффективным является средство ИВВС-706М, которое и следует использовать для консервации техники.

Ингибированный водно-восковой состав ИВВС-706М (ТУ 38.401-65-81) представляет собой дисперсию воска в виде белого цвета с добавлением поверхностно-активных и ингибиторов коррозии.

Служит для защиты от атмосферной коррозии и старения основных материалов сборочных единиц и деталей машин (металла, резины, резинотекстиля, дерева, пластмассы), лакокрасочных поверхностей. Срок защитного действия до 12 месяцев. Расход 60...80 г/м<sup>2</sup>. Толщина защитного слоя 35-50 мкм. Гарантийный срок хранения 1,5 лет. Поставляется в металлических бочках емкостью 200 дм<sup>3</sup>.

Для предохранения металлических поверхностей тракторов, автомобилей и сельхозмашин от атмосферной коррозии используют пластические и жидкие консервационные смазки [3, 4]. Пластичные защитные смазки наносят на металлические поверхности в ненагретом состоянии лопаткой, ветошью, в нагретом (85...115°С) окунанием, кистью и другими способами. Возможно нанесение в виде бензинового раствора с последующим удалением растворителя.

Такую же, а иногда и более надежную защиту от коррозии обеспечивают жидкие смазочные материалы К-17, НГ-203, НГ-204у. Они имеют определенные преимущества: возможно нанесение без подогрева, в том числе в труднодоступные внутренние поверхности, ввод в действие агрегатов без расконсервации и др. При консервации маслом К-17 из агрегатов сливают рабочее масло, после чего прокачивают К-17, излишек сливают. Под свечи или форсунки двигателей заливают 60...80 г масла и прокручивают коленчатый вал двигателя от руки на 5...6 оборотов. Предварительно отключают масляные фильтры.

Одна из важных характеристик защитных смазок – влагоустойчивость: смазки не должны смываться водой, образовывать с ней эмульсии, растворяться водой и изменять защитные свойства при взаимодействии с влагой.

Наиболее легко удаляется смазка 1-13, содержащая водорастворимое натриевое мыло. Из-за низких механических свойств быстро смывается смазка

ЦИАТИМ-201. Солидол имеет большую влагостойкость, так как содержит гидрофобные кальциевые мыла. Наиболее стойка защитная смазка ПВК.

На основе продуктов переработки нефти, загустителей, маслорастворимого ингибитора коррозии и растворителей изготавливают защитное пленочное покрытие НГ-216 (масплин) ТУ 38 101427-97. После нанесения на детали (распылением, кистью) растворители испаряются, а на поверхности образуется воскообразная пленка толщиной 100...500 мкм.

Для защиты от коррозии скрытых полостей автомобилей все большее распространение получает автоконсервант «Мовиль» [5]. Он представляет собой раствор ингибитора коррозии АКОР-1, окисленного петролатума, церезина, олифы и некоторых присадок в уайт-спирите. Наносят автоконсервант распыливанием под давлением около 0,3 МПа (3 кгс/см<sup>2</sup>).

Для приготовления рабоче-консервационных моторных, трансмиссионных и других масел, используемых для внутренней и наружной консервации агрегатов тракторов, автомобилей, комбайнов и сельскохозяйственных машин, служит защитная антикоррозионная присадка АКОР-1. Это вязкая жидкость (вязкость при 100°С около 100 сСт), зольность не менее 3,5%, щелочное число не менее 35 мг/г. Готовят её на основе нитрованных базовых масел с добавлением 10% технического стеарина. На поверхности металла присадка образует защитную пленку, обладающую высокой водостойкостью. Концентрация присадки зависит от условия хранения машин и вида поверхности, которая должна быть защищена от коррозии. Предельный срок защиты, обеспечиваемый рабоче-консервационными маслами, достигает трех лет [6].

#### Список литературы

1. Хранение тракторов и тракторных прицепов на подставках / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 68-73. – EDN TUXLMR.
2. Затраты времени на обслуживание и ремонт колёсных тракторов будут снижены / Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев, В.М. Порицкий, И.В. Васильченко // Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2018. – С. 216-218. – EDN XSYEDB.
3. Хранение сельскохозяйственной техники с использованием подставок / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.В. Немцев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 64-68. – EDN VZINRB.
4. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 76 с. – EDN TXCLKE.
5. Новицкий, А.С. Комплексный критерий оценки эксплуатационных свойств моторных масел / А.С. Новицкий, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 53-55. – EDN ZWASUH.
6. Лихолетов, В.Н. Технический сервис сельскохозяйственной техники Германии и Швейцарии / В.Н. Лихолетов, М.И. Романченко // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 апреля 2015 года. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2015. – С. 46. – EDN VUAOGD.

## **О РАЗРАБОТКЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ НАПЛАВКИ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП**

**Порицкий В.М., Ковалев С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

При высоком уровне оснащённости производства изделия собирают в специализированных устройствах [1, 2]. В них же (при необходимости) выполняется и сварка.

Различают следующие группы технологических устройств:

- сборочные – предназначенные для сборки под сварку и фиксацию деталей прихватками или простейшими устройствами;
- сварочные – предназначенные для сварки заранее собранных деталей, взаимное положение которых зафиксировано в сборочных приспособлениях вручную, по шаблонам и т. д.
- сборочно-сварочные – позволяющие совмещать операции сборки и сварки.

Тип технологического приспособления находится в зависимости от характера производства: единичного, мелкосерийного, среднесерийного, крупносерийного или массового; от требований к точности сборки и качеству сварочного соединения; от технологии изготовления заготовок, сварки и ряда иных факторов.

Сварочные приспособления должны исключать или по возможности как можно сильнее уменьшать деформации, возникающие в свариваемом изделии и приспособлении. В отдельных случаях приспособление может допускать свободное перемещение вследствие нагрева отдельных элементов конструкции или фиксацию свариваемых кромок, но не детали в целом.

Сварочные приспособления обязаны гарантировать доступ к местам сварки и прихватки, сборку узла с минимального числа установок, быстрый отвод тепла от зон интенсивного нагрева, выполнение (при необходимости) подготовочных операций, соблюдение заданного зазора между кромками и свободный съём собранного или сваренного изделия.

В единичном производстве, как правило, используют универсальные приспособления [3]. В серийном производстве, в зависимости от количества изготавливаемых однотипных изделий, применяют как универсальные, так и специализированные приспособления. В массовом производстве распространены приспособления разных видов, от простых до сложных, быстродействующих, с элементами автоматики.

Описываемое приспособление предназначено для закрепления культиваторной лапы на сварочном столе.

Приспособление крепится к сварочному столу с помощью болтов. Восстанавливаемая деталь (культиваторная лапа) устанавливается в приспособлении при помощи подставки и прижимается винтом, которому сообщается враща-

тельное движение с помощью рычага. Упор, прижимающий деталь, может вращаться, относительно винта. Винт осуществляет свои движения через гайку, которая закреплена в корпусе неподвижно.

#### Список литературы

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.

2. Упрочнение рабочей кромки почвообрабатывающих орудий электроискровым легированием / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Международной научно-практической конференции, Майский, 24 января 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2018. – С. 399-403. – EDN YPEVSJ.

3. Патент на полезную модель № 198789 U1 Российская Федерация, МПК А01В 15/00. Устройство для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков : № 2019145408 : заявл. 26.12.2019 : опубл. 28.07.2020 / Н.Ф. Скурятин, А.С. Мацан, А.С. Новицкий [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN HBQLLW.

4. Ковалев, С.В. Совершенствование электроконтактной приварки порошковых материалов / С.В. Ковалев, В.М. Порицкий // Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 225-226. – EDN KOLRVL.

## **СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ НА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ**

**Порицкий В.М., Ковалев С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Часто тракторные транспортные агрегаты (ТТА) применяются в тяжелых условиях движения (стерня, пересеченная местность, снежный покров, гололеда, весенняя распутица и т.д.). Для таких дорожных условий необходимо увеличивать сцепной вес трактора, это улучшает его тягово-сцепные свойства.

Способы улучшения тягово-сцепных свойств можно классифицировать по следующим признакам [1-2]:

- деление потока мощности двигателя;
- изменение сцепного веса трактора;
- совершенствование ходовой системы.

Наиболее перспективными и широко применяемыми способами улучшения тягово-сцепных свойств трактора являются способы, направленные на изменение его сцепного веса.

Способы, связанные с установкой балластных грузов и заливкой жидкости в пневматические шины хотя и позволяют увеличить сцепной вес трактора, но приводят к необходимости затрачивать энергию двигателя на перемещение балласта тогда, когда в этом нет необходимости.

В сельскохозяйственном производстве нашей страны для транспортирования грузов используются прицепы и полуприцепы, соединяемые с тяговым средством посредством, соответственно, сцепного устройства и гидрокрюка или седельного устройства. Но при эксплуатации агрегатов таких схем возникает ряд особенностей.

При анализе эффективности различных схем ТТА учитывают взаимосвязь эксплуатационных показателей, таких как: производительность, удельные затраты энергии, буксование, давление шин на почву, грузоподъемность. Кроме того, при анализе транспортно-распределительных операций учитывают также изменение массы агрегата.

Общую структуру парка тракторных прицепов можно охарактеризовать следующим образом: прицепы общего назначения 70-75%, распределители органических удобрений 15-20%, распределители минеральных удобрений 5-7%.

Эффективная эксплуатация трактора в агрегате с прицепной тележкой возможна при достаточном сцепном весе трактора. Это требование предусматривает увеличение его сцепного веса.

Грузоподъемность полуприцепа, присоединяемого к трактору посредством гидрокрюка, ограничена условиями управляемости, а уменьшение плеча приложения догружающего усилия от полуприцепа ограничивается маневренностью агрегата при совершении поворотов [3].



Одним из наиболее перспективных способов улучшения тягово-сцепных свойств колесных тракторов является применение специальных тягово-догрузочных устройств, применение которых так же позволяет увеличить грузоподъемность ТТА [4].

#### Список литературы

1. Гребнев, В.П. Эффективность корректирования вертикальных нагрузок на колеса полуприцепных тракторно-транспортных агрегатов / В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, О.Г. Подорванова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3. – С. 56-63.

2. Ворохобин, А.В. Повышение эффективности использования тракторно-транспортного агрегата при корректировании вертикальных нагрузок на колеса: автореф. дис. ... канд. тех. наук : 05.20.01 / Ворохобин Андрей Викторович. – Воронеж, 2007. – 21 с.

3. Исследование сил, действующих на модернизированный полуприцеп-разбрасыватель органических удобрений / Н.Ф. Скурятин, М.И. Романченко, С.В. Соловьев, Е.В. Соловьев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (47). – С. 137-144. – EDN VAUAQR.

4. Патент № 2559660 С1 Российская Федерация, МПК В62D 53/04, В60D 1/00, А01В 59/04. Тягово-догрузочное устройство к прицепу : № 2014118831/11 : заявл. 08.05.2014 : опубл. 10.08.2015 / Н.Ф. Скурятин, Е.В. Соловьев, А.В. Бондарев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Я. Горина». – EDN ZFJQUH.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ВИБРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ

**Порицкий В.М., Соловьев Е.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Вибродуговую наплавку применяют для восстановления деталей типа тел вращения диаметром от 8 мм и более. Принцип метода состоит в том, что основной и электродный металл нагревается до расплавления теплотой, в процессе возникновения периодически повторяющихся электрических разрядов, т.е. прерывисто горящей электродугой. В процессе кристаллизации расплавленных основного и электродного металлов формируется наплавленный слой. Малая длительность и прерывистость горения электрической дуги обусловлены вибрациями электродной проволоки, которые создаются с помощью электромагнитных или механических вибраторов.

Вибродуговая наплавка – разновидность механизированной дуговой наплавки плавящимся металлическим электродом. Процесс наплавки осуществляется при вибрации электрода с подачей охлаждающей жидкости на наплавленную поверхность [1, 2].

Особенности вибродуговой наплавки [1, 2]:

- в цепь нагрузки источника питания включена индуктивность;
- напряжение источника питания недостаточно для поддержания непрерывного дугового разряда;
- электродная проволока совершает колебания относительно детали с частотой 50...100 Гц и амплитудой 1...3 мм с периодическим касанием наплавливаемой поверхности.

Процесс наплавки состоит из коротких и непрерывно повторяющихся циклов, их можно разбить на три части: короткое замыкание цепи, разрыв этой цепи и холостой ход.

Вибродуговую наплавку выполняют вибрирующим электродом диаметром 1,5...2 мм. При каждом коротком замыкании часть наплавливаемого электрода остается на поверхности. Толщина слоя получается небольшой. Так как в зону наплавки все время подаются охлаждающая жидкость (обычно водный раствор кальцинированной соды) или потоки воздуха, изделие прогревается и деформируется очень мало. Ускоренное охлаждение способствует повышению твердости наплавленного металла. Наиболее часто этот способ применяют при наплавке цилиндрических изделий небольшого диаметра. Выполняют вибродуговую наплавку и под слоем флюса.

Вибродуговая наплавка под слоем флюса имеет ряд преимуществ: дает возможность наплавливать металл только на изношенную часть, что уменьшает трудоемкость последующей механической обработки; позволяет получать наплавленный слой без пор и трещин; деформация детали минимальная и не превышает долей допусков посадочных мест; минимальная зона термического влияния [3].

Аппараты для автоматической вибродуговой наплавки (автоматические вибродуговые аппараты) являются основной частью наплавочных вибродуговых установок и служат для подачи к месту наплавки электродной проволоки и вибрации конца проволоки с заданной частотой и амплитудой.

Наиболее распространены вибродуговые аппараты с электромагнитными вибраторами. Они достаточно просты в устройстве, позволяют легко настраивать систему на заданный размах вибрации конца электродной проволоки и обеспечивают синусоидальную форму вибрации с частотой 100 Гц (при включении вибратора в стандартную сеть переменного тока с частотой 50 Гц) [4].

При необходимости наплавки деталей с различной частотой вибрации используют вибродуговые аппараты, снабженные колебательными системами с электромоторным приводом. В аппаратах с такими колебательными системами предусмотрены наборы сменных кулачков и сравнительно простые способы изменения частоты их вращения.

### Список литературы

1. Щербаков, Ю.В. Современные способы восстановления и упрочнения деталей: учебное пособие / Ю.В. Щербаков, А.М. Кашфуллин; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образования «Пермский гос. аграрно-технолог. ун-т. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2018. – 191 с.

2. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы) / В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.

3. Цыпкина, И.В. К обоснованию выбора способа восстановления детали на примере полуоси трактора / И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 358-360. – EDN RGVLNW.

4. Соловьев, Е.В. Результаты расчетов режимов восстановления детали типа «полуось» вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», Майский, 28–29 мая 2019 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 106-107. – EDN BGSBAO.

## ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОСТИ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОСНАСТКИ НА СТАБИЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

Пузь А.В., Бережная И.Ш.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современные предприятия оснащены сложным, разнообразным и дорогостоящим оборудованием отечественного и зарубежного производства. Для поддержания его в работоспособном состоянии ремонтные службы должны располагать эффективными способами не только восстановления размеров, но и способными создавать рабочие поверхности деталей высокого качества [1-6]. Такая технология должна характеризоваться простотой и универсальностью осуществления, незначительными материальными затратами при достижении требуемого качества деталей.

Наиболее перспективной технологией, отвечающей вышеперечисленным требованиям, является технология электромеханического упрочнения деталей, основанная на сочетании термического и силового воздействия на поверхностный слой [7]. Процесс заключается в следующем. Деталь, установленную в патроне токарного станка, через контактное устройство на шпинделе подсоединяют к одной из клемм вторичной обмотки трансформатора; ко второй клемме подсоединяют инструмент, изолированно установленный в резцедержателе суппорта станка. В зону контакта детали и инструмента подают ток 350-1300 А при напряжении 2-6 В. Ток большой силы и низкого напряжения мгновенно нагревает металл в зоне контакта до высокой температуры (800-900°C). Быстрый отвод теплоты внутрь детали способствует закалке поверхностного слоя. Этим способом можно получить шероховатость поверхности Ra 0,16 и исключить операцию шлифования. Одновременно улучшаются механические свойства поверхностного слоя детали за счет его закалки на глубину 0,1 мм.

С целью определения величины усилия прижатия в зоне контакта была проведена тарировка пружины механизма зажима ролика. Номинальный коэффициент жесткости определяют по характеристике пружины (зависимость изменения длины пружины от нагрузки), обычно нанесенной на рабочем чертеже. Фактический коэффициент жесткости может быть найден путем тарировки пружины. Обычно пружины поставляют с техническим паспортом, в котором указывается величина максимально допустимой нагрузки, размер сжатия (растяжения) при этой нагрузке. Если таких данных не имеется, необходимо провести тарировку пружины.

Для увеличения точности тарировочных измерений было предложено провести измерения по двум схемам. В соответствии с первой схемой нагрузка пружины производится продольно, до достижения максимально смещения механизма прижатия ролика. Вторая схема, применяемая при тарировочных измерениях, учитывает специфику рабочей нагрузки механизма прижатия ролика, а именно его консольное нагружение.

Тарирование применяется при испытании пружин статическими нагрузками с целью построения зависимости величины деформации от нагрузки.

Параметры цикла нагружения (деформации) рассчитывают, исходя из действительных размеров пружин, статической нагрузки, действующей на них, а также технологии обработки прутков и упрочнения поверхности готовых пружин.

Определение деформаций (прогибов) пружин под статическими нагрузками проводят на испытательной установке, конструкция которой должна обеспечивать продольное сжатие пружины статической нагрузкой в диапазоне от нуля до пробной нагрузки с пределами допускаемой относительной погрешности не более  $\pm 2\%$ .

### Список литературы

1. Стребков С.В., Сахнов А.В., Алейник С.Н. Надежность и ремонт машин: учебное пособие по выполнению курсовой работы и разделов дипломного проекта для подготовки бакалавров направления 35.03.06 – Агроинженерия. – Майский : Белгородский ГАУ, 2018. 92 с.
2. Слободюк, А.П. Причины отказов рабочего органа дискатора / А.П. Слободюк, С.В. Стребков. – 2014. – № 4. С. 26-33.
3. Водолазская Н.В. О разработке моделей технических систем специального назначения // Роль науки в удвоении валового регионального продукта: Материалы XXV Международной научно-производственной конф. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С 85-86.
4. Пузь, А.В. Обеспечение надежности оборудования перерабатывающих предприятий / А.В. Пузь, И.Ш. Бережная // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Междунар. студ. науч. конф. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 127.
5. System approach to assessment of thermal stress of units of transmissions / A.G. Pastukhov, E.P. Timashov, T. Parnikova // Applied Engineering Letters. – 2017. – Т. 2. – № 2. С. 65-68.
6. Research in parameters of working process of interfusing in batcher mixer (Исследование параметров рабочего процесса смешивания в дозаторе-смесителе) / A. Kolesnikov, A. Pastukhov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan // Engineering for rural development./ Proceedings, Vol. 18 : Latvia University of Life Sciences and Technologies. – Jelgava, 2019. – P. 487-492.
7. Бережная И.Ш. Применение электроискрового наращивания при восстановлении деталей машин // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: Материалы XXII междунар научно-производственной конференции. 2018. С. 198-200.

## **АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ**

**Руссин А.Ю., Бережная И.Ш.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Среди упрочняющих технологий особое место занимают физико-химические способы воздействия на поверхность материала, так как ее состояние во многом определяет уровень прочности и эксплуатационные свойства деталей машин. В большинстве случаев именно поверхность изделия подвергается повышенному износу, контактными нагрузкам и в большей степени разрушается. В связи с этим на современном этапе развития техники и технологии повышенное внимание уделяется инженерии поверхности металлических материалов [1].

Получение упрочненных поверхностных слоев достигается путем целенаправленного формирования заданного структурного состояния металла методами химико-термической обработки, в том числе с использованием высококонцентрированных источников энергии, таких как ионные, лазерные, ультразвуковые, высокочастотные индукционные и другие [2].

В категорию технологической оснастки входит как самостоятельное оборудование, так и встраиваемые компоненты, функция которых отражается на качествах производственного процесса. Что касается отдельных агрегатов, то они тоже могут вносить свой вклад в характеристики работы линии косвенным образом, не связываясь напрямую с ее мощностями. Теперь стоит рассмотреть, какие функции выполняет технологическое оборудование и оснастка в составе производственного комплекса. Главные ее задачи заключаются в поддержании нормативного качества выпускаемых изделий, увеличении объемов производства, минимизации и облегчении труда обслуживающего персонала и т.д. Достигаются эти цели с помощью более эффективного выполнения подготовительных операций при помощи элементов оснастки, расширения технологических возможностей станков, сокращения времени на обработку заготовок и за счет других улучшений производственного процесса.

Базовое разделение технологической оснастки производится по признаку назначения. В частности, существуют контрольные, сборочные, станочные, крепежные и перемещающие элементы оснащения оборудования. Контрольная оснастка служит как вспомогательный компонент на этапе проведения ревизии изготовленного продукта на предмет соответствия стандартам. Сборочные приспособления повышают эффективность компоновки готовых элементов в единую конструкцию, прибор или комплекс. Наиболее же распространена станочная технологическая оснастка, наличие которой сказывается на повышении определенных характеристик выпускаемого изделия – например, прочности, износостойкости или долговечности подшипника. Дополнительные крепежные приспособления, в свою очередь, улучшают технику фиксации тех же заготовок

в процессе обработки или перемещения в пределах производственной площадки. Соответственно, перемещающая оснастка является элементом логистической инфраструктуры и отвечает за стабильность и четкость движения продукции по той же конвейерной линии.

Процесс разработки технического проектного решения для изготовления того или иного вида оснастки включает несколько этапов [4]. На первой стадии определяется назначение и спектр функций элемента, после чего рассчитываются его характеристики, с точки зрения интеграции в определенный производственный процесс. Здесь надо отметить, что существуют и стандарты, по которым выпускается тот или иной компонент, но разнообразие выпускающего оборудования нередко обуславливает необходимость разработки уникальных по своим качествам приспособлений. На основном этапе проектирование технологической оснастки подразумевает создание схемы изготовления и сборки элемента в соответствии с характером целевой операции обработки [5, 6]. Вместе с этим специалисты формируют набор требований к материалам, которые могут использоваться в изготовлении приспособления. В данном случае проектировщик должен ориентироваться на условия эксплуатации оснастки и на специфику ее непосредственных задач.

#### Список литературы

1. Повышение эффективности крошения почвы стрельчатой лапой и её долговечности при формировании геометрии рабочей поверхности армирующей наплавкой / А.В. Бондарев, В.И. Борозенцев, А.Н. Макаренко [и др.]. – Моксва-Белгород : ОАО Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 149 с.
2. Slobodyuk, A. Failure examination of disc header workpoints using cae-system apm win-machine / A. Slobodyuk, S. Strebkov, A. Bondarev // Engineering for Rural Development : Proceedings, Vol. 17. – Jelgava : Latvia University of Agriculture, 2018. – P. 836-842.
3. Шарая О.А., Водолазская Н.В. Упрочнение деталей модельной оснастки // Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации // Труды междунар. научно-практ. конф. Часть 4. – Караганда : КарГТУ, 2017. – С. 96-98.
4. Технология лазерного микролегирования углеродистых сталей для упрочения деталей сельскохозяйственных машин /А.Г. Пастухов, ОА. Шарая, А.Г. Минасян, Н.В. Водолазская // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 2 (10). С. 34-47.
5. Бережная И.Ш. Обеспечение работоспособности рабочих органов оборудования перерабатывающих предприятий // Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и IT-технологий: сборник научных трудов по материалам XVIII международной научно-производственной конференции. 2014. С. 144.
6. Бережная, И.Ш. Применение электроискрового наращивания при восстановлении деталей машин // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : Материалы XXII международной научно-производственной конференции. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 198-200.

## ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ

Сокольников Д.С.

Научный руководитель – Пастухов А.Г.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Введение.** Работоспособность машинно-тракторного парка определяется влиянием существенного набора факторов, которые можно классифицировать как конструктивные, производственные, эксплуатационные и связанные с утилизацией, которые при реализации рециклинга материалов оказывают влияние на предыдущие три фактора.

Основу работоспособности деталей машин закладывают при конструировании, что отражается в расчетах на прочность при обосновании геометрических параметров деталей при различных видах деформации и условиях эксплуатации. В этой связи в федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства России на 2017-2025 гг. для решения задач обеспечения работоспособности сельскохозяйственных машин предусматривается формирование условий для обеспечения прочности при статических и динамических нагрузках на основе методов расчета по допускаемым напряжениям, допускаемым нагрузкам и на долговечность [1].

**Материалы и методы.** Для оценки прочностных свойств деталей машин применяют расчетные, экспериментальные и комбинированные методы. С точки зрения быстрой оценки и прогнозирования прочности деталей при растяжении, сжатии, сдвиге-срезе, кручении и изгибе применяют в основном расчетные методы по напряжениям или коэффициентам запаса.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В машиностроительной практике наиболее часто используют метод расчета на прочность, основанный на сравнении рабочих напряжений  $\sigma_{max}$  с допускаемыми, определяемыми по формуле

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{lim}}{n_{adm}},$$

где  $\sigma_{lim}$  – предельное напряжение, при достижении которого рабочими напряжениями нарушается работоспособность детали (выражается в разрушении, недопустимой пластической деформации, потере устойчивости и др.);  $n_{adm}$  – нормативный коэффициент запаса прочности.

Прочность детали при линейном напряженном состоянии считается обеспеченной, если выполняется неравенство

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm}.$$

При этом допускается небольшая перегрузка до 5%, в случае необходимости.

В случаях плоского и объемного напряженного состояния условие прочности выражается с помощью гипотез (теорий) прочности.

По теории прочности максимальных касательных напряжений условие прочности выражается в виде



$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \leq \tau_{adm} = \frac{\sigma_{adm}}{2},$$

где  $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$  – главные нормальные напряжения.

При действии одновременно нормального и касательного напряжений условие прочности принимает вид

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \sigma_{adm}.$$

По энергетической теории прочности условие прочности имеет вид

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_{adm}.$$

Сопоставление результатов расчетов по данным теориям прочности показывает незначительную разность (не более 15%) в расчетных напряжениях или усилиях, и применяются для расчета деталей из пластичных материалов с вязким разрушением.

При расчете деталей машин, изготовленных из хрупких материалов, например, серого чугуна, расчет на прочность по эквивалентным напряжениям рекомендуется проводить по первой или второй теориям прочности, с учетом коэффициента Пуассона  $\nu$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{ЭКВ}} &= \sigma_1 \leq \sigma_{adm}, \\ \sigma_{\text{ЭКВ}} &= \sigma_1 - \nu(\sigma_2 + \sigma_3) \leq \sigma_{adm}. \end{aligned}$$

Наиболее распространен в настоящее время расчет на прочность по коэффициентам запаса прочности по напряжениям  $n_\sigma$ , по предельным нагрузкам  $n_Q$  или по долговечности  $n_L$ :

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{lim}}{\sigma_{\text{ЭКВ}}} \geq n_{adm}, n_Q = \frac{Q_{lim}}{Q_{\text{раб}}} \geq n_Q, n_L = \frac{L_{lim}}{L_{\text{раб}}} \geq n_L.$$

где  $\sigma_{lim}$ ,  $Q_{lim}$ ,  $L_{lim}$  – предельные напряжения, нагрузка и наработка детали в эксплуатации;  $\sigma_{\text{ЭКВ}}$ ,  $Q_{\text{раб}}$ ,  $L_{\text{раб}}$  – эквивалентное рабочее напряжение, эксплуатационная нагрузка и наработка;  $n_{adm}$ ,  $n_Q$ ,  $n_L$  – нормативные коэффициенты запаса прочности, нагрузки и долговечности, на основе опыта.

**Заключение.** На основе обобщения можно сделать следующие выводы:

- изучены методы расчета на прочность с учетом материала деталей;
- установлены дифференцированные методы расчета с учетом опасных явлений по прочности, допускаемой нагрузке и долговечности.

#### Список литературы

1. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин: учеб. пособие. – М. : Высшая школа, 1991. – 319 с.
2. Основы организации технического сервиса в агропромышленном комплексе: учебник / под ред. И.Н. Кравченко и Ю.А. Кузнецова. М. : Кнорус, 2022. 452 с.
3. Технологические процессы в техническом сервисе машин и оборудования: учеб. пособие / И.Н. Кравченко, А.Ф. Пузряков, В.М. Корнеев и др. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 346 с.
4. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П., Кравченко И.Н. Исследование напряженно-деформированного состояния деталей модернизируемых узлов трансмиссий различных машин / Строительные и дорожные машины. 2015. № 8. С.20-26.

## ОЧИСТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

**Терентьев О.В., Терентьев В.В.**  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Повышение уровня эксплуатационной надежности сельскохозяйственной техники является приоритетной задачей инженерно-технической службы предприятий агропромышленного комплекса [1]. Во-первых, необходимо сформировать качественную инженерную инфраструктуру, обеспечивающую надлежащий уровень технического сервиса машин. Во-вторых, требуется создать необходимые условия для качественного проведения обслуживания и ремонта машин в процессе всего эксплуатационного периода [2]. В-третьих, не следует также забывать, что в отличие от других отраслей народного хозяйства сельскохозяйственное производство (особенно растениеводство) имеет четко выраженную цикличность использования техники, когда в течение непродолжительного периода машины используются с максимальной интенсивностью и нагрузками, а остальное время, как правило, находятся на хранении и подвергаются негативному воздействию окружающей среды [3, 4].

Совершенствование технологического процесса очистки сельскохозяйственной техники от загрязнений является важным этапом технического обслуживания машин и подготовки их к хранению. Качественное выполнение данной операции является залогом проведения надлежащего ремонта и значительного повышения эксплуатационного ресурса машин. Требования, предъявляемые к поверхности по наличию на ней остаточных загрязнений, устанавливаются в зависимости от цели очистки и условий эксплуатации данной поверхности.

В Рязанском агротехнологическом университете разработана конструкция устройства, предназначенного для струйной пневмоабразивной обработки машин и механизмов, применение которого позволит повысить эффективность данной технологической операции.

Устройство для пневмоабразивной очистки сельскохозяйственной техники включает: корпус, съемное сопло, наконечник, причем выходная часть корпуса и внутренняя поверхность съемного сопла, соосно установленного на корпусе при помощи резьбового соединения, образуют камеру смешивания, канал для подачи воздуха высокого давления с штуцером, канал для подачи абразивно-воздушной смеси с сетчатыми отверстиями, емкость для абразива с сетчатыми отверстиями, регулировочный винт и курок, причем наконечник выполнен в виде шарнира, а канал для подачи абразивно-воздушной смеси выполнен в наконечнике по форме разветвляющихся каналов, расположенных под углом друг к другу, а сопло выполнено с фиксатором положения.

Работает устройство следующим образом. Перед началом эксплуатации съемное сопло снимается, а через выходную часть корпуса в емкость насыпает-

ся абразив. Затем, посредством резьбового соединения съемное сопло крепится к корпусу (при этом объем камеры смешивания регулируется продольным смещением сопла при его навинчивании на корпус). Поворот регулировочного винта осуществляется до совпадения сетчатых отверстий на емкости для абразива с сетчатыми отверстиями в канале для подачи абразивно-воздушной смеси. От внешнего источника, через штуцер воздух под давлением поступает в канал.

При нажатии на курок сжатый воздух по каналу поступает в канал для подачи абразивно-воздушной смеси. Через сетчатые отверстия и абразив из емкости попадает в воздушный поток, направляющийся по каналу для подачи абразивно-воздушной смеси к камере смешивания. Из камеры смешивания смесь воздуха и абразива через съемное сопло выходит под давлением на обрабатываемую поверхность детали. Часть воздушного потока из канала для подачи воздуха высокого давления проходит в емкость, где перемешивает абразив, предохраняя его от слеживания, а также создает давление, способствующее попаданию абразива в канал подачи смеси.

При обработке труднодоступных мест ослабляется фиксатор положения и сопло поворачивается относительно наконечника на угол, соответствующий совпадению выходного отверстия открытого ответвления канала для подачи абразивно-воздушной смеси и выходного отверстия сопла. При этом корпус сопла перекрывает остальные ответвления канала для подачи абразивно-воздушной смеси в наконечнике. После угол наклона сопла фиксируется фиксатором положения относительно наконечника. Далее начинается процесс работы устройства.

Применение предлагаемого устройства позволит повысить эффективность и удобство проведения операций по очистке сельскохозяйственной техники от загрязнений.

#### Список литературы

1. Водолазская, Н.В. К вопросу увеличения срока службы оборудования перерабатывающих предприятий АПК / Н.В. Водолазская, А.Г. Минасян, Г.И. Наседкин // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. – Белгород, 2015. – Т. 2. – С. 24-25.
2. Ушанев, А.И. К вопросу хранения сельскохозяйственной техники / А.И. Ушанев // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 4. – С. 82-87.
3. Перспективное решение для повышения сохранности сельскохозяйственной техники при хранении / К.А. Забара, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Вестник РГАТУ. – 2021. – № 1. – С. 120-128.
4. Бышов, Н.В. Разработка насадки для нанесения консервационного материала при постоянном напоре / Н.В. Бышов, И.А. Юхин, А.И. Ушанев // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3. – С. 88-91.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ШНЕКОВОГО ГРАНУЛЯТОРА КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ

Удовидченко М.И., Добрицкий А.А.  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, пос. Майский, Россия

Кормление сельскохозяйственных животных, в том числе кроликов, гранулированными кормовыми смесями на основе травяной муки весьма перспективно, поскольку позволяет повысить продуктивность животных при минимальных финансовых затратах [1-3]. Травяная мука – это белково-витаминный корм для сельскохозяйственных животных, полученный путем искусственной сушки и дробления свежескошенных трав [1-2]. Современное мясное кролиководство немыслимо без использования кормов в виде специальных гранул. Гранулированный корм позволяет обеспечить кроликов всеми необходимыми питательными веществами, витаминами и микроэлементами. Для кроликов кормовые смеси консолидируют в твердые гранулы, и только после этого скармливают. Для приготовления кормовых гранул на основе травяной муки необходим гранулятор.

В процессе приготовления гранул используются катково-матричные [2, 4] и шнеково-матричные грануляторы [4-6]. Шнековые грануляторы конструктивно проще и дешевле в изготовлении, что вызывает повышенный интерес для фермерских хозяйств различных форм собственности. На основании анализа различных конструктивных схем катково-матричных и шнеково-матричных грануляторов [4] авторами была предложена рациональная для фермеров конструкция и разработан комплект конструкторской документации для изготовления шнекового гранулятора комбикормов для кроликов [7-9]. Предложенный шнековый гранулятор состоит из корпуса с приводом и рабочей части. Рабочая часть гранулятора включает шнек переменного шага, деку и матрицу [7]. В данной конструкции кормовая смесь подается в приемный бункер гранулятора откуда под действием мешалки активатора перемещается в приемную часть шнека [7, 9]. Шнек, вращаясь внутри деки, захватывает кормовую смесь, придает ей осевое перемещение, сжимает и продавливает сквозь матрицу. В отверстиях матрицы (фильерах) происходит консолидация частиц смеси и формируется гранула требуемой длины, диаметра и плотности. Далее гранулы выходят из фильер, отламываются вращающейся шпилькой и по выгрузному лотку отводятся в бункер-накопитель.

В предложенной конструкции дека играет важную роль, от которой зависит продвижение материала, а также его сжатие у матрицы. Дека представляет собой цилиндр, сваренный из прутков, наружная часть которого проточена на токарном станке. При этом между навивкой шнека и внутренней частью деки образуются прямые канавки вдоль оси шнека, по которым также направлено перемещается кормовая смесь. Нами предлагается канавки образуемые от внутренней части деки и верхней части навивки шнека, идущие вдоль оси шнеково-

го гранулятора, выполнить винтообразными в сторону вращения шнека. При этом зазор между верхней кромкой винта шнека и декой оставить прежним не более 1-1,5 мм. Такое усовершенствование конструкции шнекового гранулятора кормовых смесей позволит обеспечить лучшее перемещение и продвижение кормовой смеси, а также его более интенсивное сжатие и продавливание через матрицу. Конструктивное обеспечение винтообразных канавок можно достигнуть путем изготовления из требуемого материала внутренней части деки на долбежном станке долбяком или путем сваривания прутков одинаковой кривизны с дальнейшей токарной обработкой наружной части деки.

Гранулированный корм на основе травяной муки позволяет обеспечить кроликов всеми необходимыми питательными веществами, витаминами и микроэлементами, поэтому разработка и усовершенствование конструкций гранулирования кормов для мясного кролиководства весьма перспективная задача для АПК страны.

В дальнейшем необходимо провести экспериментально-теоретические исследования параметров и режимов работы усовершенствованной конструкции шнекового гранулятора кормовых смесей.

#### Список литературы

1. Гранулированный корм для кроликов [Электронный ресурс]. URL: <https://villaved.ru/zhivotnovodstvo/kroliki/granulirovannye-korma-dlya-krolikov.html>
2. Кучинкас З.М., Особов В.И., Фрегер Ю.Л. Оборудование для сушки, гранулирования и брикетирования кормов. М. : Агропромиздат, 1988. 208 с.
3. Вольвак, С.Ф. Особенности научно-технического обеспечения содержания и кормления кроликов / С.Ф. Вольвак, А.П. Чирок // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 16 декабря 2020 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 16-20.
4. Вольвак С.Ф. К выбору конструкции гранулятора комбикормов для кроликов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 36-43.
5. Грануляторы комбикорма шнековые [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://reconvent.ru/GranulyatorKombikorma/granulyatori-kombikorma-shnekovie>.
6. Осокин А.В., Гиенко Е.А., Лагутин И.И. Обзор существующих методик расчёта основных параметров грануляционного оборудования // Молодой ученый. 2016. № 3. С. 179-185 [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://moluch.ru/archive/107/25529>.
7. Патент на полезную модель № 192090 U1 RU. МПК А23N 17/00 (2006.01) Гранулирующий шнековый пресс для кормовых смесей с травяной мукой / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий. Патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. № 2019121416; Заяв. 05.07.2019; Оpubл. 03.09.2019; Бюл. № 25. 7 с. : ил.
8. Theoretical studies of technological process of grinding stalked feed / S. Volvak, A. Pastukhov, D. Bakharev, A. Dobrickiy // Engineering for Rural Development : 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 831-836.
9. Вольвак С.Ф. Технологические основы приготовления гранулированных комбикормов для кроликов / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2019 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 78.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН**

**Фандиков А.С., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

При ремонте машин в хозяйствах осуществляют промежуточный контроль, состоящий в выполнении контрольных операций на различных стадиях ремонта машины или изготовления детали, и окончательный контроль, при котором проверяют качество изготавливаемых узлов, деталей и отремонтированных машин с целью установления соответствия их чертежам и техническим условиям [1].

В мастерских хозяйств применяют в основном два вида контроля: сплошной и выборочный. Первый состоит в проверке всего числа контролируемых объектов, второй заключается в контроле лишь части объектов. Сплошной контроль проводят при дефектации деталей и узлов, выборочный – при приемке на склад запасных частей и материалов, отремонтированных узлов и деталей.

Способ контроля качества ремонта от технологии и деталей контролируемого объекта и указывается в технической документации. При контроле качества применяют визуальную проверку, проверку с помощью измерительных инструментов, проверку с использованием приборов и стендов, а также испытания в эксплуатационных условиях. Проверку геометрических схем, установку рабочих органов, настройку на заданные режимы работы плугов, луцильников, культиваторов и сеялок проводят на контрольной площадке с твердым покрытием [2].

В мастерских с малым объемом ремонтных работ технический контроль осуществляет бригадир, механик или мастер-наладчик. В крупных мастерских предусматривается должность инженера-контролера мастерской [3].

Правильно организованный контроль качества ремонта техники повышает ответственность рабочих за выполняемую работу, что дает возможность значительно увеличить межремонтный срок ее службы.

### **Список литературы**

1. Новицкий, А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 61 с. – EDN XAIMZX.
2. Лихолетов, В.Н. Технический сервис сельскохозяйственной техники Германии и Швейцарии / В.Н. Лихолетов, М.И. Романченко // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 апреля 2015 года. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2015. – С. 46. – EDN VUAOGD.
3. Соловьев, Е.В. Дефекты полуоси полуразгруженного типа / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 16 декабря 2020 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 105-109. – EDN KSCUKL.

## К ВОПРОСУ ВЫБОРА СПОСОБА РЕМОНТА МАШИН

**Фандиков А.С., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Выбор формы организации труда зависит от объема работ и характера обслуживаемых и ремонтируемых объектов. В практике при выполнении ремонтно-обслуживающих работ сложились следующие формы организации труда: бригадная, постовая и бригадно-постовая [1].

Бригадная форма – это форма организации труда, при которой весь объем основных работ выполняется определенной группой рабочих [2].

Постовая форма – это форма организации труда, при которой весь технологический процесс расчленен на группы операций, завершающих отдельный технологический процесс.

Бригадно-постовая форма – является сочетанием бригадной и постовой форм. В этом случае значительную часть работ выполняет бригада, отдельные работы проводят на специализированных рабочих постах [3, 4].

На ремонтно-обслуживающих предприятиях в сельском хозяйстве наибольшее распространение получили следующие методы организации работ: универсальных постов и специализированных бригад.

На универсальном посту одна бригада рабочих всех специальностей выполняет все работы, входящие в данный вид обслуживаний или ремонта. Если имеется несколько однородных постов, то работы могут выполняться специализированными бригадами, состоящими из рабочих различных специальностей, которые после выполнения своей работы переходят с поста на пост.

В ремонтно-обслуживающем производстве применяются тупиковый и поточный способы организации работ. При тупиковом способе основной объем работ выполняется на одном посту или рабочем месте. При поточном способе организуются технологические линии, работы на которых выполняются на отдельных специализированных постах.

### Список литературы

1. Новицкий, А.С. Технология сельскохозяйственного машиностроения : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 84 с. – EDN DFEEYN.
2. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.
3. Новицкий, А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 61 с. – EDN XAIMZX.
4. Хранение сельскохозяйственной техники с использованием подставок / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.В. Немцев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 64-68. – EDN VZINRB.

## ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Хихлушка А.В., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

На коленчатый вал действуют ударные динамические нагрузки, силы трения, неуравновешенные моменты, крутильные колебания и вибрации, высокие температуры, статические и другие нагрузки.

Основные дефекты коленчатых валов.

1. Слишком быстрый износ шеек коленчатого вала чаще всего связан с проблемами блока. Обязательно необходимо проверить геометрию посадочных мест блока под подшипники. Второй причиной, ставшей особенно актуальной в последние годы, может быть некачественный материал коленчатого вала.

2. Задиры на шейках коленчатого вала, как правило, связаны с состоянием системы смазки дизеля. Здесь может быть очень большое число факторов: некачественное масло, нарушение сроков замены масла, засорение масляного фильтра, недостаточное давление в системе.

3. Наиболее частой причиной ускоренного износа поверхностей под полукольца является неисправность привода выключения сцепления. В случае такого дефекта необходимо заменить полукольца осевого смещения и отремонтировать привод сцепления.

4. Царапина при осмотре с лупой имеет светлое дно, в то время как дно трещины не просматривается (черного цвета). При полировке царапина начинает исчезать, а трещина остается на месте. Обычно царапины располагаются прямо на шейке, а трещины захватывают, часть галтели.

5. В большей степени изгибу оси подвержены валы рядных двигателей с большим количеством цилиндров. Также изгиб чаще встречается в коленчатых валах, изготовленных из некачественного мягкого материала.

6. Отклонение шеек от цилиндричности.

7. Трещина коленчатого вала – наиболее опасный дефект, который может привести к быстрому усталостному излому, что в свою очередь выводит из строя сопрягаемые детали. При наличии трещины любого размера и любой локализации коленчатый вал не ремонтируется.

### Список литературы

1. Совершенствование стенда для разборки и сборки двигателей внутреннего сгорания / Ковалев А.Н., Сахнов А.В. // В книге: Материалы международной студенческой научной конференции. 2015. С. 42.

2. Стенд для промывки масляных каналов коленчатых валов / Добрицкий А.А., Сахнов А.В. // В сборнике: Агроинженерия В XXI веке: проблемы и перспективы. Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева. 2020. С. 319-322.

3. Технология ремонта машин / Стребков С.В., Сахнов А.В. // Учебное пособие по дисциплинам «Технология ремонта машин» и «Надежность и ремонт машин» предназначено для студентов инженерного факультета по направлению подготовки 35.03.06 - Агроинженерия (уровень - бакалавриат), профили - Технический сервис в АПК, - Технические системы в агробизнесе / Белгород, 2016.

4. Совершенствование стенда для ремонта агрегатов машин / Клименко В.О., Сахнов А.В. // В сборнике: Материалы международной студенческой научной конференции. 2017. С. 37.



## РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАЗБОРКИ И СБОРКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

**Хихлушка А.В., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В результате выполнения поставленной задачи необходимо усовершенствовать работу ремонтного производства и предложить оригинальную конструкцию стенда, предназначенного для разборки и сборки двигателей внутреннего сгорания.

Повышение качества ремонта и ремонтного производства можно достичь путем совершенствования всех стадий производственного процесса ремонта составных частей машин в мастерской [1-3].

Разборочно-сборочные, диагностические, контрольные и регулировочные виды работ составляют весьма трудоемкую и сложную часть технологического процесса ремонта машин [3]. Для облегчения выполняемых в ремонтном производстве работ предлагаются стенды для разборки, сборки и ремонта двигателей внутреннего сгорания.

Анализ показал, что существует большое число стендов для разборки-сборки двигателей, техническое и технологическое оснащение которых имеет достаточно большое различие, что позволяет выполнять большой перечень работ.

Во время контрольного осмотра двигателя из него необходимо слить масло и охлаждающую жидкость [2]. Существуют различные стенды-кантователи. Разработанный стенд оборудован стопорами на колесах, которые предотвращают самопроизвольное перемещение тележки. Предложенный стенд можно перемещать на колесах тележки в пределах мастерской с закрепленным на нем двигателем с соблюдением правил техники безопасности.

### Список литературы

1. Патент № 2610321 С Российская Федерация, МПК F16D 3/84. Защитный чехол / А.В. Сахнов, С.В. Стребков, Л.Ю. Сахнова: № 2016100512 : заявл. 11.01.2016 : опубл. 09.02.2017.
2. Соловьев, Е.В. Результаты расчетов режимов восстановления детали типа «полуось» вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы XXIII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2019 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 106-107. – EDN BGSBAO.
3. Бондарев, А.В. Анализ причин выхода из строя полуоси колесного трактора классической компоновки / А.В. Бондарев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы XXIII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2019 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 69-70. – EDN JKULYW.

## ВИДЫ ДЕФЕКТОВ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ Д-240

**Хихлушка А.В., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Коленчатый вал работает в крайне неблагоприятных условиях, при этом на него действуют ударные динамические нагрузки, силы трения, неуравновешенные моменты, высокие температуры, статические нагрузки от сопрягаемых деталей [1-4]. Коленчатые валы Д-240 предназначены для установки на двигателях Д-240 и их модификации (Д-242, Д-243, Д-244) производства Минского моторного завода.

Основные дефекты коленчатого вала:

1. Ускоренный износ шеек коленчатого вала. Слишком быстрый износ шеек коленчатого вала чаще всего связан с проблемами блока. Обязательно необходимо проверить геометрию посадочных мест блока под подшипники. Второй причиной, ставшей особенно актуальной в последние годы, может быть некачественный материал коленчатого вала.

2. Задирры на поверхностях шеек коленчатого вала.

3. Ускоренный износ поверхностей под полукольца осевого смещения коленчатого вала.

4. Царапины на поверхностях шеек коленчатого вала. Обычно царапины располагаются прямо на шейке, а трещины захватывают, часть галтели.

5. Биения, прогиб коленчатого вала. В большей степени изгибу оси подвержены валы рядных двигателей с большим количеством цилиндров.

6. Отклонение шеек от размера. Постепенный износ шеек коленчатого вала – естественный процесс.

7. Трещины коленчатого вала.

При появлении одного или нескольких дефектов необходимо незамедлительно их устранить.

### Список литературы

1. Руководство по эксплуатации МТЗ-80 и МТЗ-82 / И.П. Ксенович, С.Л. Кустанович, П.Н. Степанюк и др. – 2-е изд, 1984. – 254 с.

2. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Шарая О.А. К вопросу повышения эксплуатационной надежности некоторых видов промышленного оборудования // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – Краматорськ : ДДМА, № 1 (40). 2017. С. 48-53.

3. Патент № 2610321 С Российская Федерация, МПК F16D 3/84. Защитный чехол / А.В. Сахнов, С.В. Стребков, Л.Ю. Сахнова: № 2016100512 : заявл. 11.01.2016 : опубл. 09.02.2017.

4. Бондарев, А.В. Анализ причин выхода из строя полуоси колесного трактора классической компоновки / А.В. Бондарев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы XXIII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2019 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 69-70. – EDN JKULYW.

## ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН С ПОМОЩЬЮ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

**Черноиванов Д.Ю., Бережная И.Ш.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Перерабатывающая промышленность является важнейшей составляющей отраслей народного хозяйства [1]. Это определяется, прежде всего, тем, что молочно-перерабатывающая промышленность в процессе своей хозяйственной деятельности взаимодействует с различными отраслями народного хозяйства: сельским хозяйством, строительством, транспортом, торговлей и др. [2].

Механическая обработка молока и молочных продуктов, применяемая на предприятиях перерабатывающей промышленности, осуществляется с помощью фильтров, центрифуг, сепараторов различной конструкции, гомогенизаторов и мембранных фильтрационных аппаратов [3].

Современное оборудование, применяемое в перерабатывающей промышленности, в том числе и гомогенизаторы молока, характеризуются большим числом элементов, множеством связей и взаимосвязей, значительным объемом перерабатываемой информации [4]. Такие системы называют сложными, большими или системами со сложной структурой.

Структура и связь между ее элементами главным образом влияет на эффективность функционирования системы [5]. При анализе и при синтезе систем разного типа необходимо обязательно учитывать важность структуры системы. Действительно, наиболее важный этап разработки модели как раз и состоит в выборе структуры модели интересующей нас системы.

Для этого гомогенизатор разбили на основные подсистемы, а именно: станина с приводом; кривошипно-шатунный механизм с системой смазки и охлаждения; плунжерный блок; манометрическая головка; предохранительный клапан; гомогенизирующая головка [6].

На первом этапе, проанализировав принцип работы агрегата и взаимодействие его основных составных частей, выявлены следующие зависимости. Станина содержит привод, который с помощью клиноременной передачи приводит в движение кривошипно-шатунный механизм. Кривошипно-шатунный механизм преобразует вращательное движение электродвигателя в поступательное движение плунжеров плунжерного блока. Плунжеры в свою очередь перемещают продукт в гомогенизирующую головку. Плунжерный блок отвечает за поддержку определенного давления продукта, поступающего в гомогенизирующую головку для получения необходимой степени гомогенизации, которое можно проконтролировать с помощью манометрической головки и предохранительного клапана. Все это позволило нам выделить подсистему, имеющую наибольшее влияние на работу всего агрегата в целом, а именно – плунжерный блок.

Далее произвели детальное моделирование механизма функционирования подсистемы плунжерного блока. Плунжерный блок включает в себя: механизм герметизации плунжера, блок, присоединительный штуцер, плунжеры, комплект манжетных уплотнений, нажимные кольца, гайки, нижние, верхние и передние крышки, всасывающие и нагнетательные клапаны, седла клапанов, прокладки, втулки, пружины, клапан. Анализируя полученную структуру плунжерного блока, можно выделить два основных узла, а именно, механизм герметизации плунжера и всасывающие и нагнетательные клапаны. Узел, содержащий всасывающие и нагнетательные клапаны, наименее подвержен отказу, так как детали, входящие в его состав в процессе работы совершают минимальные осевые перемещения и, следовательно, имеют наименьшую величину износа. В это же время узел герметизации плунжера наиболее подвержен износу из-за относительно больших осевых перемещений плунжера в комплекте уплотнений.

На основании вышесказанного можно сделать следующий вывод - несмотря на всю сложность конструкции гомогенизатора, а также на наличие большого числа взаимосвязанных подсистем данного агрегата, можно выделить критическое соединение «плунжер-уплотнение», так как даже минимальный износ любой детали, входящей в указанное соединение, повлияет на работу всего агрегата.

#### Список литературы

1. Пузь А.В., Бережная И.Ш. Обеспечение надежности оборудования перерабатывающих предприятий // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции. 2021. – С. 127.
2. Определение мощности на привод маслоизготовителя с гибким виброприводом / А.В. Яшин, Ю.В. Полывяный, А.Л. Мишанин, П.Н. Хорев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4. – С. 92-101.
3. Kolesnikov A., Vodolazskaya N., Minasyan A., Kazakov K. Experimental researches of liquid batcher mixer // Engineering for rural development, Vol. 20: Latvia University of Life Sciences and Technologies. Jelgava, 2021. – P. 124-129.
4. Водолазская Н.В. Структурный анализ сборки резьбовых соединений Research and development in chemical and mechanical industry. RaDMI 2002. Proceedings. Volume 1: Vrnjačka Banja. Yugoslavia. 01-04 September, 2002. – P. 470-475.
5. Vodolazskaya N. Compactness spatially-oriented of technological system for assembly of treaded connection. Research and Development in Mechanical Industry. RaDMI 2003. Proceedings. Volume 1: Herceg Novi. Serbia and Montenegro. 19-23 September, 2003. – P. 578-586.
6. Бережная И.Ш. Структурный анализ оборудования перерабатывающих предприятий / Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы Агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 300-304.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ НАПЛАВКОЙ И РАСТОЧКОЙ

**Чертов С.Н., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Первым шагом является установка станка [1]. После фиксации станка центровочный комплект удаляют, и на борштангу устанавливают резец, с помощью которого будет производиться первая расточка. Она необходима для устранения эллипсности, которая возникает в результате износа при работе машин и механизмов. Кроме этого, проведенные ранее измерения могли показать нарушение соосности двух противоположных посадочных мест.

После первой фрезеровки поверхностей оба отверстия будут располагаться на одной оси, и геометрическая конфигурация станет точно радиальной, без эллипсоидных отклонений. Однако размер после завершения работы уже не будет соответствовать заводскому номиналу.

Для наплавки слоя металла на радиальную поверхность используется электросварочный аппарат инверторного типа с автоматической подачей проволоки к месту обработки [2]. В зависимости от марки сплава восстановление деталей вибродуговой наплавкой может осуществляться в обычных атмосферных условиях или защитной инертной среде. Обычно она представляет собой смесь из 80% аргона и 20% углекислого газа.

Физико-механические свойства наплавляемого слоя полностью соответствуют или даже превышают характеристики основного металла обрабатываемой детали. В зависимости от марки сварочной проволоки, силы тока и скорости прохождения твердость слоя находится в пределах 20...30 HRC.

После наплавки металла и его полного остывания наплавочную штангу снимают и на ее место снова устанавливают фрезеровальный инструмент. Механические способы восстановления отверстий предусматривают проточку поверхности за два раза. Сначала выполняется черновая проточка для максимального приближения к номинальному размеру с обязательным плюсовым допуском. При этом величина допуска не превышает 0,5 мм, обычно 0,2...0,3 мм.

На следующем этапе работ выполняют чистовое фрезерование с обеспечением точности в пределах 0,01 мм. Для этого снижают скорость прохождения резца и постоянно контролируют проточки с помощью выносных цифровых индикаторов [3].

### Список литературы

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.

2. Соловьев, Е.В. Определение параметров восстановления полуоси вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 349-352. – EDN BXUFJQ.

3. Технологические процессы восстановления деталей : лабораторный практикум / сост. : Г.И. Анискович [и др.] – Минск : БГАТУ, 2012. – 248 с. ISBN 978-985-519-466-9.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И БАЛАНСИРОВКИ РОТОРНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ УБОРОЧНЫХ МАШИН**

**Шабарчин Е.Е.**

**Научный руководитель – Новиков М.А., д-р техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,  
Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия**

Многолетние исследования в области вибродиагностики роторных рабочих органов уборочных машин показывают, что применение для контроля качества ремонта, проведение их балансировки вибрационными методами с использованием малогабаритных электронных средств позволяет проводить операции контроля на рабочем месте, т.е. без демонтажа с уборочной машины, что значительно сокращает простои дорогостоящих комбайнов, повышает точность операций, повышает культуру производства [1, 2, 3].

Известен стенд для контроля технического состояния и балансировки шнеков зерноуборочных комбайнов, содержащий инструментально-измерительный комплекс, позволяющий повысить точность проведения установочных, а также рихтовочных операций на роторном рабочем органе – шнеке жатки [4].

Однако при осуществлении представленного метода балансировки шнеков зерноуборочного комбайна не учитывается техническое состояние опорных подшипников, которое, как показали исследования, существенно влияет на точность проведения контрольных операций и выполнения работ по балансировке [5, 6].

Для проверки технического состояния опорных подшипников и уравновешивания роторных рабочих органов зерноуборочных комбайнов в собственных опорах предлагается использовать вибрационный метод диагностирования и балансировки, эффективность которого подтверждена многими предыдущими исследованиями [7, 8].

С целью проведения операций диагностирования технического состояния, проведения балансировки роторных рабочих органов, контроля качества их ремонта создан автоматизированный стенд [9]. Разработанная конструкция включает роторный рабочий орган уборочной машины, вал которого размещен в собственных подшипниках, установленных на двух опорных стойках, неразъемно соединенных с основанием стенда. Один конец вала шнека уборочной машины соединен с электродвигателем посредством клиноременной передачи и упругого элемента. С другой стороны стенда расположен лазерный тахометр, установленный на штативе, который в свою очередь закреплен к опорной стойке. Напротив лазерного тахометра, на другом конце вала шнека уборочной машины установлен стробирующий диск. В собственные опорные подшипники вмонтированы виброизмерительные преобразователи. Электрические выходы лазерного тахометра и виброизмерительных преобразователей подключены к

электрическим входам преобразователя сигналов, подключённого к портативному компьютеру.

Основу инструментально - измерительного комплекса стенда представляет электронный прибор «БалКом-1», являющийся портативным балансировочным комплектом. Прибор включает в себя следующие основные конструктивные единицы: измерительный блок, датчики вибрации, датчик фазового угла, портативный компьютер. Измерение информативных сигналов, обработку и вывод на индикацию информации о величине и месте установки корректирующих грузов выполняется в автоматизированном режиме.

На основании выполненных теоретических и практических исследований установлено, что использование разработанного автоматизированного стенда позволяет выполнять измерение информативных сигналов, обработку и вывод на индикацию информации о величине и месте установки корректирующих грузов в автоматизированном режиме, не требующем от пользователя дополнительных функциональных умений. Экономический эффект выражается снижением трудоемкости диагностирования в 2...3 раза.

#### Список литературы

1. Новиков М.А. Повышение эффективности функционирования самоходных уборочных машин на основе обеспечения их долговечности в условиях эксплуатации методами и средствами технического диагностирования: диссертация ... доктора технических наук: 05.20.03 Санкт-Петербург, 1998. – 525 с.
2. Гольдин А.С. Вибрация роторных машин. М. : Машиностроение, 1999. – 344 с.
3. Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования, анализ вибрации. Уч. пособие. – М. : СПбГМТУ, Санкт-Петербург, 2004. – 156 с.
4. Пат. на пол. мод. 164353. RUS. Стенд для ремонта и балансировки шнеков комбайнов / Рожков А.С.; Зарегистр. 09.08.2016 г.
5. Гончаров Д.А., Бондарев А.В. Совершенствование процесса технического обслуживания мобильной техники. В сборнике: Материалы международной студенческой научной конференции. 2017. С. 30.
6. Угрюмов Ю.Ю., Бондарев А.В. Совершенствование процесса технического обслуживания мобильной техники. В книге: Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах. 2020. С. 158.
7. Новиков М.А., Сидыганов Ю.Н., Неклюдов В.Б. Надежность самоходных уборочных машин в современных экономических условиях АПК: Учебное пособие. – Йошкар-Ола : Марийский государственный технический университет, 2001. – 122 с.
8. Гималтдинов И.Х. Безразборное диагностирование подшипниковых узлов кормоприготовительных машин по виброакустическим характеристикам / Н.Р. Адигамов, Р.В. Гарипов, И.Х. Гималтдинов // Ремонт, восстановление, модернизация. Москва, 2006. – № 11. – С. 21-23.
9. Новиков М.А., Павлов С.Б., Ефимов А.К. Методика лабораторных исследований технического состояния измельчительного ротора ботвоудалителя. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. Ежеквартальный научный журнал № 51. – СПб. 2018. С. 281-287.

## ХРАНЕНИЕ ТЕХНИКИ НА ПОДСТАВКАХ

**Шавров Д.В., Соловьев Е.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Хранение машин является составной частью технического обслуживания машинно-тракторного парка. Правильное хранение обеспечивает длительный срок службы и эффективное использование техники при наименьших затратах на ее содержание, позволяет сохранить работоспособность машин в нерабочий период [1].

При постановке на длительное хранение машину моют, проводят сезонное техническое обслуживание. Топливную аппаратуру консервируют. Поврежденную окраску полностью восстанавливают. Машины устанавливают горизонтально при помощи подставок. Под стальные колеса машин подкладывают опоры, навесные машины и машины с пневматическими шинами ставят на подставки или козлы. Агрегаты, узлы и детали, требующие особых условий хранения, убирают в складские помещения. Открытые шарнирные соединения механизмов навески, подъема, направляющих колес, рулевых тяг очищают и смазывают. Выступающие части штоков гидроцилиндров покрывают защитной смазкой. Давление в шинах снижают. Поверхность шин и резиновых шлангов покрывают светозащитной смазкой.

В качестве опор для хранения можно использовать следующую подставку, состоящей из пластины опорной, представляющей собой усеченный сектор круга с радиусом меньшим, чем радиус колеса трактора, с закрепленными к одной из ее сторон ребрами жесткости, при этом к нижней части пластины опорной жестко прикреплен обод, а верхняя входит в пазы пальцев, концы которых оснащены фиксаторами пластины опорной, причем пальцы жестко закреплены к диску колеса трактора по его периметру, а пазы пальцев обращены в сторону противоположную от его центра, путем передвижения его вперед на расстояние равное половине дуги сектора [2].

Применение предложенной подставки к колесному трактору позволит исключить травмирование обслуживающего персонала при постановке колесного трактора на хранение, снизить затраты времени на эту операцию, а также продлить срок службы резины [3].

### Список литературы

1. Хранение тракторов и тракторных прицепов на подставках / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 68-73. – EDN TUXLMR.
2. Патент на полезную модель № 189804 U1 Российская Федерация, МПК В60S 9/02. Подставка к колесному трактору : № 2019109461 : заявл. 01.04.2019 : опубл. 04.06.2019 / Н.Ф. Скурятин, А.А. Беликов, А.В. Бондарев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN YNIALG.
3. Хранение сельскохозяйственной техники с использованием подставок / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.В. Немцев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 64-68. – EDN VZIHVB.



## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ ОГНЕВЫХ ДНИЩ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ**

**Якубинский Р.Н., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Головка блока цилиндров (ГБЦ) заменяется в среднем 4 раза в течение всего срока службы дизеля из-за наличия трещин на огневых днищах, которые появляются в результате термического нагружения в процессе эксплуатации [1, 2].

Трещины в указанных местах определяет ресурс рассматриваемой детали, так как при своем дальнейшем развитии они нарушают герметичность водяного охлаждения.

Определение термостойкости огневых днищ необходимо производить на установке, для нагрева которой использовался принцип активного сопротивления. Используя эту установку, можно оперативно оценить склонность к трещинообразованию самого слабого звена – межклапанных перемычек огневого днища [3, 4].

На установке имитируются условия местного перегрева зоны межклапанной перемычки ГБЦ, что в условиях эксплуатации приводит к появлению трещин.

Она имеет следующие основные части: трансформатор ТСД-1000, выпрямитель, медный электрод с графитовым наконечником. Нагрев осуществляется при помощи трансформатора, два провода которого через выпрямитель подводятся к опытному образцу, установленному на специальном столе. Один провод от трансформатора закреплен на ГБЦ. Другой подводится к медному подвижному электроду, установленному в специальной кронштейне над испытуемой головкой. Нижняя часть электрода выполнена в виде разрезной втулки и в ней с помощью хомута закреплен графитовый стержень. Между носком графитового стержня и плоскостью опытного образца находится пакет графитовых пластин. Таким образом, вторичная обмотка трансформатора замкнута через испытуемый образец. В этой цепи наибольшим сопротивлением будет обладать пакет графитовых пластин, следовательно там будет выделяться максимальное количество теплоты.

Сила тока, а также количество и толщина пластин, определены экспериментальным путем.

Пакет графитовых пластин состоит из 3-х пластин толщиной 1,5 мм каждая. Эти пластины в течение нескольких секунд нагреваются до высокой температуры и значительно ускоряют нагрев перемычки.

Для того, чтобы в процессе лабораторных экспериментов осуществлять нагрев до заданной температуры, была проведена тарировка лабораторной установки, в процессе которой контролировалось время нагрева образца до определенной температуры. Температуру поверхности регистрировали потенциометром КСП2-005 и хромель-алюмилевой термопарой, горячий спай кото-

рой находится на поверхности нагреваемого образца. В процессе тарировки контролировали также значение напряжения  $U$  и силу тока  $I$ .

Значение силы тока  $I$  было выбрано постоянным и равнялось 285 А. Эксперименты показали, что время нагрева значительно меняется и в основном, зависит от величины напряжения  $U$ , которое изменялось в пределах от 2,5 до 3,5 В.

Зависимость времени нагрева от напряжения имеет падающую характеристику, что происходит вследствие частичного прогорания графитовых пластинок. Предлагаемая методика более точно учитывает характерные особенности графитовых пластин, сопротивление которых сильно зависит от состояния их поверхностей, а следовательно, значительно влияет на нагрев.

Известно, что в современных высокофорсированных дизелях температура огневого днища головки может достигать 550°C [3]. Поэтому испытания термостойкости головок цилиндров заключаются в проведении последовательных термоциклов по режиму нагрев-охлаждение, до появления трещин.

Таким образом, удалось упростить методику испытаний, отказавшись от использования термопар, ориентируясь при проведении термоциклов по секундомеру.

#### Список литературы

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.

2. Затраты времени на обслуживание и ремонт колёсных тракторов будут снижены / Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев, В.М. Порицкий, И.В. Васильченко // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 216-218. – EDN XSYEDB.

3. Черкашин, Н.А. Пути повышения долговечности головок цилиндров тракторных дизелей / Н.А. Черкашин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 86-90.

4. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 76 с. – EDN TXCLKE.

# **ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПО)**

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

УДК 629.3.083.4

### **ЗНАЧЕНИЕ ТО, ДИАГНОСТИКИ И РЕМОНТА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ВЫСОКОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ АВТОТРАНСПОРТА**

**Батлуцкий Н.М.**

**Научный руководитель – Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Техническое обслуживание – это комплекс работ, проводимых с целью поддержания автотранспортных средств в исправном или работоспособном состоянии при хранении, транспортировании, подготовке к использованию и использованию по назначению [1].

Основная цель ТО автомобиля состоит в предупреждении и отдалении момента достижения им предельного состояния, то есть такого состояния автомобиля, при наступлении которого его эксплуатация должна быть прекращена из-за неустранимого нарушения, это достигается, во-первых, предупреждением возникновения отказа за счет предупредительного контроля и доведения параметров технического состояния автомобиля (агрегата, механизма) до номинальных или близких к ним значений. Во-вторых, предупреждением отказа в результате уменьшения интенсивности изменения параметра технического состояния, снижением темпа изнашивания сопряженных деталей [2].

Диагностирование позволяют оценить техническое состояние автомобиля в целом и отдельных его агрегатов и узлов (сборочных единиц) без их разборок, выявить неисправности, для устранения которых необходимы регулировочные или ремонтные работы, а также прогнозировать ресурс надежной работы автомобиля.

Задачи, стоящие перед технической службой автотранспортных предприятий:

- поддержание и восстановление работоспособности подвижного состава,
- проведение мероприятий по повышению надежности подвижного состава,
- поддержание КТГ на установленном (определенном) уровне,
- осуществляют мероприятия по рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов и защите окружающей среды при работе автомобильного транспорта [3].

Вид технического обслуживания определяется в зависимости от величины наработки (километров пробега, количества циклов, часов работы) или календарных сроков с учетом условий эксплуатации. Если к моменту очередного

технического обслуживания отдельные составные части не достигли 50% установленной наработки, то разрешается проводить вид технического обслуживания по объему на одну ступень ниже, за исключением обязательного проведения в установленные сроки планового технического обслуживания № 2. Допускается отклонение времени начала выполнения технического обслуживания на 15% от периодичности, установленной для данного типа ТО [4].

#### Список литературы

1. Водолазская Н.В. Совершенствование системы ТОиР за счет повышения надежности используемой ремонтной оснастки // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: Материалы XX Международной научно-производственной конференции – Белгород: Белгородский ГАУ, 2016. – 21-22.
2. Новицкий, А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 61 с. – EDN XA1MZX.
3. Стребков, С.В. Надежность и ремонт машин : Учебное пособие по выполнению курсовой работы и разделов дипломного проекта / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, С.Н. Алейник. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2018. – 92 с. – EDN RLMCFL.
4. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТВАЛОВ ПЛУГА

**Белевцев Д.А., Батырев Е.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Износ отвалов плугов наблюдается главным образом последу движения пласта земли в основном на груди отвала и у крыла. Наблюдениями установлено, что грудь срабатывается примерно в два раза быстрее, чем крыло отвала [1, 2, 3].

Отвалы плугов изготавливают либо из листовой углеродистой стали с последующей цементацией, либо из специальной трехслойной стали. Для изготовления цементуемых отвалов применяется сталь марки МСт.2. Толщина науглероженного слоя на рабочей поверхности цементованного отвала составляет не менее 22% толщины отвала [4, 5].

Трехслойная сталь для отвалов, получаемая путем проката слитков, состоит из мягкого среднего слоя толщиной 6 мм, изготавливаемого из стали марки МСт.2 и двух твердых наружных слоев толщиной 5 и 7 мм, изготавливаемых из стали марки 60. Толщина мягкого среднего слоя в отвале должна быть не менее одной трети толщины отвала.

Ремонт отвала плуга с местными выступами высотой 3-4 мм, образовавшимися на рабочей поверхности в результате ее износа, производится наложением накладки. Для изготовления накладок применяется углеродистая сталь толщиной 4-6 мм. Накладку изготавливают по отвалу, снятому со стойки корпуса. Накладке придают форму передней части отвала, применяя операции гибки, выколотки и правки. На рабочей поверхности накладке не должно быть отпечатков ударов молотка. Отверстия в накладке сверлят на сверлильном станке так, чтобы они совпадали с отверстиями для болтов крепления отвала к стойке корпуса плуга. Затем просверленные отверстия раздают на квадрат с таким расчетом, чтобы головки болтов крепления накладке и отвала к стойке были заподлицо с рабочей поверхностью отвала.

После закрепления отвала с накладкой на стойке рабочая поверхность лемеха окажется ниже рабочей поверхности накладке [6]. Чтобы накладка не выступала над рабочей поверхностью лемеха, после закрепления отвала на стойке необходимо под лемех на болты подложить пластину шириной 60 мм и толщиной 4-6 мм, равной толщине накладке. Ремонт отвала при его износе или поломке может быть выполнен наплавлением слоя металла. Наплавление слоя металла обычно применяется при местном износе отвала у носка или крыла.

Сломанное крыло отвала можно отремонтировать при помощи сварки. Для этого по линии излома с нерабочей стороны на обеих частях отвала на наждачном точиле снимают фаски. Затем обе части отвала сваривают в стык, т. е. по линии излома; образующийся при этом сварочный шов располагается между фасками сварных частей отвала. При сварке сломанного крыла отвала можно применить накладку шириной 40-50 мм, которую устанавливают по линии из-

лома с нерабочей стороны свариваемых частей отвала. Крыло отвала, сваренное с применением накладки, обладает большей прочностью, чем сваренное в стык.

Изогнутое или покоробленное крыло отвала выправляют в холодном состоянии. Для этого наносят удары по изогнутому или покоробленному участку крыла [4]. В процессе правки нельзя наносить сильные удары молотком, так как из-за этого может получиться неровная поверхность. Удары молотком должны перекрывать друг друга. После каждого удара молотком необходимо определять, какое действие он оказал на крыло отвала. По мере устранения изгиба или коробления надо наносить все более легкие удары молотком, но в то же время располагать их по площади более часто.

#### Список литературы

1. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 181 с.
2. Слободюк А.П., Стребков С.В. Причины отказов рабочего органа дискатора // Научное обозрение, 2014. № 4. С. 26-33.
3. Порицкий, В.М. Батырев Е.С. Основные дефекты культиваторов и способы их устранения // Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 243-246.
4. Цыпкина, И.В. Титова И.И. Обоснование способов восстановления деталей машин // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. Том 1. – Майский : Белгородский государственный ГАУ, 2020. – С. 83-84. – EDN JKSIMC.
5. Водолазская Н.В., Шарая О.А. Технологические принципы модифицирования поверхностного слоя ответственных деталей машин // Journal of Advanced Research in Technical Science. – Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP. – 2021. – Issue 25. – P 86-90.
6. Патент на полезную модель № 198789 U1 Российская Федерация, МПК А01В 15/00. Устройство для фиксации стрельчатой лапы при наплавке валиков : № 2019145408 : заявл. 26.12.2019 : опубл. 28.07.2020 / Н.Ф. Скурятин, А.С. Мацан, А.С. Новицкий [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN HBQLLW.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВАЛОВ И ОСЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

**Греховодов А.А., Батырев Е.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Применяемые валы в сельскохозяйственных машинах, имеют различное назначение [1]. Валы круглого сечения предназначены для передачи вращательного движения. В тех случаях, когда, кроме передачи вращательного движения, необходимо осуществить перемещение деталей на валу, применяют валы квадратного сечения. Если требуется вращательное движение преобразовать в возвратно-поступательное, применяют колечатые валы. Оси в отличие от валов не передают вращательного движения. Детали, соединяемые с осями, могут вращаться на них или вместе с ними.

Детали на валах и осях закрепляются шпонками, штырями, стопорными болтами или на резьбе.

Валы и оси сельскохозяйственных машин изготавливают из углеродистой конструкционной стали марок Ст. 4 и Ст. 5 или из качественной конструкционной стали марок 30, 40 и 50.

Валы и оси иногда имеют следующие неисправности: прогиб, износ или срыв резьбы, смятие и износ шпоночных канавок и т. п. Величина допустимого прогиба зависит от назначения, условий работы и размеров того или иного вала и указывается в технических условиях. Величина и направление прогиба вала определяются на призмах приспособления с помощью рейсмуса. Прогиб (вала можно также определить на контрольной плите по просвету между плоскостью плиты и поверхностью вала [2, 3].

Погнутые валы правят с помощью двойной правки. В этом случае погнутый вал устанавливают на призмах прогнутой стороной вверх. Затем рычагом приспособления прикладывают усилие. Нажим рычагом производится до тех пор, пока вал не прогнется в обратную сторону примерно на ту же величину.

Погнутые валы так же могут быть выправлены способом наклепа. Для этого погнутый вал кладут на плиту прогибом вниз, наносят удары молотком от середины в обе стороны к краям. Удары молотком по валу наносят частые, но не сильные до тех пор, пока не исчезнет просвет между поверхностями плиты и вала.

Оси, погнутые в коленах, правят в горячем состоянии, пользуясь приспособлением швеллерного типа. Ось в месте изгиба нагревают в кузнечном горне до 830-900° (светло-красный цвет каления). Нагретую ось коротким концом вставляют в скобу, которая приварена к швеллеру, заделанному в бетонное основание, а за длинный конец выгибают ее в необходимом направлении [4].

Валы и оси, имеющие незначительные повреждения резьбы, восстанавливаются при помощи клуппа с плашками.

При шпоночном соединении валов с деталями (шестерни, шкивы и т.п.) между шпонкой и канавкой допускается зазор не более 0,2 мм. Валы и оси с изношенными шпоночными канавками могут быть восстановлены разными способами. Незначительные забоины и другие повреждения на гранях канавок устраняют вручную личным напильником или шабером. Сильно разработанные шпоночные канавки восстанавливают путем увеличения их ширины в пределах не более 13% от первоначальных размеров. Ширину шпоночной канавки увеличивают при помощи слесарного молотка и крейцмейселя. Затем грани шпоночной канавки обрабатывают напильником или шабером. При значительном износе шпоночной канавки по ширине ее заваривают и делают новую канавку, сместив ее по окружности вала на 90 или 180° относительно старой канавки.

#### Список литературы

1. Шарая О.А. Способы повышения износостойкости изделий из чугуна путем упрочняющей обработки их поверхности / О.А. Шарая, Н.В. Водолазская // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 4 (28). – С. 106-116.
2. Батырев, Е.С. Неисправности карданной передачи автомобиля газель и способы их устранения / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее: Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 7-8. – EDN GLPZLL.
3. Цыпкина, И.В. Обоснование способов восстановления деталей машин / И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 83-84. – EDN JKSIMC.
4. Соловьев, Е.В. Определение параметров восстановления полуоси вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 349-352. – EDN VXUFJQ.



## **ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРМ И КШМ**

**Букат М.Г., Жигалов Д.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Перспективным методом диагностирования технического состояния ГРМ и КШМ являются виброакустические методы с применением специальной измерительной аппаратуры.

При виброакустическом диагностировании анализируют колебательные процессы упругой среды, возникающие при работе механизмов. Источником этих колебаний являются газодинамические процессы (сгорание, выпуск, впуск), регулярные механические соударения в сопряжениях за счет зазоров и неуравновешенности масс, а хаотические колебания обусловлены процессами трения.

При работе двигателя все эти колебания накладываются друг на друга и, взаимодействуя, образуют случайную совокупность колебательных процессов, называемую колебательным спектром. Это усложняет виброакустическое диагностирование из-за необходимости подавления помех, выделения полезных сигналов и расшифровки колебательного спектра.

Распространение колебаний в упругой среде (твердые тела, жидкости, газы) носит волновой характер. Параметрами колебательного процесса являются: частота (периодичность), уровень (амплитуда), фаза (положение импульса колебательного процесса относительно опорной точки цикла работы механизма). Воздушные колебания называют шумами (стуками), их обнаруживают с помощью микрофона. Колебания твердого материала, из которого сделан механизм, называют вибрациями. Вибрации воспринимают с помощью пьезоэлектрических датчиков, которые усиливают, а затем регистрируют сигнал [1, 2].

Виброакустическая диагностика позволяет идентифицировать колебательные процессы, так как каждая соударяющая пара порождает собственные колебания, параметры которых существенно отличаются от колебаний газодинамического происхождения и колебаний, вызванных трением. Мощность колебаний резко изменяется при изменении зазоров, поскольку это приводит к изменению энергии, а также длительности соударений. Принадлежность колебаний соударяющихся пар определяют по фазе относительно опорной точки (верхняя мертвая точка, посадка клапана и др.).

### **Список литературы**

1. Лихолетов, В.Н. Технический сервис сельскохозяйственной техники Германии и Швейцарии / В.Н. Лихолетов, М.И. Романченко // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 апреля 2015 года. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – С. 46. – EDN VUAOGD.
2. Перспективы импортозамещения запасных частей зарубежной техники в Белгородской области / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Бондарев, Б.С. Зданович // Белгородский агромир. – 2014. – № 6 (87). – С. 19-21. – EDN UBVRBT.

## ГИДРОУСИЛИТЕЛЬ РУЛЯ: ТИПИЧНЫЕ ПОЛОМКИ

**Цыпкина И.В., Зволинский Г.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Гидравлический усилитель руля (сокращенно – ГУР) – неотъемлемая часть современных легковых автомобилей. Она существенно облегчает управление транспортным средством, так как снижает усилие, которое необходимо применять во время вращения рулевого колеса.

Главных функции у гидроусилителя две:

- снижение усилия, которое нужно прикладывать водителю для поворота рулевого колеса;
- снижение уровня вибрации и уменьшение количества толчков, которые передаются с передних колес на рулевое колесо.

Кроме того, устройство делает более безопасным управление автомобилем при проколе шины переднего колеса. В момент прокола или через несколько секунд после него на рулевое колесо поступает сильный рывок или толчок, который может нанести травму рукам автомобилиста.

О неисправностях системы могут свидетельствовать следующие признаки:

- тугой поворот рулевого колеса;
- шум при поворотах;
- вибрация и толчки на руле;
- плохая отзывчивость управляемых колес.

Чаще всего в ГУР происходят следующие поломки:

- ✓ Ослабление или износ приводного ремня гидронасоса. «Лечится» заменой на новый.

О поломке свидетельствуют обратные толчки при поворотах на руле, необходимость прикладывать более серьезное усилие.

✓ Поломка насоса. Устраняют проблему с помощью ремонта или полной замены детали. О ней свидетельствует затруднительный поворот руля из нейтрального положения или более тяжелое вращение в какую-либо одну из сторон [1]. Например, если сломались сальники, достаточно их заменить. Если насос по каким-либо причинам получил механические повреждения, придется менять его целиком.

✓ Наличие воздуха в системе. «Лечится» полной заменой жидкости. О проблеме может свидетельствовать более тугой руль или сильная отзывчивость на толчки и вибрацию.

✓ Недостаточный уровень масла. Устраняется дозаправкой бачка. Также проблема может быть вызвана утечкой на одном из участков системы или самопроизвольным сбросом давления с помощью редукционного клапана. В таком случае автомобиль потребует более серьезного ремонта [2, 3]. Он заключается в регулировке или замене клапана, восстановлении целостности гидросистемы.

### Список литературы

1. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.
2. Перспективы импортозамещения запасных частей зарубежной техники в Белгородской области / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Бондарев, Б.С. Зданович // Белгородский агромир. – 2014. – № 6 (87). – С. 19-21. – EDN UBVRBT.
3. Современный технический сервис техники: мировой опыт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://exkavator.ru/articles/user/~id=1493>. Дата обращения: 24.11.22 г.

## СИСТЕМА СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

**Цыпкина И.В., Калашников В.Ю.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Система смазки в двигателе необходима для уменьшения силы трения между его подвижными деталями. Дополнительно она выполняет функции охлаждения основных узлов, повышает срок их службы, защищает от коррозии, а также очищает от загрязнений (продуктов износа и нагара). Рабочей жидкостью (смазочным материалом) при этом выступает моторное масло, которое может подаваться под давлением, разбрызгиванием или самотеком [1]. Это определяет вид, конструкцию и принцип работы системы.

Главной задачей системы смазки является обеспечение масляной пленки на соприкасающихся подвижных деталях автомобильного двигателя. Это позволяет снизить потери мощности и износ силового агрегата. Помимо этого, масло, подаваемое системой, используется в гидрокompенсаторах, гидронатяжителях и в механизмах регулирования фаз газораспределения. В общем устройстве автомобиля смазочная система интегрирована в конструкцию двигателя [2].

Все смазочные системы разделяют на две основные группы: с «сухим» и с «мокрым» картером. Последняя более популярна, благодаря простоте реализации. С другой стороны конструкции с «мокрым» картером склонны к таким проблемам, как вспенивание и распыливание моторного масла, приводящее к перепадам уровня. В этом случае его подача в систему может быть нестабильной.

Принципиально масло может подаваться к основным узлам двигателя тремя способами [3]:

- Под давлением. Масло подается принудительно ко всем узлам двигателя при помощи насоса.

- Разбрызгиванием или самотеком. Подача выполняется под действием центробежной силы вращающихся деталей двигателя. При этом масло разделяется на мелкие частички, внешне похожие на масляный туман. Благодаря этому смазка заполняет все пространство между деталями мотора и оседает на их поверхности.

- Частично под давлением и частично самотеком (комбинированный метод). В этом случае масло к наиболее важным узлам осуществляется под давлением, а для всей остальной конструкции разбрызгиванием.

В современном автомобилестроении практически всегда применяют комбинированный способ, поскольку он позволяет более экономно расходовать смазочные материалы и при этом гарантирует своевременную смазку основных деталей.

### Список литературы

1. Романченко, М.И. Совершенствование методики расчета эксплуатационного расхода топлива для дизельных грузовых автомобилей / М.И. Романченко, А.Г. Пастухов // Грузовик. – 2015. – № 6. – С. 27-36. – EDN UIKSEJ.

2. Основы организации технического сервиса в агропромышленном комплексе : Учебник / И.Н. Кравченко, Ю.А. Кузнецов, А.В. Коломейченко [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2022. – 452 с. – (Бакалавриат и магистратура). – ISBN 978-5-406-08940-8. – EDN WHVHKI.

3. Стребков, С.В., Слободюк, А.П., Бондарев, А.В. Оценка эффективности импортозамещения запасных частей сельскохозяйственной техники [Текст] // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XIX Международной научно-производственной конференции (ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015 г.) – п. Майский, 2015. – 75-76.

## МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПЕРЕДНИХ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ СТОЕК

**Порицкий В.М., Кудрин Е.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Можно ли установить поломку устройства без его демонтажа с автомобиля? Да, можно! И это самый дешёвый, но, к сожалению, не слишком надежный способ... Это визуальный осмотр.

Необходимо визуально осмотреть задний и передний амортизирующие элементы. Расположены устройства за колесными пружинами. Хотя возможен и другой вариант, когда амортизаторы поставляются в сборе с пружинами. На поверхности колбы не должно иметься маслянистых следов и иных подтёков. Если они есть, то на устройстве имеется пробой.

Далее нужно осмотреть штоки (осмотр производится при вывешенном положении колес) – осуществить это лучше, воспользовавшись подъемником. Если доступа к таковому не имеется, тогда следует приподнять машину с требуемой стороны, воспользовавшись домкратом, и поддеть пыльник. Шток должен блестеть – ржавчина на нём свидетельствует о неисправности детали.

На неисправность амортизирующего устройства может указать и непосредственно шина. Необходимо оценить состояние протекторов. На всех должен присутствовать практически одинаковый износ.

Более точный способ, это проверка демпфирующих устройств.

Действия при данном способе заключаются в следующем:

- Автомобиль должен находиться в спокойном состоянии.
- Его необходимо установить на ровной площадке.
- Одна из его сторон энергично раскачивается руками и проверяется, через какой интервал времени кузов машины перестает раскачиваться.

Данный способ, по понятным причинам, можно использовать только на легковых транспортных средствах. Допустимо сделать 1-2 раскачки. Если автомобиль продолжит «гулять», следовательно, неисправность амортизаторов очевидна.

Следующий метод – определение неисправности на ходу. Он считается одним из самых верных. Поскольку он позволяет понять, корректно ли работает амортизирующее устройство [1-3].

Необходимо очень внимательно последить за характером поведения транспортного средства. Если: автомобиль постоянно «кидает» в сторону; транспортное средство «с неохотой» реагирует на повороты руля; машина качается на самых малых неровностях; на больших ямах можно услышать типичные глухие удары.

Проведя подобную диагностику, стоит протестировать автомобиль при прохождении поворота. Транспортное средство не должно сильно крениться.

При выявлении одного или сразу нескольких из вышеуказанных признаков, сделайте вывод – амортизатор требует замены.

### Список литературы

1. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.
2. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.
3. Новицкий, А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – 61 с. – EDN XAIMZX.

## УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПЕРЕДНИХ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ СТОЕК

**Порицкий В.М., Кудрин Е.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Телескопическая гидравлическая амортизаторная стойка. Основной частью независимой подвески является стойка. Нижняя часть стойки болтами соединяется с поворотным кулаком. Отверстие для верхнего болта имеет овальность, а сам болт имеет эксцентриковый пояс. Вращением этого болта производят регулировку развала передних колес. На телескопической стойке установлена цилиндрическая пружина, нижним концом опирающаяся на нижнюю опорную чашку. Верхняя часть пружины через чашки опирается на верхнюю опору стойки подвески и подшипник скольжения. На верхнем конце штока стойки закреплен буфер хода сжатия из пенополиуритана. Верхняя опора стойки крепится к стойке брызговика кузова и за счет своей эластичности обеспечивает покачивание стойки при ходах подвески и гасит высокочастотные вибрации. Подшипник скольжения дает возможность стойке поворачиваться вместе с управляемыми колесами [1].

Ступица колеса устанавливается на закрытом радиальном шариковом подшипнике. Внутренняя обойма подшипника затягивается гайкой на шлицевом наконечнике корпуса наружного шарнира. Подшипник ступицы регулировке не подлежит.

Внизу у поворотного кулака имеется шаровой шарнир для соединения с поперечным нижним рычагом подвески. Другой конец этого рычага соединяется с кронштейном подрамника автомобиля. Тяговые и тормозные усилия воспринимаются продольными растяжками рычага. Эти растяжки болтами соединяются с поперечными рычагами подвески и с кронштейнами подрамника при помощи резиновых подушек подвески. Продольные растяжки крепятся гайками, за счет которых регулируется продольный наклон оси поворота.

Телескопическая стойка подвески передних колес состоит из корпуса, на котором имеется нижняя опорная чашка пружинной рессоры подвески. Корпус закрывается гайкой. Шток стойки проходит через направляющую втулку и сальник. На штоке стойки закреплен упор буфера отдачи и буфер отдачи.

Внутри телескопической стойки смонтирован телескопический гидравлический амортизатор двухстороннего действия для гашения колебаний подвески.

С амортизатором, находящимся в неудовлетворительном состоянии, покрышки будут изнашиваться неравномерно. Автомобиль будет заносить при движении на скоростях. Кроме того, неисправное устройство будет влиять на ресурс подшипников ступиц [2]. Их цена достаточно высока, а на многих транспортных средствах этот элемент поставляется в сборе. И в таком случае сумма, потраченная на ремонт, может выйти автовладельцу в «копеечку».

Амортизирующий элемент, который вышел из строя, провоцирует увеличение тормозного пути. В свою очередь, это отражается на безопасности. И, естественно, понижается комфорт во время движения. Поскольку разбитое устройство уже не будет смягчать удары – они переходят непосредственно на элементы подвески и кузова, что тоже снижает их рабочие ресурсы. Именно поэтому крайне необходимо иметь исправный амортизирующий элемент.

### Список литературы

1. Новицкий, А.С. Технология сельскохозяйственного машиностроения : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – 84 с. – EDN DFEEYN.
2. Цыпкина, И.В. Обоснование способов восстановления деталей машин / И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 83-84. – EDN JKSIMC.

## ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПЕРЕДНЕЙ ПОДВЕСКИ АВТОБУСА ПАЗ

**Мордасов М.Е., Порицкий В.М.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Причины, по результатам которых принимается решение поставить автобус на ремонт передней подвески:

1. Повышенный износ передних шин;
2. Люфт во втулках шкворня передней балки;
3. Люфт шкворня в балке по причине просадки посадочного места в балке;
4. Подклинивание поворотного кулака вследствие разрушения опорного подшипника;
5. Предельный (отрицательный) угол развала передних колес в следствии износа шкворня и втулок поворотного кулака;
6. Вертикальный люфт поворотного кулака относительно балки в следствии износа опорного подшипника и регулировочной шайбы;
7. Прогиб передней балки.

В результате изложенных выше неисправностей управление таким автобусом становится неприятным, некомфортным и даже опасным, а в некоторых случаях эксплуатация такого автобуса запрещена.

При управлении автобусом с вышеперечисленными неисправностями движение его сопровождается стуками в передней подвеске, которые бьют и отдают в руль. Также затруднено маневрирование по полосам движения, плохо держит полосу – рыскает из стороны в сторону, закусывает рулевое колесо при поворотах и разворотах. Тугое вращение рулевого колеса, которое в последствии сказывается на усталости водителя и на качестве управления автобусом тоже имеет не последнее значение [1,2]. А это уже относится к небезопасной перевозке пассажиров.

Два раза в год автобусы проверяются на предмет исправности и готовности к перевозке пассажиров, которое называется техосмотр, по прохождению которого выдается диагностическая карта. Особое внимание уделяется рулевому управлению и передней подвеске. Если хоть один пункт проверки не будет пройден, диагностическую карту выдадут только после устранения всех неисправностей.

### Список литературы

1. Лихолетов, В.Н. Технический сервис сельскохозяйственной техники Германии и Швейцарии / В.Н. Лихолетов, М.И. Романченко // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 апреля 2015 года. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – С. 46. – EDN VUAOGD.
2. Новицкий, А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стрбков. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – 61 с. – EDN XAIMZX.

## ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ РЕМОНТЕ ПЕРЕДНЕЙ ПОДВЕСКИ АВТОБУСА ПАЗ

**Мордасов М.Е., Порицкий В.М.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

При явной простоте конструкции, которая не меняется практически на всех грузовых автомобилях, замена шкворней вызывает порой большие трудности и много потраченного времени.

Первая проблема, которая возникает при откручивании верхней и нижней крышки шкворня – это то, что заламываются болты, которыми крышки крепятся. Поэтому их необходимо обстучать. Просто несильно ударить молотком по шляпкам болтов. При необходимости, болты нагреть и резко охладить.

Вторая проблема – это клин, который крепит шкворень в балке. В результате диффузии металла он очень сильно закипает в своём посадочном месте, и это становится серьёзной проблемой [1]. Чтобы его выбить, необходим очень резкий сильный удар. Здесь может помочь перфоратор. Но бывает, что и он не справляется. Тогда на помощь приходит строительный пистолет. На грузовых автосервисах, где нежелательно терять много времени на ремонт, именно им и пользуются сразу. Но это категорически нежелательно, т.к. вероятность получить травму очень высокая. Если уже ничего не помогает, то остаётся высверлить клин и выбить то, что от него осталось.

Следующее – требуется демонтировать шкворень, точнее выбить. Есть несколько вариантов демонтажа шкворня из балки. Идеальный вариант – использовать съёмник шкворней. Но он не всегда есть под рукой, чаще его нет из-за высокой стоимости. Проще снять балку целиком и на стационарном гидравлическом прессе демонтировать шкворень из балки. Из-за таких сложностей слесари предпочитают выбирать вариант с кувалдой, а именно выбивать шкворень при помощи кувалды. Если после нескольких сильных и точных ударов он остаётся на месте бить дальше нет никакого смысла. Необходимо греть балку практически до красна и то только для того, чтобы хоть немного сдвинуть шкворень с места. В результате диффузии шкворень и балка практически свариваются, необходимо разрушить это соединение. Всё, больше пока ничего делать не надо, чтобы не повредить балку.

Ещё один нюанс, когда производится замена шкворней, заключается в том, чтобы не было осевого биения между балкой и поворотным кулаком [2]. Это достигается регулировочными шайбами.

И самое главное – своевременно нужно проводить ТО поворотным кулакам балки, а именно проводить своевременную смазку четырех точек обслуживания. Своевременная смазка на прямую влияет на легкость поворота рулевого колеса и на комфорт управления автомобилем. После ремонта передней подвески автобуса обязательно требуется регулировка углов схождения передних колес.

### Список литературы

1. Технологические процессы ремонтного производства : учебно-методическое пособие для проведения практических работ по профессиональному модулю ПМ 03 Техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 166 с. – EDN OJCROC.
2. Романченко, М.И. Совершенствование методики расчета эксплуатационного расхода топлива для дизельных грузовых автомобилей / М.И. Романченко, А.Г. Пастухов // Грузовик. – 2015. – № 6. – С. 27-36. – EDN UIKSEJ.

## ПОЧЕМУ НЕОБХОДИМО СЛЕДИТЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ АМОРТИЗАТОРОВ

**Цыпкина И.В., Подгорный К.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Амортизаторы, расположенные в задней части кузова, служат для уменьшения силы механических ударов, а порой и для полного их поглощения. Как и любая деталь, задние стойки имеют вполне конкретный срок службы, по истечению которого они не смогут стопроцентно справляться со своей основной задачей. И вот тут необходимо их поменять.

Сроки и необходимость замены задних амортизаторов определяются в каждом конкретном случае индивидуально. Говорить с уверенностью о том, какой ресурс у этого элемента, достаточно сложно, т. к. на его состояние напрямую влияет большое количество факторов, например, состояние дорожного покрытия, манера вождения и иногда температурные перепады. Неисправность амортизатора может привести к достаточно серьёзным последствиям. Момент, когда задние амортизаторы перестают качественно работать, прекрасно ощущается как водителем, так и его попутчиками.

Неполноценную работу амортизаторов вы заметите прямо во время движения. Ваш автомобиль станет менее маневренным и устойчивым, особенно при передвижении на больших скоростях.

Отработавший своё, механизм может существенно сказаться на неравномерном износе шин, снизить ресурс других элементов подвески, ну и, конечно же, существенно снижается комфорт для водителя и пассажиров [1-3].

Первое, что нужно сделать – осмотреть стойку. Ее внешний вид в ряде случаев сигнализирует о поломке. Даже дополнительная диагностика не нужна. Если на штоке стойки заметны разводы, значит, произошла разгерметизация, и деталь лучше заменить. Можно убрать следы масла сухой тряпкой и через 2–3 дня осмотреть снова.

При вывешенном положении колес на штоках не должно быть пятен. Если на них видны окислы или царапины, это служит признаком неправильной работы устройства. Также о неисправности стоек говорит неравномерный износ шин.

### Список литературы

1. Стребков, С.В., Слободюк, А.П., Бондарев, А.В. Оценка эффективности импортозамещения запасных частей сельскохозяйственной техники [Текст] // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XIX Международной научно-производственной конференции (ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015 г.). – п. Майский, 2015. – С. 75-76.
2. Водолазская Н.В., Стребков, С.В. Надежность и эксплуатация технических систем: монография. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. – 151 с.
3. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.



## **ЗНАЧИМОСТЬ CRM-СИСТЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В АВТОСЕРВИСЕ**

**Цыпкина И.В., Посух К.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Customer relationship management (CRM) переводится с английского, как управление взаимоотношениями с клиентами. Это программа, которая помогает регулировать бизнес-процессы, выстраивать долгосрочные отношения с клиентами и способствует повышению эффективности продаж [1].

Рассмотрим CRM-системы как способ совершенствования организации управления производством ТО и ремонта на автосервисном предприятии.

Ни один автосервис не будет успешным без слаженной работы всех его подразделений. Крупные автосервисы состоят из ремонтного помещения, склада, отдела снабжения, отдела продаж и бухгалтерии. Организовать их слаженное взаимодействие вручную практически невозможно, потому что в одиночку владелец не способен постоянно успевать следить за всеми отделами: он может что-то упустить и, как результат, подвести клиента [2].

Для организации качественной работы автосервиса нужна автоматизация монотонных, но важных бизнес-процессов [3]. Системы CRM помогут наладить взаимодействие подразделений между собой, улучшить взаимоотношения с клиентами и повысить доходы сервиса.

CRM позволяют выделять четкие задания для каждого сотрудника автосервиса, повышая эффективность их работы, собирать и изучать аналитические данные, автоматизировать работу с документами, исключив ошибки, допускаемые человеком. Также с их помощью легче взаимодействовать с клиентами через электронные рассылки, рассылать опросы, оповещения о выгодных предложениях, акциях и так далее.

### **Список литературы**

1. Основы автосервиса: краткий курс лекций для студентов IV курса направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / Сост.: И.Ю. Тюрин // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 137 с.
2. Новицкий А.С., Ковалев С.В., Батырев Е.С. Обеспечение качества услуг на предприятиях технического сервиса // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке. – п. Майский, 2021. – С. 84-89.
3. Водолазская Н.В. О необходимости инновационного подхода к решению проблем производственных систем регионального уровня // Роль науки в удвоении валового регионального продукта: Материалы XXV Международной научно-производственной конференции. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 214-215.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЛЕС СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Пузь А.В., Батырев Е.С.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Колеса сельскохозяйственных машин весьма разнообразны по конструкции и размерам. Колесо состоит из трех основных частей: обода, ступицы и спиц. Наиболее распространены колеса с литыми чугунными ступицами. Обод колеса может иметь различное сечение. Обод имеет отверстия, в которые вставляют концы спиц. Концы спиц закрепляют в ступице различными способами: они могут быть отлиты заодно со ступицей, установлены на резьбе или расклепаны.

С наружной стороны обода выступающие концы спиц расклепывают в виде выпуклой или потайной головок. Некоторые сельскохозяйственные машины имеют чугунные литые колеса или колеса с пневматическими баллонами.

Колеса ремонтируют при изгибе спиц, ослаблении их крепления в ободу и ступице, деформации или поломке обода при износе ступицы. Погнутые спицы выправляют ударами молотка [1, 2].

Для этого погнутую спицу кладут на опорный инструмент (оправки наковальни) прогибом вверх. Затем наносят по спице удары молотком с каждой стороны относительно прогиба до тех пор, пока не исчезнет просвет между поверхностями спицы и опорного инструмента. Сильно погнутые спицы правят в нагретом состоянии. Для этого их нагревают паяльной лампой или в горне до 750-800° (вишнево-красный цвет каления).

Прочность крепления спиц в ступице и ободу определяется легкими ударами слесарного молотка. Если крепление спиц ослаблено, то при ударе по ним слышен глухой дребезжащий звук. Спицы, отлитые заодно со ступицей, при поломке заменяют новыми. Для этого обломок спицы высверливают, нарезают резьбу в просверленном отверстии, а затем в отверстие с резьбой ввинчивают новую спицу.

Спицы, ослабленные в ступице, обычно укрепляют сваркой. Для этого в ступице вырубает зубилом канавку около отверстия, затем вставляют спицу в отверстие и приваривают ее к ступице. Ослабленные в ободу головки спиц нагревают докрасна пламенем паяльной лампы или газовой горелки и затем расклепывают их. Форма головке спицы придается с помощью обжимки. Сломанные спицы, установленные в ступице на резьбе, заменяют новыми.

Обод колеса деформируется и иногда разрывается. Погнутый тонкий обод прямоугольного сечения правят на наковальне с помощью кувалды и гладилки в холодном состоянии. Толстый обод при значительной деформации, если он не поддается правке в холодном состоянии, правят в нагретом состоянии. Погнутый обод выпуклого и вогнутого сечений правят, пользуясь специальными приспособлениями. Приспособление для правки обода с вогнутым сечением состо-

ит из плиты, сменной матрицы, сменного пуансона, откидной скобы и оси скобы. При правке обод колеса находится между пуансоном и матрицей.

При приложении усилий на откидную скобу последняя будет сжимать пуансон и матрицу и выправлять находящийся между ними обод.

Ободы обычно разрываются по месту стыковой сварки. Такие ободы восстанавливают сваркой.

Для этого старый сварочный шов срубает зубилом, затем на каждом конце разъединенного обода делают фаски под углом 45° и стягивают обод с помощью приспособления.

Колеса после ремонта проверяют на биение. Для этого отремонтированное колесо устанавливают на приспособление, медленно вращают колесо и с помощью линейки и рейсмуса измеряют величину биения. При проверке колеса на биение часто приходится его править на этом же приспособлении, чтобы обеспечить биение в пределах установленной нормы (не более 5 мм).

### Список литературы

1. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.

2. Затраты времени на обслуживание и ремонт колёсных тракторов будут снижены / Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев, В.М. Порицкий, И.В. Васильченко // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 216-218. – EDN XSYEDB.

3. Основы организации технического сервиса в агропромышленном комплексе : Учебник / И.Н. Кравченко, Ю.А. Кузнецов, А.В. Коломейченко [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2022. – 452 с. – (Бакалавриат и магистратура). – ISBN 978-5-406-08940-8. – EDN WHVHKI.

4. Порицкий, В.М. Основные дефекты культиваторов и способы их устранения / В.М. Порицкий, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 243-246. – EDN TNPAW.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛЕВЫХ ДОСОК И ДИСКОВЫХ НОЖЕЙ ПЛУГОВ

**Пузь А.В., Батырев Е.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Полевая доска – это рабочая часть плуга, обеспечивающая плавность и ровность хода корпуса плуга, исключая его разворот вследствие сопротивления вспахиваемой почвы. Наличие полевой доски защищает стойку от чрезмерного истирания, разгружает ее от изгибающего момента, который возникает вследствие бокового давления со стороны пласта грунта [1].

Полевые доски передних корпусов изготавливают из стали марки Ст.6. Рабочий конец полевой доски подвергается закалке и отпуску на длине 100-120 мм. Твердость в термически обработанной зоне доски должна быть в пределах 415-555 единиц по Бринелю, а в термически необрабатываемой зоне – не более 302 единиц по Бринелю. При одностороннем износе полевую доску можно перевернуть на 180° и использовать вновь. Для этого надо раззенковать разделанные на квадрат отверстия под болты крепления с обратной стороны полевой доски, затем закрепить доску на стойке плуга так, чтобы к стенке и ко дну борозды были обращены ее неизношенная сторона и ребро. Для правильного крепления доски к стойке корпуса необходимо между ними ставить металлические подкладки, толщина которых должна быть равна величине износа.

На полевых досках плугов последних выпусков предусмотрены отверстия под болты крепления, располагаемые симметрично ранее изготовленным, что позволяет использовать доски значительно дольше.

Изношенную полевую доску можно отремонтировать при помощи газовой или электродуговой сварки. Для этого к изношенной полевой доске приваривают стальную полосу, откованную по размерам износа, после чего ее рабочую сторону обрабатывают на наждачном точиле. Затем полевую доску нагревают до 780-800° (сине-красный цвет каления) и одним концом опускают в воду на глубину 100-120 мм. После закалки доску вторично нагревают до 350° (серый цвет побежалости) и медленно охлаждают на воздухе. Твердость термически обработанной полевой доски определяют напильником: на полевой доске не должно оставаться следов напильника [2].

Дисковые ножи во время работы тупятся и выкрашиваются. Для восстановления изношенных дисковых ножей их затачивают на наждачном точиле с двух сторон, чтобы ширина фаски была равна 4-5 мм. Толщина лезвия после заточки должна быть в пределах 0,3-0,5 мм. Лезвия дисковых ножей не следует затачивать тоньше 0,3 мм, иначе они будут выкрашиваться во время работы.

### Список литературы

1. Порицкий, В.М. Основные дефекты культиваторов и способы их устранения / В.М. Порицкий, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 243-246. – EDN TNPAGW.

2. Электроискровая обработка – как новый способ восстановления и упрочнения изношенных деталей / А.С. Новицкий, А.В. Бондарев, А.В. Сахнов, Е.С. Батырев // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 333-336. – EDN VLJRBY.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕМЕХА ПЛУГА

**Шевцов Д.В., Батырев Е.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Основные рабочие органы плуга – корпус, состоящий из лемеха, отвала, полевой доски и стойки, тяга, предплужник, нож и почвоуглубительная лапа.

Затупление лемеха, так же как износ или деформация отвала, предплужника, ножа или полевой доски, увеличивает тяговое сопротивление плуга, приводит к перерасходу горючего, ухудшает качество оборота пласта, его крошение и заделку растительных остатков [1, 2].

В плугах применяют два типа лемехов:

1. Трапецеидальные – с прямолинейной режущей кромкой;
2. Долотообразные – с утолщенным и загнутым вниз носком.

Лемехи изготавливают из прочной и износоустойчивой стали марки Л65 и термически обрабатывают их для увеличения стойкости против износа. Однако условия работы в почве настолько тяжелы, что лемехи быстро изнашиваются. При износе лемеха затупляется лезвие и изменяется форма носка. При затуплении лезвия увеличивается его толщина, а на обратной его стороне образуется фаока (затылок). При износе лемехов ухудшается работа плуга, т.е. лемехи теряют способность заглубляться в почву, а у плуга нарушается устойчивость хода. Лемех плуга подлежит ремонту в тех случаях, когда ширина его уменьшается на 10 мм по сравнению с шириной нового лемеха трапецеидальной формы или, когда длина носка уменьшается на 25 мм по сравнению с длиной носка нового лемеха долотообразной формы [3].

Ремонт лемехов сводится к оттяжке лезвия, заточке и термической обработке. Ремонт лемехов производится с целью восстановления их размеров и формы, а также придания им износоустойчивости [4].

Оттяжка лемеха на рычажном или каком-либо другом механическом кузнечном молоте производится обычно в два приема. При этом длина нагреваемой части лемеха должна каждый раз несколько превышать половину лемеха.

Кузнечная оттяжка изношенного лемеха производится в следующем порядке. Лемех кладут плашмя в горн так, чтобы он нагревался со стороны лезвия на ширину 60-80 мм; остальную его часть, не требующую нагрева, засыпают свежим углем. Нагревать лемех для оттяжки надо вначале медленно, до появления свечения, т.е. до 500-600°. Нагревать лемех сразу до ковочной температуры нельзя во избежание образования трещин. Как только лемех будет нагрет до 500-600°, скорость нагрева увеличивают и доводят температуру до 850-1200° (до светло-красного и оранжевого цветов каления) [5, 6].

Нагретый лемех вынимают из горна, кладут лицевой стороной на наковальню и с тыльной стороны частыми ударами ручника или молота разгоняют запас металла из «магазина». Лемех из стали марки Л65 можно оттягивать (ковать) только при температуре выше 800°. Оттяжку прекращают при остывании лемеха ниже 800° (при вишнево-красном цвете каления) и возобновляют после повторного

нагрева. Оттянутую часть лемеха проглаживают на наковальне гладилкой по всей длине режущей части так, чтобы толщина лезвия была равна 1-2 мм, затем удаляют неровности, образовавшиеся от ударов молота.

При оттяжке форму и размеры лемеха проверяют шаблоном. У оттянутого лемеха допускаются отклонения в размерах против нового: по длине на  $\pm 15$  мм, по ширине на +4 мм.

Лемех после оттяжки и проглаживания, когда он еще находится в нагретом состоянии, зажимают в слесарные тиски и заостряют его лезвие напильником. Затем остывший лемех с лицевой стороны затачивают на -наждачном точиле. После заточки ширина фаски лезвия должна быть не более 5-6 мм, а толщина лезвия – в пределах 0,5-1 мм. Лезвие лемеха не следует затачивать тоньше 0,3 мм, иначе оно будет быстро изнашиваться во время работы.

При закалке долотообразного лемеха на лезвии могут появиться трещины. Чтобы избежать этого, надо у нагретого лемеха предварительно охладить место перехода от носка к лезвию, приложив к нему на 2-3 сек. мокрую тряпку, только после этого лемех быстро опускают в закалочную ванну.

Чтобы уменьшить хрупкость лемеха, возникшую при закалке, производят его отпуск. Для этого лемех снова нагревают до  $350^{\circ}$  (серый цвет побежалости) и затем, медленно охлаждают на воздухе.

При закалке лемех часто коробится. Покоробленный лемех правят на наковальне ударами молотка. Удары по лемеху надо наносить осторожно и не сильно.

Твердость закаленной части лемеха проверяют личным напильником. Напильник не должен оставлять на закаленной части лемеха никаких следов.

В ремонтных мастерских РТС лемехи при ремонте наплавляют качественными электродами или шихтой твердого сплава В-9. Этот способ ремонта лемехов повышает их износостойчивость. Повышение износостойчивости лемехов достигается также закалкой их наружного слоя токами высокой частоты.

#### Список литературы

1. Качество агрегатирования сельскохозяйственной техники в растениеводстве / М.Ф. Пермигин, С.Ф. Вольвак, В.Н. Лебедь [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 215 с. – ISBN 978-5-6043281-3-2. – EDN NVZAGK.
2. Слободюк А.П., Стребков С.В. Причины отказов рабочего органа дискатора // Научное обозрение, 2014. № 4. С. 26-33.
3. Лихолетов В.Н., Романченко М.И. Технический сервис сельскохозяйственной техники Германии и Швейцарии // Материалы международной студенческой научной конференции, – Белгород : Белгородский ГАУ, 2015. – С. 46. – EDN VUAOGD.
4. Водолазская Н.В., Шарая О.А. Технологические принципы модифицирования поверхностного слоя ответственных деталей машин // Journal of Advanced Research in Technical Science. – Seattle, USA : SRC MS, AmazonKDP. – 2021. – Issue 25. – P 86-90.
5. Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и САЕ анализ их рабочих органов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: материалы IV Международной научно-практической конференции: ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4. – С. 191-197. EDN: ZXUJRZ
6. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с. – EDN GTLALV.

## СРЕДСТВА ИКТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ В АВТОСЕРВИСЕ

**Цыпкина И.В., Шутеев А.О.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время организацию работы автосервисных предприятий невозможно вообразить без использования современного программно-информационного обеспечения [1, 2].

Основное программно-информационное обеспечение, которое необходимо для успешной деятельности автосервиса:

1. Управленческо-учетное программное обеспечение, бухгалтерское, автоматизация бизнес-процессов, ведение складского учета, учета рабочего времени, подготовки и учета заказ-нарядов и другие. Например: продукты на базе платформы 1С, продукты компании «Автодилер», внедренческого центра 1С-Рарус, система «Mr.Doc», система «», система «Adesk(Адеск)», систем Planior.

2. Программное обеспечение специализированного оборудования: сканеров, мотор-тестеров, для работы с газоанализаторами и дымомерами, для чип-тюнинга, для измерительных систем кузовного ремонта и т.п. Как правило, в комплектации с программным обеспечением имеется все необходимо оборудование.

3. Основное справочное программное обеспечение: информационно-справочные базы данных по диагностике и ремонту, электронные каталоги запчастей, справочники нормо-часов, справочники по геометрическим размерам автомобилей и т.п. Данные базы делятся на два больших класса: дилерские (первичные, например VW-Audi); неавторизованные (мультимарочные, вторичные, так называемые «пиратские версии») [3, 4].

Также стоит выделить каталоги запасных частей, в которых содержится информация о запасных частях, их применимости, взаимозаменяемости, цене, зачастую встречаются и изображения. Каталоги запасных частей делятся на каталоги оригинальных и неоригинальных запасных частей.

4. Дополнительное (вспомогательное) справочное программное обеспечение: словари, программы для расшифровки VIN-кодов и другие.

5. Обучающее программное обеспечение: обучающие подсистемы в поставляемое со специальными стендами программного обеспечения.

Рассмотренными инновационными информационными технологиями не исчерпывается практика автосервиса. Сегодня трудно представить автосервис без компьютерных технологий.

### Список литературы

1. Аргюшенко В.М. Информационное обеспечение деятельности предприятий автосервиса // Техника и технологии. – 2019. – № 4 (33). – С. 3-10.
2. Комплекс рекомендаций по повышению эффективности функционирования предприятий / А.В. Мешков, И.А. Бондарева, А.И. Кисилева, и др. // Инженерная экономика и управление в современных условиях, 2019. – С. 570-576.
3. Пеньшин, Н.В. Эффективность и качество как фактор конкурентоспособности услуг на автомобильном транспорте : монография. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 224 с.
4. Новицкий, А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 61 с. – EDN XA1MZX.

# МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.319

## СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

**Белевцев Д.А., Макаренко А.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одним из наиболее важных агротехнических приемов при выращивании сельскохозяйственных культур является система обработки почвы.

Современные технологии выращивания сельскохозяйственных культур могут предусматривать применение различных систем обработки почвы. В зависимости от выбранной системы будет изменяться и набор машин. Среди наиболее известных можно выделить три основных системы: классическая или традиционная, минимальная система и нулевая система обработки почвы.

Крупные холдинги и хозяйства нашего региона используют все вышеперечисленные системы обработки почвы, учитывая ряд факторов: количество посевных площадей, рельеф земельных угодий, наличие научно обоснованного севооборота, содержание питательных веществ в почве, засоренность сорной растительностью и другие.

Классическая или традиционная система обработки почвы предполагает выращивание сельскохозяйственных культур по рекомендуемым технологическим картам с применением традиционного набора почвообрабатывающих машин как для основной обработки почвы (плуги, глубокорыхлители), так и для поверхностной [1, 2].

Минимальные технологии обработки почвы предполагают ограниченное ее рыхление и то, как правило, только лишь поверхностного слоя с целью закрытия влаги, подрезания сорняков и подготовки поверхностного горизонта под посев сельскохозяйственных культур. При этом, как правило, применяются различные дисковые почвообрабатывающие орудия - дисковые бороны, бороны-мульчировщики [3].

Нулевая система обработки почвы вообще не предполагает предварительной подготовки поверхностного слоя. Посев сельскохозяйственных культур выполняется по неподготовленному агрофону, сеялками прямого посева [4].

Однозначного ответа какую из описанных технологий применять нет. Необходимо понимать, что для применения той или иной системы обработки почвы должен выполняться ряд соответствующих условий, которые дадут наибольший экономический эффект в виде прироста урожайности.

### Список литературы

1. Повышения качества обработки почвы рабочими органами машин для поверхностной обработки с учетом их реологических свойств / А.А. Гафаров, З.К. Дахунси, Р.А. Махмудов, Р.Э. Махмудов // Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2021. – № 2 (45). – С. 22-28.
2. Патент № 2352095 С1 Российская Федерация, МПК А01С 23/02. Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких органических удобрений: № 2007137408/12: заявл. 09.10.2007: опубл. 20.04.2009 / В.М. Рязанов, С.А. Булавин, В.С. Быков [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Белгородская ГСХА.
3. Повышение качества поверхностной обработки почвы / С.Е. Федоров, А.А. Жалнин, Н.А. Жалнин, А.А. Полункин. – 2020. – № 4 (48). – С. 121-127. – DOI 10.36508/RSATU.2020.48.4.017.
4. Зарубежная сельскохозяйственная техника / К.В. Казаков, А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова [и др.]. – Москва : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 200 с.



## К СОЗДАНИЮ АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ОДНОКАМЕРНЫМИ ДОИЛЬНЫМИ СТАКАНАМИ

**Бородатов К.С., Асыка А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Доение коров – одна из наиболее ответственных операций, оказывающих влияние на себестоимость производимой продукции, сроки хозяйственного использования молочного стада и качество получаемого молока. Особое внимание при этом следует обратить на доильные аппараты.

Специалистам известно, что выпускаются разнообразные конструкции доильных аппаратов, отличающихся друг от друга способом извлечения молока, количеством и соотношением тактов, управлением режимами и другими показателями. На практике используют как правило доильные аппараты с двухкамерными доильными стаканами, «ахиллесовой пятой» которых выступает сосковая резина, контактирующая с сосками вымени [1]. При изменении механических характеристик сосковой резины происходит нарушение извлечения молока. Цикловые пульсации резины приводят к переменным ударным воздействиям на соски с последующим их сжатием, что отрицательно сказывается на здоровье скота. При использовании доильных стаканов с сосковой резиной не редки случаи обратного тока молока и образования в подсосковых камерах аэрозолей, приводящих к снижению тонуса молочной железы, проникновению патогенной микрофлоры в сосковые каналы, что в свою очередь уменьшает скорость молокоотдачи, повышает риск заболеваний маститом и увеличивает энергозатраты на доение. Наполнение доильных стаканов на соски вымени, происходящее из-за увеличения диаметра сосковой резины в такте «сосание», также имеет отрицательные последствия, поскольку происходит перекрытие соскового канала у цистерны вымени, что вызывает «холостое доение» и как следствие, задержку части молока, т.е. недодой, приводящий к раннему запуску и невозможности реализации генетического потенциала коров [2].

Поэтому весьма вероятным является отказ от сосковой резины. Кроме того, из анализа работы трехтактных доильных аппаратов видно, что благоприятно воздействует на сосок такт «отдых», за период действия которого восстанавливается кровообращение в соске, однако в серийных аппаратах имеется недостаток, связанный с возможностью обратного движения молока на участке доильный стакан – коллектор. Таким образом, при правильной организации движения молока из доильного стакана и периодическом снижении от номинального вакуумметрического давления до атмосферного в подсосковой камере доильного стакана мы сможем отказаться от сосковой резины [3, 4, 5].

Попытки создания доильных аппаратов с однокамерными стаканами выявили серьезный недостаток – тщательный подбор типоразмеров стакана размерам соска. Следовательно, перспективное направление – создание доильного аппарата с однокамерными доильными стаканами, внутренняя часть которого

будет иметь возможность подстраиваться под различные размеры сосков вымени, например, за счет наличия раздвигающихся подпружиненных стенок, которые в процессе доения будут контактировать с сосками, а при надевании разводиться [6].

#### Список литературы

1. Ужик В.Ф. Выбор направления совершенствования доильных аппаратов / О.А. Чехунов, А.В. Асыка // Материалы 21-й научно-практической конференции «Научно-методические и организационные аспекты модернизации объектов животноводства», ФГБНУ ВНИИМЖ, 2018. – С. 48-50.
2. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет: монография– Белгород : Изд-во БелГСХА. – 2009. – 485 с.
3. Асыка А.В. Однокамерный доильный стакан // Агроинженерия в 21 веке: проблемы и перспективы– п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – С. 161-165.
4. Яшин, А.В. Определение интенсивности выдаивания доильным аппаратом со ступенчатыми сосковыми трубками / А.В. Яшин, Ю.В. Польшваный, П.А. Суменков // Сурский вестник. – 2018. – № 4 (4). – С. 53-58.
5. RU 2244417 С2. Автоматизированная доильная установка / Ужик В.Ф., Слободюк А.П., Свиридов А.Г., Клименко Д.Б. Патент на изобретение от 20.01.2005. Заявка № 2003110504/12 от 11.04.2003.
6. Доильный аппарат с однокамерными стаканами : Монография / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко и др. – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2018. – 256 с.

## ДИСКОВЫЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЕ ОРУДИЯ

**Винограденко А.С., Асыка А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Технологии возделывания сельскохозяйственных культур определяются почвенно-климатическими условиями их возделывания в каждой зоне, которые определяют типаж сельскохозяйственных машин и, в особенности, почвообрабатывающих машин и орудий. Подготовка почвы начинается со своевременной и качественной уборки урожая предшествующей культуры. Здесь имеется в виду уборка урожая в кратчайшие сроки в целях своевременного и незамедлительного начала подготовки почвы, качественное измельчение и равномерное распределение пожнивных остатков по полю, как необходимое условие сохранения влаги, качественной обработки почвы в предусмотренные сроки и повышения производительности почвообрабатывающих агрегатов [1, 2].

Дисковые почвообрабатывающие орудия нового поколения с индивидуальным креплением рабочих органов к раме, безусловно, приобрели новые качества в результате введения ряда принципиально новых и перспективных конструктивных элементов. Однако одновременно открылись и новые задачи, разрешение которых может поднять эффективность этих орудий на новую ступень. Поэтому анализ особенностей конструкций дисковых почвообрабатывающих орудий и тенденций их развития, безусловно, является основанием и программой новых исследований с целью дальнейшего повышения их эффективности [3].

В первую очередь следует заметить, что необходимо разобраться с многообразием схем размещения и способов соединения рабочих органов с рамой. В России наибольшее распространение получили дисковые бороны и луцильники с их индивидуальным креплением на отдельной стойке к раме. Такое соединение рабочего органа с рамой дало возможность наклонить каждый диск к поверхности поля, что позволило увеличить пропускную способность в междисковом пространстве, а также повысить технологическую надежность и степень перемешивания пожнивных остатков с почвой. Кроме этого, индивидуальное крепление облегчает ремонт бороны в случае поломки по сравнению со схемой батарейной сборки, которая требует полной разборки всей батареи, и замены поломанной части. Индивидуальное же крепление позволяет выполнить эту же операцию легко в полевых условиях, имея при себе запасной диск.

Разработка дисковых борон в обязательном порядке должна учитывать технологическую эффективность и надежность, техническую надежность, равновесие орудия и множество других параметров, без удачного решения которых невозможно получить в производстве успех. И эту достаточно сложную проблему призваны решить научные и конструкторские организации совместно со специалистами сельскохозяйственного производства [4].

### Список литературы

1. Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Теоретические исследования вибросмешивания сыпучих кормов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 3 (23). С. 43-55.
2. Яковлев Б.С., Водолазская Н.В. Повышение надежности почвообрабатывающей техники // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 135.
3. Булавин С.А., Любин В.Н., Рыжков А.В. и др. Сельскохозяйственная техника Белогорья // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. № 1. С. 39-42.
4. Машины и технологии для уборки, переработки и утилизации навоза: монография / А.В. Мачкарин [и др.]. Белгород : «ПОЛИТЕРРА», 2021. – 401 с.

## УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАЗДАЧИ КОРМОВ

**Греховодов А.А., Мачкарин А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Раздача кормов — трудоемкий процесс, на долю которого приходится от 30 до 40% от общих трудовых затрат. Эти затраты зависят от типа кормления, способа содержания животных, типа построек и применяемых средств механизации. Так, на молочно-товарной ферме на 200 коров в сутки можно раздать до 10 т кормов. При этом многие корма сильно отличаются по своим физико-механическим свойствам, что затрудняет применение одного типа раздатчика. А раздавать корм надо 2...3 раза в сутки [1].

При ненормированном кормлении, которое применяется на фермах КРС при беспривязном содержании коров и избытке грубых кормов, раздача упрощается. Она заключается в своевременном подвозе корма и складировании его в доступном для животных месте. Однако экономически выгоднее использовать нормированное кормление. При этом норма выдачи зависит от продуктивности коровы или возраста животного, откармливаемого на мясо. Индивидуальная нормированная раздача корма встречает известные затруднения и усложняет конструкцию раздатчиков. Чтобы упростить раздачу, животных подбирают в группы с примерно равной продуктивностью или одного возраста. В этом случае раздача производится в групповые кормушки с нормой корма на всю группу. Такой способ раздачи особенно пригоден на откормочных фермах [2].

На племенных остается индивидуальная нормированная раздача корма. Зачастую она осуществляется вручную. Поросятам-отъемышам корм выдается ненормированно в групповые кормушки (самокормушки).

В настоящее время применяется большое количество типов раздатчиков, отличающихся рабочими органами и способами их привода. Выбор раздатчика предопределяется преимущественным видом корма, используемого на ферме, и способом содержания животных. Большинство выпускаемых раздатчиков предназначено для одного вида и консистенции корма: грубых, концентрированных, сочных, влажных мешанок, влажных рассыпных или жидких кормосмесей [3, 4].

Встречаются и универсальные раздатчики. С зоотехнической и экономической точек зрения такие раздатчики наиболее целесообразны. Однако они сложны по устройству, малопроизводительны и поэтому требуют больших затрат труда. По роду использования кормораздатчики можно подразделить на мобильные и стационарные. К первым относятся те, которые имеют бункер для корма, перемещаются вдоль кормушек и равномерно дозировано выдают в них корм. Один вид передвижных раздатчиков может перемещаться вне животноводческих помещений и доставлять корм от мест хранения, другие — перемещаются только внутри помещения. К стационарным раздатчикам относятся те, у которых раздача корма производится подвижным рабочим органом, а сам раздатчик неподвижен. Такие раздатчики раздают корм в одном или двух кормовых проходах одного животноводческого помещения.

### Список литературы

1. Теория и расчет адаптивного доильного оборудования для крупного рогатого скота: монография / В.Ф. Ужик, О.В. Китаева, Чехунов О.А. и др. — Москва; Белгород : ООО ИКЦ «Колос-с», 2020. — 520 с.
2. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография / Казаков К.В., Макаренко А.Н., Мартынова И.В. и др. — Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. — 200 с.
3. Experimental research in liquid batcher mixer / A. Kolesnikov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan, K Kazakov // Engineering for Rural Development. 20. Sep. «20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2021 – Proceedings» 2021. — С. 124-129.
4. Содержание телят. Современные технологии и средства механизации: монография / Чехунов О.А., Ужик В.Ф., Макаренко А.Н. и др. — Белгород : «ПОЛИТЕРРА», 2020. — 385 с.

## СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА

Саенко Ю.В., Заика И.А.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В бункер комбайна вместе с зерном поступают и примеси – кусочки соломы, колосьев, семенных головок, семена сорняков, комочки почвы и мелкие камни. Поэтому зерно от комбайнов отвозят на стационарные агрегаты, в которых оно подвергается очистке, сушке, сортированию и калиброванию [1, 2].

Очистка – это разделение зерновой примеси на отдельные фракции, различающиеся по каким-либо физико-механическим свойствам (размеру, плотности). Очистка может быть предварительная, первичная, вторичная.

Предварительную очистку используют для свежесобранного зерна влажностью до 35%. При этом в очищенном зерне снижается содержание наиболее крупных и мелких примесей (с 15...20 до 3%), удаляется часть избыточной влаги, увеличивается его сыпучесть, облегчаются последующие процессы (особенно сушка), повышается устойчивость зерна к самосогреванию при временном хранении в насыпи.

Первичной очистке подвергается свежесобранное зерно влажностью не более 22% или предварительно обработанное и высушенное зерно влажностью не более 18%. При этом из зерна выделяют крупные, легкие и мелкие примеси, дробленое и щуплое зерно; содержание примесей в зерне снижается с 8...10% до 1...3%. Исходный зерновой ворох разделяют на три фракции: очищенное зерно, фуражные отходы и примеси.

Вторичная очистка способствует выделению из зерна близких к нему по размерам примесей, трудноотделимых семян сорняков. В результате исходный зерновой ворох разделяется на семенную фракцию, зерно второго сорта, легкие, мелкие и крупные примеси.

Первичную очистку зерна выполняют после предварительной очистки и сушки зернового вороха или активного вентилирования, если исходная влажность не больше 18%, а засоренность не больше 8%. При этом из массы выделяют крупные и легкие примеси, мелкие отходы, а зерно сортируют на основную (продовольственное или семенное) и фуражную фракции [3, 4].

Вторичную очистку проводят в основном для подготовки семян I и II классов посевного стандарта. Массу разделяют на семена, зерна II сорта, легкие, крупные и мелкие примеси.

Сортирование семян включает разделение на фракции по крупности (калибрование), удаление трудноотделимых примесей и выделение семян с наиболее ценными посевными свойствами.

Активному вентилированию подвергают свежесобранное зерно с целью его консервирования перед очисткой, высушенное – при закладке на хранение, сохраняемое для ликвидации его самосогревания и порчи вредителями, семена при воздушно-тепловом обогреве для повышения их физиологической активности.

Очистку зерна можно осуществлять с помощью решет, аспирационного способа и использование комбинированного способа.

Назначение и размещение решет. По назначению различают следующие решета: фракционные (условное обозначение  $B_1$ ), разделяющие зерновую смесь на фракции разной толщины или ширины; колосовые ( $B_2$ ), выделяющие колосья и другие крупные примеси; подсевные  $B_1$  и  $B_2$  отсеивающие мелкие примеси; сортировальные ( $\Gamma_1$ , и  $\Gamma_2$ ), отделяющие от основной массы мелкие, щуплые и дробленые зерна. Наряду с решетами для выделения щуплых примесей (колосьев и отрезков соломы) применяют сетчатые транспортеры.

В зерноочистительных машинах легкие примеси удаляют воздушным потоком, который также используют в рабочих процессах сеялок, машин для химической защиты растений, уборочных машин и др.

К основным элементам воздушных систем относятся: источники воздушного потока – вентиляторы; каналы, направляющие поток и примеси; осадочные камеры и пылеуловители [5, 6].

Вентиляторы. В сельскохозяйственных машинах находят применение лопастные вентиляторы, энергия вращающегося (рабочего) колеса которых преобразуется в энергию воздушного (газового) потока. Их подразделяют на радиальные (центробежные) диаметральные и осевые.

Качественные показатели зернового вороха, поступающего на послеуборочную обработку, зависят от особенностей сорта, условий его выращивания, т.е. от предшественников, доз внесения удобрений, природно-климатических условий. Важнейшими факторами, влияющими на его состав, являются совершенство конструкции уборочных машин, режимы работы их рабочих органов, срок и способ уборки, физико-механические свойства зерна в момент обмолота, срок хранения.

#### Список литературы

1. Тарасенко А.П. Современные машины для послеуборочной обработки зерна / А.П. Тарасенко. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2013. – 108 с.
2. Окнин Б.С. Машины для послеуборочной обработки зерна / Б.С. Окнин, И.В. Горбачев. – М. : КолосС, 2014. – 238 с.
3. Николаев В.А. Очистка зерна от примесей и его предварительная сушка / В.А. Николаев, И.В. Кряклина. – Ярославль : Ярославская ГСХА, 2017. – 212 с.
4. Глебов Л.А. Оборудование послеуборочной обработки зерна / Л.А. Глебов, А.Б. Демский, В.Ф. Веденеев. – М. : ДеЛи принт, 2012. – 696 с.
5. Казаков К.В. Зарубежная сельскохозяйственная техника: Монография / К.В. Казаков, А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова, Ю.В. Саенко и др. М.; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. 200 с.
6. Макаренко А.Н. Региональная сельскохозяйственная техника / Макаренко А.Н., Рыжков А.В., Мачкарин А.В., Чехунов О.А., Саенко Ю.В., Казаков К.В., Мартынова И.В.: Белгород, Белгородский ГАУ, 2017. – 210 с.

## ПРЯМОЙ ПОСЕВ NO-TILL

**Захаров С.Е., Мачкарин А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Прямой посев No-Till – это часть большего, развивающегося видения самовосстанавливающегося сельского хозяйства, в котором разнообразие фермерских методов от No-Till до органических – и комбинации обоих считается правильными и необходимыми [1].

В России часто пользуются термином «беспахотное или сберегающее земледелие», которое, правда, по значению несколько шире. Эти термины используются как синонимы. В отличие от стран Запада, где контролем экономической ситуации в сельском хозяйстве занимаются политики и ими принимаются государственные решения, в России сельхозпроизводители предоставлены сами себе и фактически имеют полную свободу принятия решений. Общий системный кризис в стране в 90-е годы привел к тому, что сельскохозяйственное производство стало нерентабельным, деградировало. Во многих хозяйствах произошел переход от системы севооборотов, разработанных советской сельхознаукой, к примитивной двуполке.

Идея «беспахотного земледелия» оказалась привлекательной для хозяйственников тем, что обещала значительную экономию горючего, повышение урожайности и т.д., и в конечном итоге повышение рентабельности сельхозпроизводства. Этому способствовало то, что на рынке сельхозтехники появились продавцы техники для No-Till, умело предлагающие свой товар [2].

У нулевой технологии много преимуществ, но возникает много вопросов. Подходит ли технология для всех почвенно-климатических зон. Как изменится ситуация по сорным растениям, заболеваниям и вредителям, а также по затратам на пестициды. Реальны ли высказывания, что при прямом посеве можно работать меньше и зарабатывать больше. Как работать с минеральными удобрениями и есть ли ограничения по их внесению по сравнению с традиционной технологией? Какой севооборот наиболее оптимальный для ноу тилл, чтобы избежать проблем с падалицей. С какой культуры лучше начать внедрение и какими способами можно обеспечить равномерное распределение мульчи. Поделитесь опытом.

Нулевая технология или No-till не относится к примитивным формам хозяйствования из-за отсутствия обработок почвы, а, наоборот, требует высокого уровня культуры земледелия [3-6].

Важно понимать, что перейти на No-Till за один сезон возможно, но времени для достижения эффективности от данной технологии потребуется достаточно много.

На первых этапах перехода резко снижается инфильтрационный и воздушный режимы почв, и лишь со временем, при повышении численности (активно-

сти) дождевых червей и восстановлении капиллярной сети, данные режимы улучшаются.

При переходе на данную технологию стоит учитывать не только её плюсы, но и почвенно-климатические условия региона.

#### Список литературы

1. Justification of constructive and technological parameters of the vibrating seeding unit Machkarin A.V., Ryzhkov A.V., Chehunov O., Makarenko A.N. В сборнике: ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT. 20th International Scientific Conference. 2021. С. 130-135.

2. Булавин С.А., Любин В.Н., Рыжков А.В. и др. Сельскохозяйственная техника Белогорья // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. № 1. С. 39-42.

3. Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и САЕ анализ их рабочих органов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн. – Тамбов : ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4. – С. 191-197.

4. Field tests of the experimental installation for soil processing / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, ect. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 100. С. 81-86.

5. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография / Казаков К.В., Макаренко А.Н., Мартынова И.В. и др. – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 200 с.

6. Польшивный, Ю.В., Ларюшин А.М. Роль системы точного земледелия в современном мире // Роль вузовской науки в решении проблем АПК. – Пенза : Пензенский ГАУ, 2018. – С. 61-64.



## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗЕРНОТУКОВОЙ СЕЯЛКИ ВИТА СЗП-3,6

**Касьянов К.К., Рыжков А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Требования к максимальному накоплению и сохранению влаги в почве налагается на операции предпосевной и особенно основной обработки почвы. Это связано с требовательностью различных твердых сортов озимой пшеницы к запасам влаги. Минимальные запасы влаги в верхнем слое почвы, а именно менее 20 мм, являются провокационными с точки зрения посева озимой пшеницы [1, 2].

В последние два десятилетия обработку почвы под посев озимых зерновых после предшественников проводят рабочими органами дисковых почвообрабатывающих машин. Зачастую данную обработку почвы проводят одновременно с внесением различных удобрений и, в частности, с внесением жидких органических удобрений с помощью специальных агрегатов [3]. Глубина обработки в данном случае зависит от диаметра органов дисковых машин, который, в свою очередь, выбирается в зависимости от предшественника. Обычно перед механизированной обработкой могут вноситься как минеральные, так и органические удобрения. В любом случае должна происходить их последующее заделка.

Для посева зерновых культур могут применяться как известные существующие сеялки с двухдисковыми сошниками, так и широкозахватные посевные комплексы с анкерными и другими видами сошников. Классические зерновые типа СЗП-3,6 хорошо себя зарекомендовали.

В технологии посева зерновых культур необходимо применять совершенствование посевной техники в свете повышения равномерности высева семян [4].

В настоящее время в отечественной и зарубежной практике известны дозаторы катушечного типа для индивидуального дозирования (СЗП – 3,6) и с групповой подачей семян зерновых культур к распределительному устройству центробежного типа (сеялка «Стокланд») [5].

Сложность создания универсального высевающего аппарата обусловлена большим разнообразием семян по их физико – механическим свойствам, из которых определяющим являются размерные характеристики. Для универсального аппарата должна быть выбрана такая технологическая схема, при которой качественные показатели аппарата были бы в меньшей степени отзывчивы к указанным свойствам.

Посев должен обеспечивать наиболее благоприятные условия для прорастания семян и дальнейшего развития растений, что способствует увеличению полей всхожести и урожайности культур. Одним из таких условий, является равномерность распределения семян в рядке. Большое распространение получила сеялка ВИТА СЗП-3,6А [5].

Однако, применяющийся в ней катушечный высевающий аппарат не позволяет получить высокую равномерность распределения семян вдоль рядка.

Причиной этого является порционность высева семян катушкой, вследствие чего посева получаются не равномерными – со сгущениями и разрежениями растений в рядке, что, в конечном итоге, приводит к снижению урожайности мелкосеменных культур.

Мы предлагаем высевательный аппарат с комбинированным диском непрерывного действия, спроектированного на базе катушечного аппарата сеялки ВИТА СЗП-3,6 [5, 6].

Предложенная конструкция высевательного аппарата обеспечивает равномерный сплошной посев семян за счет наличия семенной камеры, которая формирует равномерно уплотненный поток семян на выходе из аппарата, а также не допускает повреждений семян за счет формирования потока семян упругими стенками камеры.

Конструктивной особенностью высевательного аппарата с комбинированным диском является переменная площадь поперечного сечения потока на участке открытой семенной камеры.

Внедрение резинового дозатора, в сравнении с серийным металлическим, позволяет существенно снизить основные расходы и повысить экономическую выгоду.

#### Список литературы

1. Ефремова, В.Н. Предпосевная обработка почвы под озимую пшеницу / В.Н. Ефремова // Год науки и технологий 2021: Сборник тезисов, Краснодар, 09–12 февраля 2021 года. – Краснодар : КубГАУ, 2021. – С. 135.
2. Патент RU 2022681347. Калькулятор урожайности озимой пшеницы : № 2022669531 : заявл. 18.10.2022 : опубл. 11.11.2022, Бюл. № 11/ А.А. Ореховская, Н.В. Водолазская, Д.Н. Клёсов, И.В. Оразаева; заявитель, патентобладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ – 3 с.
3. Патент № 2352095 С1 Российская Федерация, МПК А01С 23/02. Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких органических удобрений: № 2007137408/12 : заявл. 09.10.2007: опубл. 20.04.2009 / В.М. Рязанов, С.А. Булавин, В.С. Быков [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Белгородская ГСХА.
4. Макаренко А.Н. Оптимизация высевательного аппарата для прямого посева / А.Н. Макаренко, А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Сельский механизатор. – 2014. – № 12. – С. 8-9.
5. Сеялка механическая зернотуковая универсальная пресовая ВИТА СЗП-3,6а [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <https://almaztd.ru> (дата обращения 10.02.2023).
6. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие для направления подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.

**БОРОНА ДИСКОВАЯ СКЛАДНАЯ БДС-4×2П**

**Кобзев Д.А., Стенников Н.Д., Казаков К.В.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Борона дисковая складная БДС-4×2П с 2-х рядным расположением рабочих органов на индивидуальных стойках с пружинными резиновыми элементами (эластомерами) предназначена для подготовки почвы под посев травянистых и злаковых культур, а также для уничтожения сорняков и измельчения пожнивных остатков без предварительной вспашки.

БДС-4×2П выполняет следующие операции:

- измельчение и заделку растительных остатков и сорной растительности;
- крошение крупных комьев земли на мелкие фракции;
- выравнивание и мульчирование почвы.

Нестандартное расположение каждого диска на индивидуальной стойке способствует улучшению агротехнических показателей обработки почвы, а также снижению тягового усилия трактора и ГСМ. Установка дисков на индивидуальных стойках исключает забивание междисковых пространств растительными остатками и отпадает необходимость применения в конструкции чистиков. Диски благодаря такому креплению двигаются стабильно в почве без бокового отклонения. Еще одно преимущество такого крепления – надежная защита от перегрузок [1].

Резиновые катки обеспечивают точность глубины обработки до 1 см с одновременным выравниванием и прикатыванием почвы. Борона также может комплектоваться со сдвоенными катками.

Гидравлическая система позволяет комбинированное плавное управление гидроцилиндрами подъема и опускания боковых рам, сцепки и ходовой тележки при различных манипуляционных действиях.

Борона предназначена для работы на всех почвах с влажностью не более 23%, уклоном поверхности поля не более 10°, твердостью почвы в обрабатываемом слое не более 3,0 МПа.

Не допускается применение бороны на почвах, на которых имеются пни, корни деревьев и засоренность каменистыми включениями в объеме более 0,5%, размером свыше 100 мм.

Исполнение и категория в части воздействия климатических факторов внешней среды соответствуют ГОСТ 15150-69 исполнению У, категории размещения 1 [2].

Борона БДС-4×2П агрегируется с тракторами класса 3 мощностью не менее 180 л.с. (номинальное тяговое усилие 3 тс), оснащенными раздельно-агрегатной гидросистемой с рабочим давлением не менее 16 МПа.

Выпускается борона на Белгородском машиностроительном заводе ОАО «Белагромаш-Сервис имени В.М. Рязанова» [3].

**Список литературы**

1. Сельскохозяйственные машины: Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия. Протокол №962 от 14 октября 2021 г. / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 435 с.

2. Experimental research in liquid batcher mixer / A. Kolesnikov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan, K. Kazakov // Engineering for Rural Development : 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 124-129.

3. ОАО «Белагромаш-Сервис имени В.М. Рязанова» [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://belagromash.ru/predpriyatie/>

## ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ШНЕКОВЫЙ ПРЕСС

**Кобзев Д.А., Казаков К.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

На сегодняшний день шнековые прессы широко используются в пищевой промышленности. Они предназначены для отжима соки из ягод винограда, отжатия жома, используются в свеклосахарной промышленности для предварительного отжатия сырого жома и т.д.

В основном в промышленности используют несколько видов шнековых прессов: горизонтальный пресс, горизонтальный двухшнековый пресс, наклонный пресс и вертикальный пресс.

В зависимости от вида деятельности предприятия (переработка первичного или вторичного сырья (жома)) используют тот или иной вид прессов.

Так, например, для получения сока из ягод винограда удобно использовать горизонтальные шнековые прессы типа ВПНД-10 и ВПО-20А.

А наклонный шнековый пресс ПСЖН-68 больше подходит для отжатия жома до 12-14% сухих веществ. Вертикальные шнековые прессы ПВЖ-60, используются в свеклосахарной промышленности и предназначен для предварительного отжатия сырого жома.

Вертикальный пресс типа ПВЖ-60 используется в свеклосахарной промышленности и предназначен для предварительного отжатия сырого жома. В состав пресса входят зубчатые передачи, воронка, плита, цилиндрическое сито, трубопровод, контропасти, вал, коническое сито, скребок, канал, кожух и редуктор. На чугунной плите пресса, расположенной на швеллерах, установлены кронштейны для привода, кожух пресса и подвесные болты. Полный конический вал, имеющий на своей поверхности шнековые лопасти, верхней и нижней шейками установлен в специальных траверсах. Нижняя траверса пресса подвешивается к плите подвесными болтами. Над плитой расположена приемная воронка, а под ней – цилиндрическое разъемное сито с коническими отверстиями диаметром 2...5 мм [1].

На кожухе пресса с двух противоположных сторон расположены контропасти. Они входят в промежутки между отдельными шнековыми лопастями и препятствуют вращению жома вместе со шнеком. Контропасти имеют отверстия, через которые проходит пар, подводимый по трубопроводу.

В нижней части цилиндрического сита расположено подвижное коническое сито, которое можно поднимать и опускать при помощи болтов. Изменением размера щели между этим ситом и нижней частью цилиндрического сита регулируется степень отжатия жома [2].

Жом, подлежащий прессованию, поступает в воронку и верхними лопастями шнека направляется вниз, в пространство с меньшим поперечным сечением, где происходит отжатие воды от жома. Часть отпрессованной воды выхо-

дит через отверстия цилиндрического сита, а часть – через полый вал. Отпрессованная вода по каналу и штуцеру направляется на диффузионную установку.

Отжатый жом, выходящий через щель, образованную коническим ситом и цилиндрическим направляется наружу при помощи скребков. Для нормальной работы пресса зазор между цилиндрическим ситом и шнековыми лопастями должен быть не более 2 мм.

Кроме прессов ПВЖ-60 на отечественных заводах установлены прессы, которые по устройству аналогичны между собой, но отличаются конструкцией прессующего шнека, устройством узла для регулирования отжатия жома, устройством привода и конструкцией сит [3].

#### Список литературы

1. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб. для вузов / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Острков и др.; Под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М. : Высш. шк., 2001. – 703 с.

2. Машины и технологии для уборки, переработки и утилизации навоза / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2021. – 401 с. – ISBN 978-5-98242-320-7.

3. Патент № 2250799 С1 Российская Федерация, МПК В01F 3/08, В01F 15/02. Смесь жидкостей: № 2004105898/15: заявл. 27.02.2004 : опубл. 27.04.2005 / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников, А.И. Шапошник ; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия (Белгородская ГСХА).

## КОМБИНИРОВАННЫЙ АГРЕГАТ С АКТИВНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

**Кулабухов А.Ю., Рыжков А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Механическая обработка позволяет преобразовать пахотный слой таким образом, чтобы его строение и структура были оптимальными для того, чтобы процессы биологического, химического и физического характера, в нем протекающие, способствовали развитию, росту растений [1, 2].

В последние годы в растениеводстве широкое распространение получили комбинированные почвообрабатывающие машины. Так как комбинированной машиной за один проход можно выполнить несколько операций, то это не может не сказаться на экономии затрат труда и средств, снижении вредного влияния ходовых систем тракторов на почву [3].

В условиях ограниченного увлажнения при обработке почвы ключевой задачей является не только обеспечение поступления необходимых объемов влаги, но и ее максимального сохранения в почве. При этом требуется ограничить потери, обусловленные испарением, не являющимся производительным.

С точки зрения возможности обеспечения необходимого для всего периода роста и развития растений запаса влаги ключевым с точки зрения обработки почвы является период, непосредственно предшествующий севу.

Предпосевная и поверхностная обработка почвы по зернобобовым, зерновым предшественникам и многолетним травам эффективна от применения комбинированных пассивных и активных рабочих органов на глубину обработки соответственно 12 см и 8 см [4].

Перспективные почвообрабатывающие машины для поверхностной и предпосевной обработки почвы следует разделить по технологическому и конструктивному исполнению на две группы. Первая группа машин включает однооперационные, комбинированные и блочно-модульные агрегаты на основе дисковых (ротационных) рабочих органов. Однооперационные машины имеют одно преимущество по отношению ко всем остальным, они способны работать в широком диапазоне влажности почвы, и наличии не измельченных растительных остатков и стерни. Однако применение однооперационных машин позволяет сформировать однородный по строению слой почвы, вместо требуемой многослойной структуры, вынуждая последовательно применять другие рабочие органы для выравнивания и уплотнения почвенного горизонта. Комбинированные машины конструктивно сочетают установленные на единой раме дисковые рабочие органы, выполняющие различные технологические приемы [5].

Агрегат комбинированный с активными рабочими органами АКР-3,6 навесной предназначен для подготовки за один проход тяжелых почв после непаровых предшественников под посев озимых культур, а также пожнивных и поукосных культур. Обеспечивает выполнение одновременно трех основных

технологических операций: рыхление, фрезерование с измельчением растительных остатков и мульчированием ими поверхности, выравнивание почвы.

В процессе обработки почвы в результате деформации и разрушения обрабатываемой почвы возникает сопротивление, преодолеваемое рабочими органами сельскохозяйственных машин. Эти сопротивления не являются постоянными и зависят от физико-механических свойств почвы, от глубины обработки, а также от конструкции и состояния поверхностей рабочих органов.

Предложенная конструкция комбинированного агрегата для одновременной обработки почвы стрельчатыми лапами и почвообрабатывающей фрезой активного действия позволит получить экономический эффект от снижения эксплуатационных затрат и повышения качества подготовки почвы.

#### Список литературы

1. Макаренко, А.Н. Повышение эффективности обработки почвы при культивации / А.Н. Макаренко // Бюллетень научных работ Белгородской ГСХА. – 2008. – № 15. – С. 107-110.
2. Field tests of the experimental installation for soil processing / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, et. // Journal of Terramechanics. 2022. Т. 100. С. 81-86.
3. Патент № 2352095 С1 Российская Федерация, МПК А01С 23/02. Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких органических удобрений: № 2007137408/12: заявл. 09.10.2007: опубл. 20.04.2009 / В.М. Рязанов, С.А. Булавин, В.С. Быков [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Белгородская ГСХА.
4. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие для направления подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.
5. Солодянкина Е.В. Технические решения по повышению эффективности предпосевной обработки почвы при возделывании зерновых культур / Е.В. Солодянкина // Знания молодых – будущее России: Материалы XVIII Международной студенческой научной конференции, Киров, 08–30 апреля 2020 года. Том Часть 4, Том 3. – Киров : Вятская ГСХА, 2020. – С. 207-209.

## СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ

**Саенко Ю.В., Полтев Н.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Механическую обработку почвы выполняют с целью получения условий, которые позволят сохранить, восстановить, а также увеличить почвенное плодородие на всей глубине нахождения корневой системы растений [1, 2, 3].

Использование машин для выполнения различных технологических операций в растениеводстве имеет некоторые отрицательные стороны. И, прежде всего, это переуплотнение почв. Необходимо отметить, что, выполняя механическую обработку почвы, добиваются заделки пожнивных остатков, снижения плотности почвы.

Для безотвальной обработки почвы применяют большое разнообразие машин, имеющих различную компоновку, виды рабочих органов, ширину захвата.

В настоящее время в Российской Федерации в качестве машин для основной обработки почвы применяются оборотные плуги или модернизированные дисковые бороны (дискаторы). Но первые обладают повышенной металлоемкостью. В процессе работы плуги оборачивают пласт почвы одновременно с заделыванием пожнивных остатков, а вторые хуже оборачивают пласт почвы в сравнении с плугами общего назначения.

Движение тяжелых сельскохозяйственных агрегатов и транспортных средств по полю, как известно, приводит к переуплотнению пахотного и подпахотного слоев. В результате ежегодной вспашки образуется уплотненный слой почвы – плужная подошва, толщина которой может составлять 12-15 см. Этот слой почвы препятствует проникновению корней в подпахотные слои и ухудшает условия развития растений. Для разрушения плужной подошвы применяется чизельная обработка почвы с использованием комплекса почвообрабатывающих орудий: чизельные плуги и культиваторы, плуги-рыхлители.

Глубокое чизелевание – высокоэффективный прием обработки почвы в различных почвенно-климатических зонах и по сравнению с традиционной вспашкой имеет значительные преимущества: снижается энергоемкость и соответственно повышается производительность, сокращаются затраты труда и расход топлива, разрушается плужная подошва, разрыхляется и углубляется пахотный слой [4, 5, 6].

Отмечено, что на урожайность сельскохозяйственных культур оказывают влияние: количество гумуса в пахотном слое, содержание органических и минеральных удобрений, плотность корнеобитаемого слоя почвы, глубина пахотного горизонта.

Обработка почвы подразделяется на основную, поверхностную и специальную.

Основная обработка может быть выполнена с оборотом пласта, без оборота пласта, ярусной.



Основную обработку почвы могут выполнять прицепными, навесными или полунавесными машинами.

Почва является той средой, в которой происходит получение органического вещества из неорганического. Почва является сложной структурой и включает в себя твердую, жидкую, газообразную среду. От соотношения указанных сред зависят технологические свойства почвы, содержание в ней гумуса, а также урожайность.

Большое влияние на тяговое сопротивление почвообрабатывающих и посевных машин, износ рабочих органов оказывают свойства почвы.

В процессе движения в почве рабочих органов сельскохозяйственных машин осуществляют рыхление почвы, подрезание сорняков, получение почвенных пустот, в которые будут поступать воздух и удобрения. Накопление влаги в почве является основной задачей по обработке почвы.

С целью выполнения основной обработки почвы используют рыхлительные стойки (чизельные плуги), а также чизельные плуги, на которых установлены плоскорежущие лапы. Применяют также оборотные плуги.

При выполнении обработки почвы оборотные плуги оборачивают пласт почвы, но они очень металлоемкие, операция вспашка – энергонасыщенная. На поверхности не остается стерни, что приводит к большим потерям влаги.

Чизельные стойки только рыхлят почву и не подрезают корни сорняков. Чизельные плоскорежущие стойки обладают высокими энергозатратами. Меньше в почве будет пустот для воздуха и накопления влаги [7, 8].

Большое распространение при безотвальной обработке почвы получили рабочие органы «параплау». С помощью них осуществляют подрезание пласта почвы, крошение комьев.

#### Список литературы

1. Тарасенко Б.И. Обработка почвы / Б.И. Тарасенко, А.С. Найденов, Н.И. Бардак. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 176 с.
2. Капустин А.Н. Основы теории и расчета машин для основной и поверхно-стной обработки почв, посевных машин и машин для внесения удобрений / А.Н. Капустин. – Томск : Томский политехнический университет, 2013. – 134 с.
3. Field tests of the experimental installation for soil processing / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, ect. / Journal of Terramechanics. 2022. Т. 100. С. 81-86.
4. Гурнович Н.П. Машины для основной обработки почвы / Н.П. Гурнович, Г.Н. Портанко. – Минск : Белорусский ГАТУ, 2012. – 76 с.
5. Устинов А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Устинов. – М. : Академия, 2012. – 264 с.
6. Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и САЕ анализ их рабочих органов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн. – Тамбов : ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4. – С. 191-197.
7. Зарубежная сельскохозяйственная техника: Монография / К.В. Казаков, А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова, Ю.В. Саенко и др. М.; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. 200 с.
8. Региональная сельскохозяйственная техника / Макаренко А.Н., Рыжков А.В., Мачкарин А.В. и др. Белгород, Белгородский ГАУ, 2017. – 210 с.

## КУЛЬТИВАТОР МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ КУКУРУЗЫ

**Поляничко В.В., Асыка А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Интенсификация в растениеводстве предполагает качественно новые технологии, которые базируются на системах машин нового поколения, на регуляторах роста, интенсивных сортах, эффективных средствах борьбы с вредителями, болезнями и сорняками, на передовых формах организации труда и способах ведения механизированных работ [1].

Высокие урожаи получают только при хорошей обработке почвы, содержании ее в рыхлом состоянии, предотвращении ее уплотнения. На практике же каждый агроприем требует прохода машинных агрегатов по полю. Повышение уплотнения почвы – характерное явление для высокомеханизированного сельскохозяйственного производства. Ходовые органы машин, уплотняя почву, нарушают ее структуру. В результате бесполезно расходуется до 40% минеральных удобрений и 18% горючего, урожай зерновых снижается на 20% [2].

Для высокопроизводительной обработки междурядий уже сегодня исправно служит специальный культиватор КМО-5,6. Но пока ещё до полного решения проблемы борьбы с сорняками в рядах между растениями не найдено. Имеющиеся рабочие органы этого культиватора не позволяют создавать верхнего замульчированного слоя почвы, а также не выносят сорняки на поверхность почвы [3].

Предлагаем агрегат способный существенно повысить производительность, улучшить условия работы оператора. Конструкция этого приспособления для обработки пропашных культур монтируется на раме культиватора КМО-5,6, в секции которого идёт сочетание пассивных и активных рабочих органов.

Предлагается рабочая секция, которая позволяет увеличить качество обработки с наименьшими повреждениями ростков пропашных культур. Применение такого орудия позволяет осуществлять более эффективный способ обработки, с наименьшими повреждениями, с более полным подрезанием сорняков, при существенном уменьшенном сопротивлении [4].

По сравнению с другими технологиями обработки данный вид наиболее подходит, так как это улучшает качество обработки почвы, способствует более полному удалению сорняков. Одновременно с этим происходит рыхление [5].

Данная комбинированная машина выполняет обработку почвы, включая несколько операций за один проход: рыхление почвы, крошение комков, уплотнение подповерхностного и формирование мульчирующего влагосберегающего слоев почвы.

Основным преимуществом описанного устройства является то, что комбинированный агрегат на базе культиватора КМО-5,6 может быть изготовлен в условиях хозяйственных мастерских с использованием элементов серийных

машин без их изменения с незначительными конструктивными изменениями дополнениями, изменениями возможными в условиях мастерских хозяйств с небольшими затратами труда и материальных средств.

Применение такого орудия позволяет осуществлять более эффективный способ обработки, с наименьшими повреждениями, с более полным подрезанием сорняков, при существенном уменьшенном сопротивлении.

#### Список литературы

1. Демин Е.А. Влияние междурядной обработки на засоренность посевов кукурузы / Е.А. Демин // Рациональное использование земельных ресурсов в условиях современного развития АПК: Сборник материалов. – Тюмень, 2021. – С. 270-275.

2. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие для направления подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.

3. Яковлев Б.С., Водолазская Н.В. Повышение надежности почвообрабатывающей техники // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 135.

4. Практикум по сельскохозяйственным машинам: учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / С.Н. Алейник, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – 55 с.

5. Сельскохозяйственная техника Белгородской области / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2022. – 441 с.

## **ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

**Посохов М.С., Свилогузов Н.А., Асыка А.В.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

На увеличение продуктивности молочных коров влияет не только генетический потенциал животных, но и применяемое оборудование. Особое внимание при этом следует обратить на доильные аппараты, поскольку именно они вступают в непосредственный контакт с выменем. Для того чтобы доильное оборудование не причиняло дискомфорта и вредных последствий необходимо стремиться к созданию доильных аппаратов, отвечающих физиологическим особенностям животных. К такому оборудованию относятся доильные аппараты с управляемым режимом.

Для выявления наиболее перспективных устройств доения коров, был проведен анализ доильных аппаратов с управляемым режимом. Следует отметить, что известные конструкции отличаются разнообразием способов воздействия на сосок, о чем свидетельствует приведенная ниже классификация.

Серийно выпускаемые доильные аппараты не обладают достаточной физиологичностью. Поэтому вопрос разработки доильных аппаратов, адаптированных к животным, остается на сегодняшний день актуальным [1].

Как показывает опыт самое слабое место традиционных доильных аппаратов – доильные стаканы, а именно их сосковая резина, изменение механических характеристик которой ведет к нарушению, а иногда и к полному прекращению процесса извлечения молока [2].

Следующий недостаток серийно выпускаемых доильных аппаратов – наполнение доильных стаканов на соски вымени, что приводит к перекрытию канала между цистерной вымени и полостью соска и, как следствие, к холостому доению. Такое доение вызывает задержку части молока в вымени, приводящее к раннему запуску коров и не реализации их генетического потенциала.

Отрицательно влияют и ударные воздействия на соски, возникающие в результате цикловых пульсаций резины. В процессе доения корова испытывает вначале ударную нагрузку на сосок, потом сжатие его резиной, что приводит к постепенному ороговению соска и появлению на его поверхности трещин.

В большинстве функциональных схем доильных аппаратов наблюдается обратный ток молока, что служит сигналом к снижению тонуса молочной железы, приводит к уменьшению скорости молоковыделения, увеличиваются заболевания маститом и энергозатраты процесса доения.

Еще один недостаток доильных аппаратов – образование в подсосковых камерах аэрозолей, способствующих проникновению патогенных микробов в полости молочных цистерн вымени животных.

Анализ литературных источников позволил выявить основные достоинства и недостатки существующих типов доильных аппаратов [3, 4].

Изучив достоинства и недостатки существующих доильных аппаратов, мы пришли к выводу, что перспективным является создание доильного аппарата с однокамерными стаканами и управляемым режимом доения. Аппарат должен обеспечивать быстрый отвод молока на участке доильный стакан – коллектор, его стаканы должны подходить коровам с различными сосками, управление доением должно осуществляться путем изменения величины вакуумметрического давления под сосками вымени и частоты тактов в зависимости от интенсивности молокоотдачи [5].

#### Список литературы

1. Чехунов О.А. Перспективные направления модернизации доильных аппаратов [Текст] / О.А. Чехунов, А.В. Асыка // Материалы XXIV международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее» – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – С. 85-86.
2. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет: монография / В.Ф. Ужик. – Белгород : Изд-во БелГСХА. – 2009. – 485 с.
3. Доильный аппарат с однокамерными стаканами : Монография [Текст] / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко и др. - Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2018. – 256 с.
4. RU 2244417 С2. Автоматизированная доильная установка / Ужик В.Ф., Слободюк А.П., Свиридов А.Г., Клименко Д.Б. Патент на изобретение от 20.01.2005. Заявка № 2003110504/12 от 11.04.2003.
5. Доильный аппарат с однокамерными стаканами: монография / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, К.В. Казаков, И.В. Мартынова, А.В. Асыка – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2018. – 257 с.

## МНОГОСТУПЕНЧАТЫЙ СЕПАРАТОР ЗЕРНА

**Посохов М.С., Асыка А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Послеуборочная обработка зерна является одной из наиболее ответственных и энергоемких операций при его производстве. В настоящее время в сельском хозяйстве одной из основных является проблема очистки зерна, убранного комбайнами [1].

Очистку зерновых масс осуществляют путем сепарирования – механического разделения смесей на их составные, более однородные части (фракции), различающиеся по следующим основным признакам: геометрическим размерам (длине, ширине, толщине), аэродинамическим свойствам (скорость витания), плотности, форме и состоянию поверхности, магнитным и другим свойствам. Именно с учетом этих признаков и разработаны основные органы зерноочистительных машин – сепараторов, используемых для выделения из зерновых масс нежелательных компонентов [2].

В частности, для выделения примесей, отличающихся от зерна геометрическими размерами, в сепараторах устанавливаются металлические сита (решета) с отверстиями разных форм.

Выделение примесей, отличающихся от зерна аэродинамическими свойствами, осуществляется воздушным потоком в пневмо- сепарирующих каналах.

Для выделения примесей, отличающихся от зерна по плотности, используется принцип разделения, основанный на явлении самосортирования, который применяется в камнеотборочных машинах и пневмосортировальных столах (с дополнительной продувкой слоя воздухом) [3, 4].

Принцип работы центробежного конусного многоступенчатого сепаратора зерна заключается в том, что сыпучий материал загружается в бункер, откуда при помощи шнека он подается в рабочую зону между двумя 4-х ступенчатыми конусами, вращающимися в противоположные стороны, где происходит разделение материала по геометрическим параметрам частиц на проходные и непроходные фракции. Проходные фракции материала собираются, с помощью уловителей через горловины. Непроходные фракции, перемещаясь по поверхностям конусов, попадают в отдельное выгрузное отверстие.

Сепарируемая масса движется по первому конусу под действием центробежной силы с ускорением, но при переходе на другой конус, вращающийся в противоположную сторону, частица проходит через воздушный зазор между конусами, получив дополнительный динамический импульс силы, за счет взаимодействия с противоположным конусом с помощью которого ударяется о поверхность другого конуса или пролетает через его отверстия. При этом частица, попав на другой конус, за счет сил трения и противоположного направления вращения конуса теряет свою скорость до нуля, сохраняя давление на конус от центробежной силы, что способствует лучшему процессу сепарирования т.к.

время прохождения частицы над отверстиями резко увеличивается. При перемещении материала с конуса на противоположно вращающийся конус, его слоистая структура разрушается, что способствует улучшению процесса сепарирования без дополнительных затрат энергии.

Совершенствование конструкции сепаратора заключается в установке лопастей вентиляторов на сетчатые 4-х ступенчатые конусные диски со стороны выхода проходной фракции в 1-ый сборник и со стороны вывода 2-ой выходной проходной фракции в сборники.

#### **Список литературы**

1. Пиляева О.В. Современное состояние технологии послеуборочной обработки зерна: проблемы перспективы / О.В. Пиляева // Эпоха науки. – 2020. – № 21. – С. 87-91.
2. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие для направления подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.
3. Практикум по сельскохозяйственным машинам: учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / С.Н. Алейник, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – 55 с.
4. Технологии механизированных работ в растениеводстве: Практикум для направления подготовки 35.02.07 – Механизация сельского хозяйства / О.А. Чехунов, Е.А. Мартынов, А.Н. Макаренко [и др.]. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 86 с.

## ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИЛОСОВАНИЯ

**Рудаков Е.Я., Трофимов Р.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одним из основных объемистых видов фуража жвачных животных является кукурузный силос. Это востребованный корм, богатый энергией благодаря наличию в нем крахмала, но бедный структурной клетчаткой, фосфором, кальцием и другими минеральными элементами. При уборке кукурузы следует обратить внимание на отдельные технологические процессы, прежде всего на степень измельчения и высоту среза растений [1, 2].

По данным, которые предоставлены машиностроительной компанией «CLAAS», во многих странах мира уже более 70% молочных ферм производят заготовку кукурузного силоса по технологии «SHREDLAGE®». Если рассматривать реализацию техники «CLAAS», то сегодня каждый второй проданный кормоуборочный комбайн «JAGUAR» в России по желанию отечественных аграриев оснащается зернодробилкой «SHREDLAGE®». Специалисты уверены, что тенденция на рост спроса на данную технологию сохранится.

Актуальность использования технологии «SHREDLAGE®» обусловлена благоприятным влиянием на структурные и питательные свойства силоса, что ведет к увеличению объема надоев. При этом существует возможность снизить доли включения соломы и комбикорма в общий рацион кормления, увеличив процент использования кукурузного силоса. Повышенный выход энергии и сухой массы на гектар при переводе на кормление стада силосом «SHREDLAGE®», позволяет получать надои до 50 л на корову в день, что имеет подтверждение на практике по данным молочных ферм. Положительный эффект оказывается и на здоровье поголовья удлиняется продуктивная жизнь коровы, а следовательно, сокращаются затраты на содержание ремонтного молодняка.

Суть «SHREDLAGE®» заключается в том, что данная технология основана на крупном измельчении и интенсивной обработке кукурузного силоса, которая требует грубое измельчение кукурузы, при этом длина составляет от 26 до 30 миллиметров, с последующей обработкой зеленой массы вальцами с особой конфигурацией. При указанной выше длине резки можно заготавливать корма, в которых доля сухой массы находится в диапазоне 30-35%, а если доля содержания сухой массы вырастет до 36-40%, то длина резки уменьшится до 21 мм. Плотность кукурузного силоса по технологии «SHREDLAGE®» на 24-40 кг/м<sup>3</sup> превышает плотность приготовленного по традиционной технологии. Это приводит к тому, что хранить силос становится намного проще.

Процесс заготовки кукурузного силоса делится на два этапа. Сперва скошенные растения измельчаются на довольно длинные частицы (длиной 2-3 см). Затем растительная масса направляется дополнительно в доизмельчитель «SHREDLAGE®». В доизмельчителе кукуруза растирается специальными валь-



цами с противоположными спиральными канавками. В итоге, листостебельная масса расщепляется вдоль волокон, а стержни початков канавками подвергаются интенсивной продольной обработке. Волокнистая структура кукурузного силоса сохраняется, растет содержание эффективного волокна, создаются благоприятные условия для ферментации.

Есть данные по использованию технологии «SHREDLAGE®», которые предоставили зоотехники. На питательные свойства силоса при использовании «SHREDLAGE®» оказывает влияние тот факт, что интенсивное измельчение материала позволяет многократно увеличить его поверхность и тем самым существенно улучшить бактериальную ферментацию в процессе силосования и в дальнейшем при переваривании в рубце желудка коровы. Проводились исследования в Висконсинском университете, при которых тестировалось расщепление зерна и перевариваемый в рубце крахмал. В результате индикатор перевариваемости крахмала в процентах у кукурузного силоса, измельченного по технологии «SHREDLAGE®», составил по опытным данным в среднем 72% при максимальных значениях до 80%, а у силоса, измельченного традиционным способом лишь 68% по среднему значению. По экспертным данным, увеличение показателя перевариваемости приводит как к улучшению здоровья животных, так и к увеличению надоев молока [3, 4].

Одним из клиентов компании «CLAAS» является животноводческое предприятие Курской области. Предприятие с дойным стадом в 520 коров вышло на 20% рентабельности производства менее чем за год применения при заготовке кукурузного силоса технологии «SHREDLAGE®». Максимальный удой вырос с 23 кг на голову в сутки до 29 кг на голову в сутки, то есть на 26%. Общий объем производства молока на предприятии по состоянию на май 2019 г. увеличился до 444,4 т по сравнению с 363 т в мае 2018 г. (рост составил 22,4%) [5].

#### Список литературы

1. Петроченко, Н.О. Кукурузный силос. Важные аспекты заготовки / Н.О. Петроченко // Наше сельское хозяйство. – 2021. – № 18 (266). – С. 29-35.
2. Даниленко, И.А. Эффективное использование кукурузы, сахарной свеклы и зернобобовых в кормлении крупного рогатого скота и свиней : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / И.А. Даниленко. – Харьков, 1964. – 90 с.
3. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2014. – 194 с.
4. Воронин, А.Н. Современные технологии заготовки кормов / А.Н. Воронин, А.М. Труфанов, С.В. Щукин. – Ярославль : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», 2021. – 228 с.
5. Региональная сельскохозяйственная техника / А.Н. Макаренко, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2017. – 210 с.

## **СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ В КОНСТРУКЦИИ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА КОМПАНИИ «CLAAS»**

**Масленников Р.А., Трофимов Р.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Компания «CLAAS» презентовала улучшенный модельный ряд тюковых пресс-подборщиков «QUADRANT», с повышенной производительностью и максимальным сроком службы. Новые «QUADRANT EVOLUTION» стали оснащаться подборщиком «HD PICKUP».

Индивидуальным отличием «QUADRANT EVOLUTION» является новый подборщик «HD PICKUP» с двумя направляющими дорожками. Такое решение не имеет аналогов и гарантирует максимальную устойчивость к скручиванию при подаче материала и максимальную надежность. Кроме того, износостойкость агрегата повысилась благодаря использованию компонентов подборщика кормоуборочного комбайна «CLAAS» «JAGUAR», которые способны выдерживать существенную нагрузку. Наряду с этим, были усовершенствованы и усилены подшипники, прижимные пластины и ряд других деталей. Машина получила еще большую плавность хода, а уровень шума стал ниже [1].

Механический привод подборщика, оснащенный пятью рядами граблин и 18 двойными пальцами в каждом, послужил подспорьем для роста производительности и качества подбора кормовой массы. В силу наличия дополнительного ряда граблин питатель подборщика может вращаться с меньшей скоростью, при том, что частота вращения вальца устройства «POWER FEEDING SYSTEM» (PFS) была увеличена. Валец PFS получил дополнительные лопасти, которые можно демонтировать на длинностебельной массе.

Подпружиненный подающий валец системы PFS отлично компенсирует перепады плотности вала. Инновации позволяют совмещать улучшенное качество подбора и высокую производительность. Обеспечивается бережный сбор урожая с минимальными потерями. Для того, чтобы быть готовым к более высоким объемам массы, был повышен крутящий момент фрикционной муфты (до 1600 Н·м), а также увеличен диаметр главного приводного вала подборщика. Полуавтоматическое натяжное устройство цепи создает надежное приведение в движение подборщика. В стандартной комплектации теперь доступна автоматическая смазка с баком объемом 6,3 л.

Канал прессованная также претерпел изменения – модернизирована и усилена верхняя область с торцевой и боковыми пластинами. Это позволило дополнительно улучшить форму тюков и повысить плотность прессования. Более того, боковые упоры и заслонки сокращают объем материала, накапливающегося в области направляющего поршня во время прессования соломы, кукурузных стеблей или сахарного тростника, что позволяет сделать процесс эксплуатации машины еще более безопасным и уменьшить затраты на очистку [2].

Автоматическая регулировка давления прессования АРС быстрее и точнее реагирует на изменения в натяжении шпагата или нагрузки на подающий аппарат.

Использование компонентов HD с покрытием «HARDOX», например, подшипников HD для направляющей прессующего поршня с увеличившимся в четыре раза сроком службы, уменьшает износ канала прессования в области узловязателя и питателя. Повышенная надежность и износостойкость указанных компонентов, а также упрощенное сервисное обслуживание, существенно снизили общую стоимость владения (ТСО) пресс-подборщиком «QUADRANT EVOLUTION».

Замена шпагата оператором при эксплуатации машины стала еще удобнее. Направляющая для него сделана откидной, и ее можно фиксировать. Теперь механизатор способен заменить шпагат, стоя рядом с машиной, без использования стремянки. Систему натяжения шпагата можно установить в рабочее положение без инструментов, что позволяет сэкономить время и сделать эксплуатацию безопаснее [3].

Для удобства эксплуатации введена ещё одна новая опция: чтобы работать с платформой для тюков, механизатору не требуется покидать кабину трактора, ведь раскладывается и складывается она гидравлически, а также выгрузка последнего тюка производится без задействования рычага рядом с прессовальным каналом.

Изменения затронули и систему электронного управления подборщиком «QUADRANT EVOLUTION». Для этого можно использовать терминалы «CEMIS 700», «CEBIS» или любые другие терминалы, поддерживающие «ISOBUS». Два рабочих меню и три меню настройки обеспечивают улучшенный обзор и позволяют быстрее корректировать эксплуатационные параметры. В автоматическом режиме отображается степень загрузки машины, определяемая по среднему весу тюков и давлению прессования. Теперь механизатор всегда может контролировать температуру и уровень масла [4].

#### Список литературы

1. Новые комбайны JAGUAR от CLAAS // Животноводство России. – 2014. – № 2. – С. 72-73.
2. Пресс-подборщики от CLAAS // Животноводство России. – 2021. – № 11. – С. 56.
3. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2014. – 194 с.
4. Мишуров, Н.П. Инновационная сельскохозяйственная техника от CLAAS / Н.П. Мишуров, В.Я. Гольдяпин // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 8. – С. 14-20.

## **МИНИМАЛЬНАЯ И НУЛЕВАЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЕВА С СЕЯЛКАМИ «ДЕСНА-ПОЛЕСЬЕ»**

**Гуторов А.П., Трофимов Р.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Бренд «БРЯНСКСЕЛЬМАШ» стал одним из самых успешных проектов интеграции России и Беларуси. Изначально АО «БРЯНСКСЕЛЬМАШ» планировалось как локализованное совместное предприятие с ОАО «Гомсельмаш». Но основанный в 2005 году амбициозный завод решил уйти за рамки простой сборки техники под эгидой «Гомсельмаш». На данный момент АО «БРЯНСКСЕЛЬМАШ» занимается собственными разработками подтверждая статус производителя [1].

Так, с 2016 года АО «БРЯНСКСЕЛЬМАШ» выпускает продукцию под новой торговой маркой «ДЕСНА-ПОЛЕСЬЕ». Новое название символизирует принадлежность техники именно к брянскому краю. На сегодняшний день предприятие производит 7 моделей комбайнов, которые прошли испытания на машиноиспытательных станциях, рекомендованы к производству и имеют все необходимые сертификаты в соответствии с нормативными документами Российской Федерации. При этом еще одним важным преимуществом компании является собственное производство оригинальных запчастей для комбайнов «ДЕСНА-ПОЛЕСЬЕ» [2].

Одной из собственных разработок бренда стала универсальная техника для мульчирования (мульчирующая фреза). В марте 2018 года компания самостоятельно освоила производство техники для прямого посева и выпустила новинки: сеялку «ДЕСНА-ПОЛЕСЬЕ СПС-4000». Это также собственный проект «БРЯНСКСЕЛЬМАШ», созданный трудами конструкторского бюро завода и запатентованный в соответствии с действующим законодательством РФ.

Компания АО «БРЯНСКСЕЛЬМАШ» приняла участие в крупнейшей сельскохозяйственной выставке «БЕЛАГРО-2021». На масштабное мероприятие в Минск приехали крупные производители агротехники и дилеры ведущих мировых брендов. Для посетителей были проведены персональные экскурсии, в которых было подробно рассказано о представленной сельхозтехнике, внедрённых новшествах и перспективах использования моделей. Компания представила в ходе мероприятия комплекс для мульчирования и сеялку прямого сева СПС-6500 «ДЕСНА-ПОЛЕСЬЕ».

Сеялки серии «ДЕСНА-ПОЛЕСЬЕ» – высокопроизводительные механические сеялки, предназначенные для высева зерновых, бобовых и мелкосемянных культур как по нулевой технологии посева (No-till), так и после минимальной обработки почвы с одновременным внесением гранулированных удобрений. Лушение, дискование, боронование и прочая механическая обработка почвы перед посевом сеялками прямого сева «ДЕСНА-ПОЛЕСЬЕ» не производятся, что уменьшает иссушение почвы. Так называемый «невидимый посев» диско-

вым сошником экономит почвенную влагу и способствует получению качественных всходов в регионах с дефицитом осадков.

Сеялки серии «ДЕСНА-ПОЛЕСЬЕ» производятся АО «БРЯНСКСЕЛЬМАШ» – одним из лидеров российского рынка сельскохозяйственной техники [3].

Посев с одновременным внесением удобрений ниже зоны высева семян - благодаря конструкции сошника, удобрения вносятся непосредственно вблизи зоны формирования корневой системы, исключая «обжигание» семян. Бункеры сеялок имеют два отсека: для семян и удобрений. При севе без удобрений возможно использование обоих отсеков под семена.

Высев семян зерновых и бобовых культур производится механическими высевающими аппаратами, имеющими катушки со спиральным рифлением, обеспечивающим равномерную подачу материала. Норма высева (и внесения удобрений) регулируется от 40 до 320 кг/га изменением длины вылета высевающей катушки.

Прочная и надежная конструкция – в конструкцию сеялок заложены принципы простоты и надежности всех элементов. Повышенный задел прочности рамы, шасси, сошников, гидравлической системы и приводных механизмов позволяют эксплуатировать сеялки в любых почвенно-климатических условиях, пригодных для выращивания сельскохозяйственных культур. Простота настройки и обслуживания сеялки делает ее эксплуатацию легкой и доступной.

Дисковый сошник маятникового типа способствует лучшему прорезанию борозды. Режущие диски импортного производства изготовлены из высокопрочной износостойкой борсодержащей стали, обладающей эффектом самозатачивания, сохраняет остроту на протяжении всего срока службы.

Простая и точная настройка – глубина заделки семян регулируется съемными ребордами (опорными колесами) на 2,5 см, 4 см или 6 см, расположенными непосредственно на ступице режущего диска, при этом обеспечивается наилучший контроль глубины сева благодаря расположению точки высева и точки контроля глубины на одной оси [4].

Высев мелкосемянных культур (МСК) производится из двух отдельных бункеров общей емкостью 220 литров с помощью механических высевающих аппаратов с катушками с прямым рифлением. Норма высева семян регулируется от 1,5 до 30 кг/га изменением длины вылета высевающей катушки.

#### Список литературы

1. Сулеев, В.Д. Высокие стандарты производства сельхозтехники – залог успеха «Брянсксельмаша» / В.Д. Сулеев. – 2014. – № 3 (46). – С. 56-57.
2. Брянсксельмаш. Техника для всех. – 2018. – № 7 (163). – С. 8-9.
3. Открой сезон с техникой Брянсксельмаш // АгроСнабФорум. – 2018. – № 4 (160). – С. 21-22.
4. Машины и оборудование в растениеводстве / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 170 с.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ КОМПАНИИ АО «ПЕТЕРБУРГСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ЗАВОД»**

**Отто Е.С., Трофимов Р.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

АО «Петербургский тракторный завод» – одно из старейших машиностроительных предприятий России, является родоначальником отечественного тракторостроения. Первые тракторы были изготовлены в 1924 году. Сейчас энергонасыщенные колесные тракторы «КИРОВЕЦ К-7М» предназначены для широкого ряда сельскохозяйственных, транспортных и вспомогательных работ в различных природно-климатических зонах. В линейку «К-7М» входит 7 основных моделей сельскохозяйственных тракторов общего назначения от 5 до 8 тяговых классов. Тракторы «КИРОВЕЦ» комплектуются двигателями ТМЗ и «Mercedes». Тутаевский моторный завод в 2019 году произвел глобальную модернизацию двигателей для тракторов «КИРОВЕЦ» и обновил технологическую базу их производства. С сентября 2021 года двигатели ТМЗ поставляются с новой топливной системой, управляемой электронным блоком (ЭБУ). Двигатели с ЭБУ отличаются улучшенными характеристиками, электронная педаль повышает удобство и обеспечивает высокую точность управления тягой. Важно, что «КИРОВЕЦ» предлагает в линейке «К7-М» широкий выбор в мощностном диапазоне от 300 до 428 л.с. «Топовые» в линейке моторы мощностью 420 (ТМЗ) и 428 (Mercedes) л.с. обладают максимальным крутящим моментом на уровне 2000 Ньютон-метров в диапазоне 1300-1500 об/мин. Такие показатели гарантируют высокую тягу при преодолении самых тяжелых участков поля [1].

Во всех комплектациях тракторов «КИРОВЕЦ К-7М» установлена новая автоматизированная коробка передач Т7, в которой для движения вперед есть 16 передач, распределённых на четыре диапазона, а также 8 передач в двух диапазонах для движения задним ходом. Каждый диапазон включает 4 передачи, переключение между которыми происходит без разрыва потока мощности – то есть без остановки, без выжима педали, без потери тяги на колесах. 16 передач дают возможность точно подобрать передачу для любого полевого агрегата. КИРОВЕЦ может работать как с плугом на скорости 7-9 км/ч, так и со скоростной сеялкой при 18-20 км/ч. Новое высокоточное технологическое оборудование, внедренное на заводе в последние несколько лет, гарантирует высочайший уровень качества изготовления комплектующих и сборки коробки передач. При проектировании новых ведущих мостов тракторов «КИРОВЕЦ К-7М» учтены повышенные требования к передаваемой мощности и крутящего момента. Проверенная десятилетиями схема с главной передачей типа «ноу спин» и разнесенными бортовыми редукторами была творчески переосмыслена и усилена. Теперь в бортовых редукторах по четыре сателлита увеличенной ширины вместо трёх, усилены шестерни главной передачи. Уникальная особенность тракторов КИРОВЕЦ – рессорная подвеска переднего ведущего мо-

ста. Такое решение способствует высокой плавности хода трактора даже поперек вспаханного поля.

Трактор «КИРОВЕЦ К-7М» сертифицирован на одинарных колесах с шинами 710/70R38, также эффективность трактора можно повысить применением сдвоенных колес. За счет этого повышаются сцепные свойства трактора, увеличивается проходимость во влажных условиях, уменьшается давление на почву и все это улучшает производительность и экономичность трактора. На сдвоенных колесах трактор более бережно относится к почве [2].

Особенностью Комплекта сдваивания колес (КСК) для КИРОВЦА является взаимозаменяемость основных и дополнительных (внешних) колес. При необходимости можно взять колесо из временно свободного комплекта сдваивания и установить на трактор. С сентября 2021 года устанавливается новая гидравлика с электроуправляемым гидравлическим распределителем. Новые распределители имеют более высокую пропускную способность на секциях (до 120 л/мин в сравнении с 90 л/мин на механическом распределителе).

Во всех комплектациях трактор оснащается системой позиционно-силового регулирования (EHR) с функцией контроля глубины обработки по заданным параметрам положения оси рычагов навески и усилия сопротивления. Стандартная грузоподъемность сельхознавески составляет не менее 5500 кг. «КИРОВЕЦ К-7М» оснащены межколесными самоблокирующимися дифференциалами типа «ноу - спин» [3].

Тракторы «КИРОВЕЦ» опционально оснащаются системой автоматического вождения по сигналу ГЛОНАСС/GPS. Агронавигатор также позволяет использовать целый набор функций в технологии точного земледелия, среди которых управление агрегатом по протоколу «ISOBUS» поддержка RTK и RTX, дифференцированный посев и внесение удобрений.

#### Список литературы

1. Патент на промышленный образец № 128869 Российская Федерация. Колесный сельскохозяйственный трактор «Кировец» тип к-7М : № 2020506190 : заявл. 16.12.2020 : опубл. 16.12.2021 / С.А. Серебряков, А.Ю. Антипов, М.И. Дмитриев, Д.Ю. Акимцев ; заявитель АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПЕТЕРБУРГСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ЗАВОД».

2. Акпасов, В.А. Повышение эффективности использования трактора «Кировец» за счет снижения воздействия движителей на почву : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Акпасов Владимир Анатольевич. – Саратов, 1998. – 22 с.

3. Сельскохозяйственные машины : Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия. Протокол №962 от 14 октября 2021 г. / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 435 с. – EDN WHVVXM.

**АГРЕГАТ ДИСКО-ЧИЗЕЛЬНЫЙ – АДУ-4Ч**

**Стенников Н.Д., Кобзев Д.А., Казаков К.В.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Агрегат диско-чизельный универсальный АДУ-4Ч представляет собой гибкую комбинированную машину, совмещающую в себе компактную двухрядную борону для поверхностного рыхления почвы и культиватор для глубокого рыхления. Агрегат может быть использован для возделывания кукурузы на зерно и промежуточных культур, после которых остается большое количество растительных остатков, требующих качественной заделки. А также для тех, кто планирует одним орудием провести как поверхностную, так и глубокую обработку.

Расположенная спереди двухрядная дисковая борона оснащена режущими дисками диаметром 610 мм на независимых С-образных стойках. Угол атаки дисков в 22° а так же большой ход стоек в вертикальной плоскости придает впечатляющую производительность с точки зрения перемешивания и измельчения растительных остатков. Глубина обработки дисками составляет от 5 до 15 см.

Следом за секцией дисков расположены 13 культиваторных стоек, обеспечивающих рыхление на глубину до 30 см. В зависимости от поставленной задачи, стойки могут оснащаться составной стрелчатой лапой шириной 325 мм в сочетании с долотом 75 мм, так и только долотом с направленным отвалом.

Первоклассное выравнивание обработанного почвенного горизонта является основным условием равномерного обратного уплотнения. Именно по этой причине после батареи дисков и культиваторных стоек идет секция выравнивающих элементов в виде круглых дисков диаметром 460 мм. Расположенных под углом к земле. Крайние диски так же имеют возможность регулировки по высоте [1].

Заключительной стадией уплотнения обработанного слоя почвы является прикатывание дисковым катком. Прежде всего, данный каток предназначен для работ на тяжелых и влажных почвах. За счет своей собственной массы в 220 кг/м и наличием настраиваемых чистиков каток обеспечивает хорошее обратное уплотнение на тяжелых почвах, а также хорошее качество крошения [2].

Все настройки агрегата полностью гидрофицированы, что дает возможность механизатору производить настройку агрегата, не выходя из кабины трактора. Рекомендуемое тяговое усилие агрегируемого трактора составляет от 420 л. с. для АДУ-4Ч.

Выпускается агрегат на Белгородском машиностроительном заводе ОАО «Белагромаш-Сервис имени В.М. Рязанова» [3].

**Список литературы**

1. Сельскохозяйственные машины: Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия. Протокол №962 от 14 октября 2021 г. / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 435 с.

2. Experimental research in liquid batcher mixer / A. Kolesnikov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan, K. Kazakov // Engineering for Rural Development : 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 124-129.

3. ОАО «Белагромаш-Сервис имени В.М. Рязанова» [Электронный ресурс] Режим доступа : <https://belagromash.ru/predpriyatie/>



**ПЕРЕВОЗЧИК РУЛОНОВ ПР-18****Стенников Н.Д., Казаков К.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

ОАО «Белагромаш-Сервис имени В.М. Рязанова» – один из крупнейших заводов по производству высокопроизводительной почвообрабатывающей и другой сельскохозяйственной техники, отлично зарекомендовавшей себя среди сельхозтоваропроизводителей. Основные производственные мощности завода оснащены новейшим высокоточным японским, немецким, итальянским, американским оборудованием, что позволяет выпускать конкурентоспособную продукцию, соответствующую Европейским стандартам качества. Подтверждением этому являются высокие награды, которых удостоивалось предприятие на российских и международных выставках. [1].

Это предприятие выпускает перевозчик рулонов ПР-18, который предназначен для погрузки, транспортировки и разгрузки рулонов сена, сенажа, соломы, сформированными пресс-подборщиками. Управление осуществляется одним механизатором, не выходя из кабины. При использовании прицепа необходим один трактор, который не привязывает к себе дополнительной техники и не требует организации работы целого комплекса сельскохозяйственных машин на много дней (отпадает необходимость использования погрузочно-разгрузочной техники в поле и на месте складирования рулонов) [2].

Максимальное количество рулонов – 18 (при длине рулона 1220 мм и массе 732 кг). Масса перевозимого груза – 13200 кг. Погрузка рулонов происходит на ходу без остановки трактора. Отличительная конструктивная особенность прицепа состоит в том, что захватывать рулон можно с любой стороны (доворачивается автоматически), погрузка рулонов в два ряда (распределение по рядам автоматическое). Остановка толкателя тюков осуществляется при помощи гидравлических конечных переключателей (без участия оператора). Имеется система защиты привода толкателя от аварийных перегрузок. Для облегчения разгрузки платформа наклоняется при помощи двух гидроцилиндров. Имеется селекторный гидравлический клапан погрузка/разгрузка. Погрузка возможна только при крайнем переднем положении толкателя тюков. Имеется указатель полной загрузки. Перемещение рулонов по прицепу и разгрузка осуществляется с помощью цепных транспортеров, приводимых в действие гидромотором. Механизм загрузки снабжен транспортным замком, исключающим возможность самопроизвольного опускания захвата. Прицеп перенастраивается на разные размеры тюков (диаметр, длина тюка). Ширина захвата от 956 мм до 1376 мм. Прицеп хорошо сбалансирован, что обеспечивает плавность хода и легкость управления при движении [3].

Перевозчик рулонов ПР-18 агрегируется с тракторами мощностью не менее 130 л.с., раздельно-агрегатной гидросистемой с потоком не менее 76 л/мин при рабочем давлении 14 МПа. Для работы требуется два гидравлических выхода (от гидросистемы трактора) [4].

**Список литературы**

1. ОАО «Белагромаш-Сервис имени В.М. Рязанова» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://belagromash.ru/predpriyatie/>
2. Experimental research in liquid batcher mixer / A. Kolesnikov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan, K. Kazakov // Engineering for Rural Development : 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 124-129.
3. Машины и технологии для уборки, переработки и утилизации навоза / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2021. – 401 с. – ISBN 978-5-98242-320-7.
4. Сельскохозяйственные машины : Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия. Протокол №962 от 14 октября 2021 г. / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 435 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ЛУЩИЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ

**Стерлев М.М., Асыка А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Специалисты, ведущие фермерское или подсобное хозяйство, знают, что без качественной обработки земли невозможно получить высокий урожай. Произрастание сельскохозяйственных культур, это многоступенчатый процесс, где каждый этап играет большую роль.

Одним из таких процессов является лушение. По сути, это поверхностная обработка почвы, с полным или частичным переворотом верхнего пласта земли. В результате такой обработки не только взрыхляется поверхность поля, но и уничтожаются сорняки и заделываются в грунт растительные остатки [1, 2].

Для таких операций используется специальное оборудование – луцильник. Такие устройства впервые начали применяться в Европе, начиная со второй половины 19 века.

Современные луцильные агрегаты разделяются на два вида: дисковые и лемешные. Дисковый луцильник состоит из батареи сферических дисков, которые вскрывают почву под углом около 30 градусов. Лемешная конструкция, напоминает отвал плуга, с шириной охвата около 25 сантиметров [3].

Различия между данными видами оборудования заключаются в специфике использования и глубине обработки земли. Дисками можно вскрыть почву на глубину до 10 сантиметров, лемешные конструкции могут углубляться в грунт на 12 см.

При использовании дополнительных грузов глубина обработки почвы увеличивается до 12 и 18 сантиметров соответственно.

Дисковые луцильники хорошо подходят для обработки засоренных полей, предназначенных для выращивания зерновых сельскохозяйственных культур. Сферические диски, расположенные под правильным углом атаки, неплохо справляются с корневищами и сорными культурами многолетних растений.

Лемешные агрегаты используют для плотной почвы, предназначенной к посадке подсолнечника и кукурузы.

Вне зависимости от особенностей конструкции, луцильники представляют собой цельнометаллическую раму, дополненную сцепным устройством. Оборудование имеет собственную ходовую часть, и приспособление для регулировки глубины обработки [4].

Среди представленного ассортимента, большой популярностью пользуются дисковые модели, поэтому имеет смысл сделать краткий обзор некоторых модификаций данного оборудования.

Использование дисковых луцильников, позволяет снизить затраты по обработке земли. Кроме того, сохраняется и поддерживается биологическая активность почвы, что оказывает положительное влияние на качество урожая и всхожесть культур.

Оборудование удобно в работе и нетребовательно в плане техобслуживания. К недостаткам можно отнести неэффективную борьбу с вредителями и сорными растениями.

#### Список литературы

1. Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Теоретические исследования вибросмешивания сыпучих кормов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 3 (23). С. 43-55.
2. Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких органических удобрений: № 2007137408/12: заявл. 09.10.2007: опубл. 20.04.2009 / В.М. Рязанов, С.А. Булавин, В.С. Быков [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Белгородская ГСХА.
3. Justification of constructive and technological parameters of the vibrating seeding unit / Machkarin A.V., Ryzhkov A.V., Chehunov O., Makarenko A.N. // В сборнике: ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT. 20th International Scientific Conference. 2021. С. 130-135.
4. Технологии и средства механизации уборки, переработки и утилизации навоза: монография / С.А. Булавин [и др.]. Белгород, ФГБОУ ВО Белгородская ГСХА им. В.Я. Горина, 2013. – 334 с.

## ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА

Шутенко М.А., Мачкарин А.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Молоко является особо благоприятной средой для развития различных микроорганизмов, так как содержит все необходимые питательные вещества. В то же время молоко должно быть безукоризненно чистым и гарантировать здоровье потребителя. Сырое молоко не должно содержать патогенной микрофлоры, оно должно иметь низкую бактериальную обсемененность. Для этого необходимо строгое соблюдение санитарно-гигиенических и противоэпидемических правил содержания, кормления животных, получения, хранения и переработки молока. За соблюдение этих правил отвечают руководители хозяйств, ферм и предприятий [1].

Первичная обработка молока проводится на ферме и включает его очистку, охлаждение и хранение.

После получения молока необходимо обеспечить сохранение его свежести и нативных свойств, минимальное обсеменение микрофлорой. Для этого в прифермской молочной молоко после выдаивания очищают от механических примесей и охлаждают.

Наиболее эффективным является охлаждение в потоке с доением. Разрыв во времени между выдаиванием и охлаждением не должен превышать 2 ч. При механизированном способе охлаждения следует отдавать предпочтение пластинчатым охладителям. Резервуары целесообразнее использовать для хранения охлажденного молока, а не для его охлаждения. Наиболее экономичным и технологически эффективным является двухступенчатое охлаждение. Конечная температура охлаждения молока на ферме до  $(4+2)^{\circ}\text{C}$  обеспечивает сохранение качества молока при транспортировании и хранении до 24 ч. Более глубокое охлаждение молока приводит к непроизводительным затратам и технологически не обосновано [2, 3].

Хранение молока. Для хранения молока используются два вида резервуаров: *открытые резервуары-охладители; закрытые резервуары-термосы* [4].

*Открытые резервуары-охладители* служат для охлаждения и хранения молока, они имеют недостаток – длительный период охлаждения (от 4 ч и более), что превышает продолжительность бактерицидной фазы молока. После 20 ч хранения в молоке в несколько раз увеличивается содержание бактерий, и его кислотность повышается на  $1-3^{\circ}\text{T}$ , ухудшаются его органолептические свойства.

*Закрытые резервуары* служат для хранения молока. Они представляют собой цилиндрические сосуды с двумя сферическими днищами, которые по всей поверхности покрыты термоизоляционным материалом и заключены в защитный стальной кожух. Они хорошо сохраняют температуру охлажденного молока. За период хранения в течение 20 ч температура молока повышается на  $1-2^{\circ}\text{C}$ .

### Список литературы

1. Теория и расчет адаптивного доильного оборудования для крупного рогатого скота: монография / В.Ф. Ужик, О.В. Китаева, Чехунов О.А. и др. – Москва; Белгород : ООО ИКЦ «Колос-с», 2020. – 520 с.
2. RU 2244417 С2. Автоматизированная доильная установка / Ужик В.Ф., Слободюк А.П., Свиридов А.Г., Клименко Д.Б. Патент на изобретение от 20.01.2005. Заявка № 2003110504/12 от 11.04.2003.
3. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография / Казаков К.В., Макаренко А.Н., Мартынова И.В. и др. – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 200 с.
4. Содержание телят. Современные технологии и средства механизации: монография / Чехунов О.А., Ужик В.Ф., Макаренко А.Н. и др. – Белгород : «ПОЛИТЕРРА», 2020. – 385 с.

# ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 621.384.52:631.2

## ОЗОНИРОВАНИЕ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Мильченко М.Д., Мануйленко А.Н.  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Автоматизация основных технологических процессов в таких сферах АПК, как птицеводство и животноводство спровоцировало ускоренное развитие данных отраслей, на меньших площадях стало выращиваться больше животных и птицы. Поэтому одной из основных проблем современного сельского хозяйства стала биологическая безопасность. Актуальным стала разработка технических средств для обеззараживания производственных помещений, чтобы производить профилактику распространения заразных болезней животных [1-3].

В настоящее время набирает популярность электротехнология озонирования, на базе специальных озонаторных установок различной специфики. Озонирование в разы эффективнее и экономнее дезинфекции ультрафиолетом.

Принцип работы озонаторной установки весьма прост: поток воздушных масс проходит через электрическую дугу, образованную на излучателе, и после преобразований ионизированных частиц образуется озон. Озонатор способен производить различную концентрацию по озону и распространять его по помещению, при помощи вентилятора. Продолжительность работы озонатора для обеззараживания воздуха в производственном помещении напрямую зависит от его объема и производительности установки. Заходить в производственное помещение можно уже через 0,5 часа после завершения процедуры, за это время озон самопроизвольно распадается до предельно допустимой концентрации. Также озон обладает высокой проникающей способностью и заполняет собой весь объём помещения, проникая даже в самые труднодоступные места [4].

Использование генераторов озона в животноводстве будет способствовать:

– дезинфекции и стерилизации воздуха – его обеззараживанию и очистке от вирусов, микробов, паразитов и проч. нежелательных, наносящих вред существ и веществ;

– устранению различных запахов и примесей и повышению концентрации кислорода в воздухе (воде) и как следствие, в крови животных, что влечет за собой улучшение самочувствия, снятие стресса и раздражительности;

– ускорению заживления ран, а также процессов выздоровления при различных заболеваниях;

– укреплению в целом иммунной и других систем организма.

Анализ показывает, что озонирование способствует очищению воздушной среды от сероводорода, аммиака, углекислый газа, метанола. Регулярное озонирование обеспечит стабильную работу предприятию и позволит избежать про-

блем с опасными заболеваниями животных и инфекций в сельскохозяйственной продукции. Использование электротехнологии озонирования поможет решить следующие проблемы: устранение неприятных запахов, дезинфекция, дезинсекция, дератизация и уничтожение вредных микроорганизмов и спор плесени, всего лишь за одну обработку озоном.

#### Список литературы

1. Иванов Б.Л., Сафиуллин И.Н. Современные технологии дезинфекции животноводческих помещений и оборудования // Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.э.н., профессора Н.С. Каткова «Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики». – Казань : Изд-во Казанский ГАУ, 2020. – С. 86-89.

2. Лавринова Е.В., Семенютин В.В. Микроскопические грибы и их воздействие на организм человека и животных // Материалы Международной студенческой научной конференции. – Белгород : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. –Т. 1. – С. 53.

3. Лаврова О.Б., Лавринова Е.В. Лечение стафило-стрептококковых артритов у поросят // Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее». – Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – Т. 1. – С. 130-131.

4. Мануйленко А.Н. Электроозонирование воздуха в животноводческих помещениях // Материалы VI всероссийской молодёжной научно-практической конференции «Студенчество России: век XXI». – Орел : Изд-во Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2019. – С. 120-124.

## АКТУАЛЬНОСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ РАСЧЕТА СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ

Стерлев Н.А., Богомолов С.С.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п.Майский, Россия

Производственное освещение является важнейшим показателем гигиены труда, оно предназначено для: улучшения условий зрительной работы и снижения утомления; повышения безопасности труда и снижения профессиональных заболеваний; повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции.

Энергосбережение является приоритетным направлением государственной энергетической политики, составляя основу энергетической стратегии до 2030 г [1]. Повышение энергоэффективности за счет использования систем освещения (СО) на основе современных источников света (СИС), таких как светодиоды, увеличивает рентабельность [2], конкурентоспособность, количество рабочих мест, высвобождает средства для развития бизнеса и предприятия.

При проектировании светодиодного освещения необходимо учитывать ряд очень важных требований, которые предъявляются как к светильнику, так и к светодиодам, установленным в них. Несоблюдение этих правил при проектировании может привести к нежелательным последствиям, вплоть до выхода из строя самого прибора освещения, к снижению качества освещения [3].

При проектировании освещения следует тщательно подходить к выбору методики расчета освещения. Применяются следующие методы расчета:

- 1) точечный метод расчета;
- 2) метод коэффициента использования светового потока;
- 3) метод удельной мощности.

Первый и второй методы являются самыми распространёнными [3]. Первый метод применяется для расчета аварийного освещения, эвакуационного или антипанического освещения, а также при проектировании наружного освещения. Второй метод используется в основном для расчета общего внутреннего освещения.

Метод удельной мощности подходит для расчета общего равномерного освещения. Этот способ является наиболее перспективным, так как он является наиболее простым из представленных, а также позволяет сделать расчет освещения на любом этапе проектирования помещений. На данный момент третий метод в проектах встречается крайне редко, так как проектирование СО с применением СИС этим методом затруднено, ведь имеются следующие проблемы: отсутствие данных по значениям удельной мощности светодиодных светильников и современных световых приборов в справочных и нормативно-технических документах; отсутствие данных по значениям коэффициента использования и коэффициента  $Z$  светодиодных светильников в справочных и нормативно-технических документах [4].

Соответственно, для того чтобы можно было пользоваться третьим, более простым методом расчета, необходимо разработать универсальную таблицу коэффициентов запаса на основании научно-экспериментальных данных с внесением данных в нормативно-техническую документацию, а также универсальные таблицы для определения значений удельной мощности светодиодных светильников и светильников с люминесцентными лампами последнего поколения, исключить из справочных материалов данные по лампам накаливания.

Применение усовершенствованного метода удельной мощности и коэффициента запаса при расчете освещения с помощью светодиодных светильников повысит качество освещения и энергоэффективность осветительных установок (согласно планам внедрения энергосберегающих технологий).

#### Список литературы

1. Солодухин Д.Ю., Пьяных А.И. Направления модернизации систем освещения промышленных предприятий Сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции. Том 2. Курск : Западный государственный университет. 2019. С. 181-185.
2. Богомолов С.С. Перспективы применения светодиодных облучательных установок в теплицах. Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: материалы международной научно-практической конференции. Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. С. 201-205.
3. Кравченко А.И., Савкова Т.Н. Оптимизация проектирования современных систем освещения промышленных предприятий. Вестник гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого, 2013. № 1 (52), С. 55-59.
4. Казарин В.Е. Совершенствование методики расчета освещения методом удельной мощности светодиодными световыми приборами сельскохозяйственных предприятий и организаций. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2019. № 2 (172). С. 172-176.



## **ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА**

**Шворак А.Ю., Богомолов С.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п.Майский, Россия

Согласно требованиям процедуры специальной оценки условий труда, обеспечению оптимальных условий световой среды на рабочих местах производственных предприятий следует уделять особое внимание. Недостаточное и нерационально организованное освещение оказывает негативное влияние на производительность труда и здоровье работников и может стать причиной развития заболеваний и несчастных случаев на производстве [1].

Для монтажа новой или модернизации существующей осветительной установки, предприятия заказывают проект у специалистов. Те, в свою очередь, выполняют светотехнический расчет по всем нормам и правилам и, по итогу, предоставляют заказчику проект с нужным количеством, типом и мощностью светильников. Но бывает, что заказчика после выполнения монтажа осветительной установки не устраивает уровень полученной освещенности или места расположения светильников. Решением этой проблемы являются автоматизированные светотехнические программы с возможностью 3D моделирования, которые могут до монтажа предоставить заказчику представление о будущем освещении на его объекте [2].

Сейчас существуют средства автоматизированного проектирования (САПР) по светотехническому расчету, которые задействуют все методы и выдают максимально точный результат освещенности и яркости, а также есть возможность создать проект с 3D визуализацией.

САПР оперирует физической моделью освещения, т.е. тем, как свет от источника рассеивается по поверхности или отражается от неё.

Модель освещения – это математическое представление физических свойств источников света и поверхностей, а также их взаимного расположения. Модели освещения делятся на локальные и глобальные [3].

Локальная модель не рассматривает процессы светового взаимодействия объектов сцены между собой (не учитывают перенос света между поверхностями), а только расчет освещенности самих объектов.

Глобальные модели учитывают законы физики: вторичные переотражения, преломления, корректное распределение световой энергии.

Существующие локальные модели освещения можно разделить на две категории: физические и эмпирические.

Физически обоснованные модели ставят перед собой задачу выдать результат, максимально приближенный к тому, чтобы увидел пользователь в такой же ситуации в реальном мире. Примерами подобных эффектов, может быть, например, плёнка на поверхности металла, распространение света в воске или коже, моделирование сложносоставного материала. Изображения, полу-

ченные с использованием физических моделей, хорошо соотносятся с экспериментальными данными.

Эмпирическая модель освещения не является физически достоверной, т.е. игнорирует часть физических законов. Эмпирические модели обычно эффективны в плане быстрого действия и дают реалистичную картинку. Модель реализуется с помощью определения трёх составляющих: фоновой (ambient), рассеянной (diffusion) и бликовой (specular) Самая простая модель освещения может быть построена, как сумма таких световых составляющих [3].

Эмпирические модели позволяют достичь значительного быстрого действия, но синтезируемое с их использованием изображение не является физически точным. Основная сфера их применения: интерактивные трехмерные приложения, программы для художников, спецэффекты в фильмах, реклама.

Физические модели обеспечивают физически точный расчет освещения, а при сочетании с алгоритмами расчета вторичного освещения (алгоритмы глобального освещения). Наиболее востребованы такие модели при проектировании освещения в помещениях и в системах проектирования архитектурных сооружений. Применение таких моделей требует больших вычислительных затрат и экспериментальных данных.

В настоящее время при расчете и проектировании освещения производственных помещений наилучшим образом себя зарекомендовал программный комплекс DIALux от компании DIAL GmbH.

DIALux позволяет создавать 2D-модели расчетных объектов, с 3D визуализацией конечного результата, на основании стандартных наборов конструктивных элементов, учитывая цветовые решения и фактуру поверхностей, также позволяет планировать и оптимизировать размещение светильников в помещениях, отображать визуализацию полученных световых характеристик. В данной программе учитываются геометрия помещений, коэффициенты отражений поверхностей стен, полов, потолков, перегородок и т.д., коэффициент эксплуатации коэффициент естественного освещения.

Использование подобных расчетных программных комплексов позволит наилучшим образом подобрать оптимальные светильники для заданных условий и определить схему их размещения в помещении с учетом создания световой среды, удовлетворяющей требованиям действующих нормативов.

#### Список литературы

1. Евстигнеева Ю. В., Григорьева Т.Ю. Применение программного комплекса DIALux для светотехнического расчета осветительной установки общего искусственного освещения линии гальванического участка. Научное обозрение. Педагогические науки, 2019. № 2-3. С. 36-39.
2. Гаврилов Д.С., Денисова Н.В. Сравнение программ для расчета освещения с возможностью 3D моделирования. Вестник технологического университета, 2018. Т. 21, № 5. С. 191-194.
3. Чернявская А.Э. Простые модели освещения 3D-объектов. Особенности цифрового моделирования света Современные ВОПРОСЫ науки и практики. Пенза : Наука и Просвещение, 2021. С. 44-46.

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО УЧЕТУ КРЕДИТНОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ КЛИЕНТОВ ДЛЯ БАНКА

**Дорохина И.А., Суходольский А.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для современного российского финансового рынка характерно укрупнение кредитно-финансовых институтов и активное развитие розничного банковского бизнеса. Рост новых банковских сообществ, увеличение клиентской базы и расширение спектра предлагаемых услуг невозможно обеспечить без программного обеспечения, отвечающего самым жестким требованиям, которые предъявляет современный банковский бизнес. Если раньше усилия крупных банков были сосредоточены в основном в столичных регионах и крупных городах, то в последние годы из-за усиления конкуренции на этих рынках и роста благосостояния людей в целом финансовые структуры стали гораздо более активно развивать свои филиальные сети и вытеснять небольшие региональные банки [1]. Последние, пытаясь выстоять в конкурентной борьбе, теперь вынуждены гораздо больше внимания, чем раньше, уделять ИТ-структуре.

Интегрированная банковская система (ИБС) обеспечивает высокий уровень информационной поддержки банковских операций в условиях динамичного развития рынка финансовых услуг [2]. Функциональная полнота позволяет автоматизировать множество операций коммерческого банка. Модульная структура дает возможность банку нести только обоснованные в данный момент сферой его деятельности и объемом документооборота затраты на программное обеспечение, легко наращивая функциональные возможности системы по мере расширения круга выполняемых операций. Единая технология позволяет автоматически отражать операцию, выполняемую в любом модуле, в единой БД и использовать ее результаты во всех остальных модулях.

Вывод. Как упоминалось ранее, для автоматизации системы по учету кредитной задолженности клиентов для банка используются автоматизированные системы управления. Внедрение такой системы в разы упрощает, ускоряет и повышает эффективность и оперативность работы предприятия.

### Список литературы

1. Федотова, Е.Л. Информационные технологии и системы: Уч. пос / Е.Л. Федотова // М. : Форум, Москва, 2018, 149 с.
2. Бизнес.ru. Первичные документы по учёту движения материалов [Электронный ресурс]. 2022. URL: <https://class365.ru/blanki-dokumentov/dokumenty-uchet-materialov>

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА СОТРУДНИКА БИБЛИОТЕКИ АГРАРНОГО ВУЗА**

**Дорохина И.А., Кравченко А.Д.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В современном обществе в условиях бурного развития экономики нашей страны, появления и усовершенствования информационных технологий, на различных торговых предприятиях малого и среднего бизнеса остро встает вопрос эффективного, рационального управления информацией. Требования времени говорят о том, что для стабильного функционирования даже небольших фирм и магазинов необходимо четко контролировать работу, вести отчеты и управлять потоками информации.

На первой стадии ведения бизнеса возникает необходимость в помощнике, который бы давал советы и помогал структурировать и вести данные о продажах. Актуальность разработки автоматизированных систем управления определяется необходимостью внедрения системы электронного документооборота на предприятиях, учебных заведениях, вызванной большими объемами работы с документами, поиском, утверждением, согласованием документов, автоматизацией движения конструкторско-технологической документации, экономией времени, обеспечением информационной безопасности и повышением исполнительской дисциплины для контролируемости технологических процессов.

Успех любой АСУ зависит от правильного определения основных этапов ее построения. Задачи создания автоматизированных систем управления предприятиями обуславливают актуальность разработки отечественных программных продуктов с использованием компьютерных технологий проектирования многокомпонентных систем.

Исходя из вышеуказанного и учитывая специфику библиотеки, можно сделать вывод, что для автоматизации деятельности сотрудника библиотеки необходима система, ориентированная именно на его потребности, то есть система, разрабатываемая под ключ с возможностью доработки. Чтобы продумать будущий функционал системы и ее интерфейс должен быть проведен анализ существующего программного обеспечения для решения задач в библиотечной сфере.

### **Список литературы**

1. Федотова, Е.Л. Информационные технологии и системы: Уч. пос / Е.Л. Федотова // М. : Форум, Москва, 2018, 149 с.
2. Тактайкина Т.И., Анфиногенова Н.М. Книга. Читатель. Библиотека: опыт работ библиотек. – Новосибирск : НГОНБ, 2018.

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Дорохина И.А., Леявин В.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время все больше предприятий стремятся к автоматизированию всех однообразных учетных операций своей деятельности, будь то бухгалтерский учет, налоговый учет или учет материально-технических ресурсов. Для автоматизации последнего чаще всего используются автоматизированные системы управления материальными ресурсами. Внедрение такой системы в разы упрощает, ускоряет и повышает эффективность и оперативность работы предприятия.

Любое предприятие изобилует материально-техническими ресурсами. Грамотное слежение за состоянием, передвижением, поступлением, списанием и инвентаризацией МТР важный аспект производственной деятельности.

АСУ МТР представляет собой полноценное программное решение для оптимизации и информационного обеспечения процессов, отражающих движение материально-технических ресурсов на предприятии [1].

Поскольку база МТР предприятия – это огромный объем информации, учет и управление МТР будет рассмотрен в разрезе отдельного подразделения, будь то кафедра, лаборатория или же сам отдел технического обеспечения и поддержки пользователей. Необходим учет таких МТР, как компьютерные и рабочие столы, компьютерные стулья, офисные стулья, компьютерная техника, интерактивные доски, проекторы и иные МТР. Без автоматизированной системы управления учет подобных ресурсов и всей сопроводительной информации очень трудоемок и подвержен ошибкам, относящимся к человеческому фактору. Хранение информации посредством АСУ является более надежным вариантом. Исходя из этого, стоит сделать вывод, что внедрение и разработка специализированной АСУ является востребованной и актуальной задачей. К тому же разработку можно будет использовать и для других средних и малых предприятий, нуждающихся в упорядочивании информации [2].

Как упоминалось ранее, для автоматизации управления материальными ресурсами используются автоматизированные системы управления. Внедрение такой системы в разы упрощает, ускоряет и повышает эффективность и оперативность работы предприятия. Разработка такой системы являлась целью работы.

### **Список литературы**

1. Федотова, Е.Л. Информационные технологии и системы: Уч. пос / Е.Л. Федотова // М. : Форум, Москва, 2018, 149 с.
2. Бизнес.ру. Первичные документы по учёту движения материалов [Электронный ресурс]. 2023. URL: <https://class365.ru/blanki-dokumentov/dokumenty-uchet-materialov> (дата обращения 8.02.2023).

## **ДИАГНОСТИКА СРЕДСТВ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Дорохина И.А., Комарцов Е.Е.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Несмотря на множество приемов и инструментов обнаружения и устранения неполадок в корпоративных сетях, «почва под ногами» сетевых администраторов все еще остается достаточно зыбкой.

Главной задачей технического обслуживания средств вычислительной техники является: обеспечение надежной работы средств вычислительной техники, которые позволяют пользователям использовать в полном объеме информационные массивы организации и другие сторонние источники информации. Следовательно, понятие технического обслуживания средств вычислительной техники неотрывно связано с его надежностью.

Сетевой администратор, на которого чаще всего ложатся функции по проведению диагностики, должен начинать изучать особенности своей сети уже на фазе ее формирования, то есть знать схему сети и подробное описание конфигурации программного обеспечения с указанием всех параметров и интерфейсов.

Однако, возможно, наиболее серьезным изменением в корпоративных сетевых технологиях, с которым пришлось столкнуться администраторам, стал неизбежный переход от сетей Ethernet с разделяемой средой передачи к коммутируемым сетям, в которых в качестве коммутируемых сегментов часто выступают отдельные серверы или рабочие станции [2].

Диагностика и профилактика вычислительной техники часто производится во время технического обслуживания.

Для того, чтобы успешно предотвращать ошибки и инциденты, возникающие на предприятии, системный администратор должен позаботиться о том, чтобы в локальной сети и во всём парке машин своевременно проводилась профилактика и диагностика технических средств и программного обеспечения [1].

Главной задачей технического обслуживания средств вычислительной техники являлось обеспечение надежной работы средств вычислительной техники, которое позволяет пользователям использовать в полном объеме информационные массивы организации и другие сторонние источники информации.

### **Список литературы**

1. Федотова, Е.Л. Информационные технологии и системы: Уч. пос / Е.Л. Федотова // М. : Форум, Москва, 2018, 149 с.
2. Андрончик, А.Н. Защита информации в компьютерных сетях / А.Н. Андрончик. – Екатеринбург : Изд.УГТУ–УПИ, 2018. – 94 с.

## **РАЗРАБОТКА МЕР БЕЗОПАСНОСТИ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Дорохина И.А., Шегицов Р.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Сегодня вряд ли можно встретить человека, который бы не пользовался компьютером и интернетом. Различные организации, компании, государственные учреждения объединены компьютерными сетями. Под сетью понимается соединение двух или более компьютеров, которое позволяет им разделять ресурсы. Локальные и распределительные компьютерные сети являются основой автоматизации деятельности предприятий и уже проникли во все сферы нашей жизни – науку, культуру, образование и т.д.

Современные компьютерные сети обеспечивают пользователям широкий набор услуг, включая электронную почту, передачу факсимильных и голосовых сообщений, работу с удаленными базами данных в реальном масштабе времени, службу новостей и другие услуги. На базе компьютерных сетей реализуется: дистанционное обучение, телемедицина, телеконференции, теле биржи и теле магазины и т.д.

Но сейчас на первое место становится вопрос о защите информации или своего персонального компьютера. Защита один из важнейших вопросов, который рассматривается при настройке локальной вычислительной сети. Правильный подход к защите оградит от беды потери информации. Необходимо, чтобы злоумышленные пользователи не могли входить в систему, а данные и службы были доступны тем, кто имеет к ним доступ [1].

Поскольку большим сетям трудно управлять всеми данными, лучше использовать разбивку сети на меньшие сегменты, это является одним из средств, для эффективной работы со всей системой [2].

Для каждой системы, которая будет поддаваться угрозам, необходимо определить задачи по защите информации, а также средства их осуществления. Нужно решить, какие части системы более важнее. Необходимо защищать службы и сами данные. Система может быть атакована разными средствами, а защита как раз и предназначена для анализа атак, которые могут состояться, и способствует их предотвращению.

### **Список литературы**

1. Федотова, Е.Л. Информационные технологии и системы: Уч. пос. / Е.Л. Федотова // М. : Форум, Москва, 2018, 149 с.
2. Андрончик, А.Н. Защита информации в компьютерных сетях / А.Н. Андрончик. – Екатеринбург : Изд.УГТУ–УПИ, 2018. – 94 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

**Михалев Д.Р.**

ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Многопрофильный колледж, г. Орел, Россия

Технологии с каждым днем активно развиваются. Это касается всех отраслей нашей экономики, в том числе и строительства. Появляются новые инновационные материалы, методы управления и организации строительного производства. Одной из таких инновационных разработок являются BIM-технологии.

BIM-технологии – это современный способ проектирования зданий. Проектировщики создают модель будущего сооружения и наполняют ее данными. BIM-технологии позволяют собирать, структурировать и получать всю информацию о проекте: используемые конструкции, коммуникации и любые другие технические параметры. Использование данных технологий позволит сократить время на проектирование на 20-50%, в шесть раз уменьшит время на проверку проекта, до 90% сократит сроки координации и согласования проекта. Также, по данным Минстроя, BIM позволит в четыре раза снизить погрешности бюджета при планировании, сократить сроки инвестиционной фазы проекта до 50%, сроки строительства – на 20-50%, затраты на строительство и эксплуатацию – до 30%.

С помощью BIM можно контролировать расходы средств, а также контролировать процесс реализации заложенного бюджета. Технология позволяет просчитать выгоду применения человеко-часов или время использования машин и механизмов, оценить эффективность использования конкретных типов техники. BIM предоставляет информацию обо всех управленческих решениях и изменениях в строительстве в реальном времени. В процессе строительства заказчик осуществляет контроль над дополнением модели, а проектировщик осуществляет авторский надзор.

Помимо инноваций в проектировании разрабатываются технологии для непосредственного строительного процесса. Одной из таких технологий является подъемник-паук Palazzani Ragno TZ 330.

Самоходный коленчатый подъемник-паук Palazzani TZ330 с максимальной рабочей высотой 32 м, горизонтальным вылетом стрелы 16,5 м и грузоподъемностью до 250 кг имеет небольшой вес (6 700 кг) и компактные габаритные размеры (длина – 6,9 м, ширина – 1,1 м, высота – 2,1 м).

Palazzani TZ330 отличается от аналогичных моделей конструкцией коленчатой стрелы, которая состоит из пантографной и телескопической секции. Внутри неё проложены гидравлическая и электрическая линии.



Подъёмник имеет 4 скоростных режима и развивает максимальную скорость 3,3 км/ч. Опоры расставляются в автоматическом режиме в нескольких позициях.

#### Список литературы

1. Вим-технологии / Е.Н. Рыбин, С.К. Амбарян, В.В. Аносов [и др.] // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2019. – Т. 9. – № 1 (28). – С. 98-105. – EDN HLTTRU.
2. Polymer materials in concrete technology / Y.A. Schepochkina, A.A. Orekhovskaya, D.N. Klyosov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042045. – DOI 10.1088/1755-1315/981/4/042045. – EDN BSVPUF.
3. Аграрная экономика глазами молодого специалиста : Материалы международной онлайн-конференции, Майский, 15 апреля 2022 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 149 с. – EDN HJLDZZ.
4. Моисеенко, Н.А. Инновационные технологии в строительстве / Н.А. Моисеенко, Р.Р. Нигматуллина // Современные тенденции развития инвестиционного потенциала в России : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 27–28 марта 2019 года / Государственный университет управления. – Москва : Государственный университет управления, 2019. – С. 115-120. – EDN QZATGZ.
5. Современные проблемы экономики АПК и их решение : Материалы IV Национальной конференции, Белгород, 15 октября 2021 года. – Белгород : Литературный караван, 2021. – 415 с. – ISBN 978-5-6044545-8-9. – EDN XSYXSQ.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

<i>Абраменко Д.С., Вендин С.В.</i> ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТЕНКИ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЕГО ВНУТРЕННЕМ ОБЪЕМЕ.....	2
<i>Андреев А.Е., Вендин С.В.</i> БИОГАЗОВЫЙ РЕАКТОР СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	4
<i>Анпилов Б.Д., Вольвак С.Ф.</i> ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В САХАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	6
<i>Афанасьев А.А., Вендин С.В.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОПОРШНЕВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.....	7
<i>Банченко М.С., Китаёва О.В.</i> ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ.....	9
<i>Бекетов Е.С., Вендин С.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОАЭРОЗОЛЕЙ ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	11
<i>Богомолов С.С., Вендин С.В.</i> СВЕТОДИОДНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА.....	13
<i>Бондаренко А.А., Вендин С.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКТЕРИЦИДНЫХ РЕЦИРКУЛЯТОРОВ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	15
<i>Борцов Н.С., Григорьян И.С.</i> ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЛИ УСТРОЙСТВО ПЛАВНОГО ПУСКА.....	17
<i>Бредихин В.Л., Вендин С.В.</i> СПОСОБ СВЧ ДЕЗИНСЕКЦИИ СЕМЯН.....	18
<i>Васильев В.Ю., Титов Е.В.</i> АНАЛИЗ ПРЕДПОСЫЛОК РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В АПК РОССИИ.....	20
<i>Васильев В.Ю., Титов Е.В.</i> ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗВИТИЯ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В АПК.....	22
<i>Васильченко Я.В., Вендин С.В.</i> СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ ПРОВОДОВ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	24
<i>Волегов Р.Д., Мануйленко А.Н.</i> СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ВОДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	26
<i>Воронкин Е.Ю., Соловьёв С.В.</i> ВОПРОСЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ.....	28
<i>Гафуров О.С., Вендин С.В.</i> ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА НА ВЕЛИЧИНУ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОТЫ.....	30
<i>Голиусов А.И., Страхов В.Ю.</i> ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ.....	32
<i>Гонтарь А.В., Китаева О.В.</i> СВЧ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ КОМБИКОРМОВ.....	33
<i>Громенко Р.А., Григорьян И.С.</i> ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.....	35
<i>Демидов Т.О., Вендин С.В.</i> СПОСОБ ПРЕДПОСЕВНОЙ СВЧ ОБРАБОТКИ СЕМЯН.....	36

<i>Дерекуленко А.Ю., Щербатюк М.В.</i> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ В ПТИЧНИКЕ.....	38
<i>Диль С.А., Вольвак С.Ф.</i> ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА.....	39
<i>Дмитриев Е.Н., Григорьян И.С.</i> БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАБОТЕ С СУХИМИ ТРАНСФОРМАТОРАМИ.....	40
<i>Евсюков М.И., Богомолов С.С.</i> РАЗВИТИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	41
<i>Елкин С.А., Вендин С.В.</i> УПРАВЛЕНИЕ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕМ В СЕТЯХ 6-10 КВ.....	43
<i>Жидович А.А., Кот В.К., Олейников Д.А., Збродыга В.М., Зеленкевич А.И.</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ АПК.....	45
<i>Заболотный В.Н., Вендин С.В.</i> УСТАНОВКА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ УФ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ.....	47
<i>Забродин О.В., Вендин С.В.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ СВЧ ОБРАБОТКИ СЕМЯН.....	49
<i>Завгородний Д.И., Щербатюк М.В.</i> ВЫБОР МЕТОДА СУШКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ.....	51
<i>Иванова Ю.И., Вендин С.В.</i> СВЧ СУШИЛКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	53
<i>Инструнин С.И., Вендин С.В.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЧ ОБРАБОТКИ КОРМОВ.....	55
<i>Инишин А.Е., Шахбазян Р.В.</i> ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДЛЯ СТЕНДА ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ.....	57
<i>Кальницкий К.О., Вольвак С.Ф.</i> ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ЗЕРНА.....	58
<i>Колесник В.В., Страхов В.Ю.</i> БАКТЕРИЦИДНЫЕ ОБЛУЧАТЕЛИ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ.....	59
<i>Котелевский Ю.В., Страхов В.Ю.</i> ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНЫЕ УСТАНОВКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	60
<i>Котелевский С.А., Шахбазян Р.В.</i> СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩЕ...61	61
<i>Котельников А.С., Шахбазян Р.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФИЛЬТРОВОЙ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ОТ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕТИ.....	62
<i>Криволапов А.В., Яковлев А.О.</i> УПРАВЛЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ.....	63
<i>Кривошеева А.П., Нефедов С.Ф.</i> ВЛИЯНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА МОЩНОСТЬ ВЕТРОКОЛЕСА.....	65
<i>Кузьменко Р.Ю., Малахов А.Н.</i> СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ...67	67
<i>Кузьменко Р.Ю., Григорьян И.С.</i> ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФРАКРАСНЫХ ТЕРМОМЕТРОВ.....	69
<i>Кураков И.А., Страхов В.Ю.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ.....	70
<i>Курило А.С., Вольвак С.Ф.</i> К СОЗДАНИЮ ОПТИМАЛЬНОГО МИКРОКЛИМАТА В ПТИЦЕВОДСТВЕ.....	71
<i>Лебедев В.И., Вольвак С.Ф.</i> УПРАВЛЕНИЕ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ.....	72

<b>Лебедев П.Д., Вендин С.В.</b> ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЕГО ВНУТРЕННЕМ ОБЪЕМЕ.....	73
<b>Литвиненко Е.А., Ульянов Ю.Н.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ.....	75
<b>Лукинов Д.А., Страхов В.Ю.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНКУБАТОРОМ.....	76
<b>Лукьянченко А.М., Вендин С.В.</b> СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ В ЭЛЕКТРОПИТАЮЩЕЙ СЕТИ.....	77
<b>Макаренко О.А., Вендин С.В.</b> УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЧ ОБРАБОТКИ СЕМЯН.....	79
<b>Мануйленко А.Н., Вендин С.В.</b> АВТОНОМНЫЙ МОДУЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОЗОНАТОРА ВОЗДУХА ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ.....	81
<b>Мануйленко Р.Н., Мануйленко А.Н.</b> СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ.....	83
<b>Маслов С.С., Богомолов С.С.</b> ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ЛИТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	85
<b>Матрошилов Н.П., Вендин С.В.</b> КОНСТРУКЦИИ БЕЗЛОПАСТНЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ.....	87
<b>Мирошниченко Д.Н., Мануйленко А.Н.</b> ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА В АПК.....	89
<b>Михайленко А.Д., Вендин С.В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОИОНИЗАЦИИ ВОЗДУХА В ПТИЧНИКЕ.....	91
<b>Никулин А.А., Мануйленко А.Н.</b> СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В АПК.....	93
<b>Овчаренко А.А., Килин С.В.</b> СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....	95
<b>Оганисян А.А., Ульянов Ю.Н.</b> ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	97
<b>Оксаниченко А.А., Вендин С.В.</b> ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТЕНКИ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЕГО ВНУТРЕННЕМ ОБЪЕМЕ.....	98
<b>Павлова Ю.А., Вендин С.В.</b> УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЧ ДЕЗИНФЕКЦИИ СЕМЯН.....	100
<b>Панов В.С., Водолазская Н.В.</b> ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....	102
<b>Переверзев В.А., Вендин С.В.</b> СВЧ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЕ.....	104
<b>Половнев Г.К., Вендин С.В.</b> УПРАВЛЕНИЕ ЗАРЯДКОЙ АККУМУЛЯТОРОВ ВЕТРО-СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ....	106
<b>Рыжков А.С., Вендин С.В.</b> СПОСОБ СВЧ ОБРАБОТКИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	108
<b>Ряшинов А.А., Вендин С.В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ УФ-ОБЛУЧЕНИЯ В ПТИЧНИКАХ.....	110
<b>Савельев А.А., Страхов В.Ю.</b> КОМБИНИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРООБОГРЕВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ.....	112
<b>Савин О.В., Вендин С.В.</b> УПРАВЛЕНИЕ МИКРОКЛИМАТОМ В ПТИЧНИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА SIMENS LOGO 8.....	113
<b>Свищев Д.А., Вендин С.В.</b> УПРАВЛЕНИЕ ИК-СУШКОЙ ЗЕРНА.....	115

<b>Северинов Я.М., Килин С.В.</b> СИЛОВЫЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ КАБЕЛИ.....	117
<b>Скобенко Е.П., Вольвак С.Ф.</b> ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.....	119
<b>Соловцов А.С., Марченко И.В.</b> МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	120
<b>Стеба И.П., Вольвак С.Ф.</b> ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА.....	122
<b>Стеба И.П., Вольвак С.Ф.</b> СОЛНЕЧНЫЕ ОКНА.....	123
<b>Страхов В.Ю., Вендин С.В.</b> РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН УФ-ИЗЛУЧЕНИЕМ ПЕРЕД ПОСЕВОМ.....	124
<b>Сухомлинова Е.В., Водолазская Н.В.</b> О НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	126
<b>Ткаченко Д.А., Компанец Б.С.</b> АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	128
<b>Треглазова А.А., Вендин С.В.</b> УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЧ ДЕЗИНСЕКЦИИ СЕМЯН.....	130
<b>Трифонов И.С., Мануйленко А.Н.</b> ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК.....	132
<b>Ушаков И.Е., Мануйленко А.Н.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОРЕАКТОРОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	134
<b>Филютин Д.С., Шахбазян Р.В.</b> ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА.....	136
<b>Фоменко Д.А., Щербатюк М.В.</b> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОГО ПУНКТА.....	137
<b>Хойла К.А., Малахов А.Н.</b> ГЕЛИОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ.....	139
<b>Чижов А.Ю., Гусева М.В.</b> МЕХАНИЗАЦИЯ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ, ЕЁ КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗИРОВАННАЯ РАЗРАБОТКА В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ ПРОФЕССИИ ЭЛЕКТРОМОНТЁР ПО РЕМОНТУ И ОБСЛУЖИВАНИЮ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	140
<b>Шаламаева Д.С., Вендин С.В.</b> СПОСОБЫ СВЧ ОБРАБОТКИ СЛОЯ СЕМЯН.....	141
<b>Шутков К.Н., Ульяновцев Ю.Н.</b> БЕСКОНТАКТНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ МНОГОСКОРОСТНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА ПТИЧНИКА.....	143

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АГРОБИЗНЕСЕ

<b>Астапов Д.А., Мачкарин А.В.</b> ДИСКОВАЯ БОРОНА БДМ-6х4.....	144
<b>Байрамов Р.З., Саенко Ю.В.</b> КОНВЕЙЕРНАЯ СУШИЛКА ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА.....	146
<b>Бондаренко Т.В., Воскобойников И.С.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НА ПТИЦЕФАБРИКАХ.....	148

<b>Боровец И.Е., Минасян А.Г.</b> ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ МАТЕРИАЛА ПРУЖИНЫ РАСТЯЖЕНИЯ.....	149
<b>Бурмистров Д.А., Бахарев Д.Н.</b> СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ НА ЭТАПЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ РАЗРАБОТКИ.....	150
<b>Василенко Р.Р., Слободюк А.П.</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ШАССИ ПРЕДПОСЕВНОГО КУЛЬТИВАТОРА UNIA VIKING 5,3.....	152
<b>Васильченко Я.В., Колесников А.С.</b> ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОГО КОНЦЕНТРАТА НА ОСНОВЕ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ.....	154
<b>Воскобойников И.С., Кабелянц П.С.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ СВИНОВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ ANDROID-ПРИЛОЖЕНИЙ.....	156
<b>Гаврилин И.В., Чехунов О.А.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОСМЕСИ В МОБИЛЬНЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯХ-СМЕСИТЕЛЯХ РАЗДАТЧИКАХ КОРМОВ.....	158
<b>Григорьев И.С., Бахарев Д.Н.</b> КОНСТРУКЦИЯ МОБИЛЬНОЙ САПЕТКИ ДЛЯ ПОЧАТКОВ СЕМЕННОЙ КУКУРУЗЫ.....	160
<b>Гросул М.Р., Наследников Г.А.</b> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ.....	162
<b>Доманов В.И., Рыжков А.В.</b> СЕКЦИЯ ДИСКОВОГО ЛУЩИЛЬНИКА.....	163
<b>Ермоленко Н.С., Чехунов О.А.</b> РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОУПРАВЛЯЕМОГО ПУЛЬСАТОРА.....	165
<b>Борозенцев В.И., Жерновой М.Е., Жерновой Д.Е.</b> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ СЫПУЧИХ КОНСЕРВАНТОВ ДЛЯ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА.....	167
<b>Жерновой М.Е., Борозенцев В.И., Жерновой Д.Е.</b> АНАЛИЗ КАТУШЕЧНЫХ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ.....	169
<b>Жерновой М.Е., Борозенцев В.И., Жерновой Д.Е.</b> АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ.....	171
<b>Заикин Д.В., Слободюк А.П.</b> ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО ОРГАНА.....	172
<b>Захаров А.И., Минасян А.Г.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВАЛКОВЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ.....	174
<b>Захаров А.И., Колесников А.С.</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СУШИЛКИ ДЛЯ КОРМОВОГО КОНЦЕНТРАТА.....	176
<b>Кандауров Я.В., Слободюк А.П.</b> РАЗРАБОТКА МИНИ-ТРАКТОРА НА БАЗЕ МОТОБЛОКА.....	178
<b>Козлов И.А., Бахарев Д.Н.</b> МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ЗЕРНА ОТ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ОТРАСЛИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЕМЕНОВОДСТВА КУКУРУЗЫ.....	180
<b>Константинов В.И., Бахарев Д.Н.</b> ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АКСИАЛЬНО-РОТОРНЫХ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ....	182
<b>Китаева О.В., Бабешко Ю.С.</b> ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА.....	184
<b>Кузубов А.В., Мачкарин А.В.</b> NO-TILL ТЕХНОЛОГИЯ.....	186
<b>Кунаш М.В., Мельнов А.И., Свидович А.Ч., Мицкевич Я.Я., Белохвостов Г.И.</b> О ВЛИЯНИИ ШУМА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ИННОВАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	188
<b>Лазарев К.Г., Мартынов Е.А.</b> АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ДОЕНИЯ КОРОВ.....	190

<i>Лобынцев П.А., Саенко Ю.В.</i> СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА.....	192
<i>Лукашевич Д.Ю., Саенко Ю.В.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ В КОРМ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА.....	194
<i>Лукашевич Д.Ю., Казаков К.В.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАШИНЫ ДЛЯ СБОРА ФРУКТОВ.....	196
<i>Лукашевич Д.Ю., Казаков К.В.</i> ЛИНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ДОБАВОК.....	198
<i>Макаренко А.А., Макаренко А.Н.</i> РОБОТИЗИРОВАННОЕ УДАЛЕНИЕ СОРНЯКОВ.....	200
<i>Марков В.А., Колесников А.С.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА.....	202
<i>Маслов А.А., Колесников А.С.</i> АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ.....	204
<i>Саенко Ю.В., Никулин Д.Ю.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА ПРФ-145.....	206
<i>Нитаев С.А., Борозенцев В.И.</i> К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКЦИИ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ.....	208
<i>Пахомов И.С., Казаков К.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА.....	210
<i>Переверзев И.В., Чехунов О.А.</i> АЭРАЦИЯ ЗЕРНА В ЗЕРНОСКЛАДАХ.....	212
<i>Перепелица А.В., Асыка А.В.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОИЛЬНЫХ СТАКАНОВ.....	214
<i>Пунько А.И., Остриков В.В.</i> АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ТРАВЯНЫХ КОРМОВ.....	216
<i>Савельев Е.А., Сахнов А.В.</i> АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР.....	218
<i>Савельев Е.А., Сахнов А.В.</i> АНАЛИЗ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ СЕЯЛОК ТОЧНОГО ВЫСЕВА.....	219
<i>Савельев Е.А., Сахнов А.В.</i> ОБЗОР ПОСЕВНЫХ УСТРОЙСТВ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР.....	220
<i>Савельев Е.А., Сахнов А.В.</i> ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА.....	221
<i>Савельев Е.А., Сахнов А.В.</i> ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР.....	222
<i>Самограй Д.В., Чехунов О.А.</i> ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.....	223
<i>Сидельников Е.Г., Слободюк А.П.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	225
<i>Слетин А.П., Рыжков А.В.</i> КУЛЬТИВАТОР ПОЛОСОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.....	227
<i>Стрельцов П.Д., Саенко Ю.В.</i> СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СКАРМЛИВАНИЮ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА.....	229
<i>Стрельцов П.Д., Мартынов Е.А.</i> ОЗОНАТОР-ТРАНСПОРТИРОВЩИК ЗЕРНА.....	231
<i>Тимохин М.Г., Колесников А.С.</i> ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ СУШИЛКИ ДЛЯ КОМБИКОРМОВ.....	233
<i>Трофимов Р.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРАБАНЫХ И ШНЕКОВЫХ ДОЗАТОРОВ В КОНСТРУКЦИЯХ КОРМОРАЗДАТЧИКОВ ВЛАЖНОГО КОРМА.....	235

<i>Ульянцев А.В., Водолазская Н.В.</i>	
ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ..	237
<i>Чеботаев В.А., Мартынов Е.А.</i>	
АДАПТИВНЫЙ МАНИПУЛЯТОР ДОЕНИЯ.....	239
<i>Широков М.С., Саенко Ю.В.</i>	
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ.....	241
<i>Шузайо З.Т., Борозенцев В.И.</i>	
К МОДЕРНИЗАЦИИ АВТОМАТА ДОЕНИЯ НА ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ УДМ-12 «ЕЛОЧКА»..	243

## ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

<i>Арефьев В.А., Терентьев О.В.</i>	
ПНЕВМОАБРАЗИВНАЯ ОЧИСТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	245
<i>Ашурбеков Р.Ш., Бережная И.Ш.</i>	
АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	247
<i>Бабошин А.В., Бондарев А.В.</i>	
РАЗРАБОТКА ПРИЖИМНОГО УСТРОЙСТВА.....	249
<i>Бабошин А.В., Бондарев А.В.</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАПЛАВКИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	250
<i>Бабошин А.В., Сахнов А.В.</i>	
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕМОНТА ОТВЕРСТИЯ ВИЛКИ ПЕРЕДНЕЙ ОСИ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА.....	251
<i>Безшапочный В.С., Бондарев А.В.</i>	
СПОСОБ РЕМОНТА РАЗЪЕМНЫМ ГОФРИРОВАННЫМ ЧЕХЛОМ.....	252
<i>Боймирзоев Д.Р., Бондарев А.В.</i>	
РАЗЪЕМНЫЙ ЗАЩИТНЫЙ ЧЕХОЛ.....	254
<i>Бородин И.В., Слободюк А.П.</i>	
РАЗРАБОТКА РЕМОНТОПРИГОДНОЙ КОНСТРУКЦИИ БАЛАНСИРА ОПОРНЫХ КОЛЕС ПРЕДПОСЕВНОГО КУЛЬТИВАТОРА UNIA VIKING 5,3.....	256
<i>Бородин И.В., Водолазская Н.В.</i>	
СПЕЦИФИКА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	258
<i>Вергун В.И., Тимашов Е.П.</i>	
РАСЧЕТ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПОДШИПНИКИ НА ВТОРИЧНОМ И ПРОМЕЖУТОЧНОМ ВАЛАХ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ 5511.....	260
<i>Вергун В.И., Тимашов Е.П.</i>	
РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ ТРЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ НА ВТОРИЧНОМ И ПРОМЕЖУТОЧНОМ ВАЛАХ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ 5511.....	261
<i>Вергун В.И., Тимашов Е.П.</i>	
СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОПОРНЫХ УЗЛОВ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ 5511 ПО ТРУДОЕМКОСТИ.....	262
<i>Верченко Е.А., Новицкий А.С.</i>	
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ.....	263
<i>Верченко Е.А., Новицкий А.С.</i>	
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ.....	264
<i>Стребков С.В., Высочин Д.В.</i>	
КОМБИНИРОВАНИЕ СПОСОБОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ МАШИН...	266
<i>Горбачев Р.М., Минасян А.Г.</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ ВЯЗКИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	268
<i>Демьяненко В.В., Бондарев А.В.</i>	
О НАПЛАВКЕ ГОЛОВОК БЛОКА ЦИЛИНДРОВ.....	270
<i>Демьяненко В.В., Сахнов А.В.</i>	
УСТРАНЕНИЕ ТРЕЩИН ГОЛОВОК БЛОКА ЦИЛИНДРОВ.....	271



<b>Демьяненко В.В., Сахнов А.В.</b> СПОСОБ РЕМОНТА КЛАПАННЫХ ГНЕЗД.....	272
<b>Добрицкий А.А., Казаков Д.Г.</b> ПЕРЕДВИЖНОЙ АППАРАТ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ НАРУЖНОЙ МОЙКИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ.....	273
<b>Добрицкий А.А., Карпенко М.Э.</b> УСТАНОВКА СБОРА ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ ДЛЯ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	275
<b>Добрицкий А.А., Гуденко М.В.</b> ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ПРОМЫВКИ МАСЛЯНЫХ КАНАЛОВ И МОЙКИ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ.....	277
<b>Евсеев А.А., Пастухов А.Г.</b> ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ И СОСТОЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В ООО «РУСАГРО-ИНВЕСТ» ВОЛОКОНОВСКОГО РАЙОНА.....	279
<b>Егошин П.О., Агафонова Е.В.</b> СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ НОЖЕЙ БАРАБАННЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ.....	281
<b>Жуков С.В., Ковалев С.В.</b> СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП.....	283
<b>Кадин И.Н., Бондарев А.В.</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ НОЖЕЙ КОРМОСМЕСИТЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ.....	285
<b>Кандауров Я.В., Минасян А.Г.</b> ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....	287
<b>Коленченко Д.В., Бондарев А.В.</b> СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕРАЗБОРНОЙ ШАРОВОЙ ОПОРЫ.....	289
<b>Колмыков В.А., Ковалев С.В.</b> ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ НАПЛАВКОЙ ПОРОШКОВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ..	290
<b>Копылова В.А., Тимашов Е.П.</b> МАТЕРИАЛЫ ПРИВОДНЫХ РЕМНЕЙ.....	291
<b>Копылова В.А., Тимашов Е.П.</b> ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ.....	292
<b>Макаренко М.М., Соловьев Е.С.</b> ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ МАШИН.....	294
<b>Михайлусенко А.В., Соловьев Е.В.</b> ДЕФЕКТАЦИЯ И КОНТРОЛЬ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ.....	295
<b>Михайлусенко А.В., Сахнов А.В.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ БАЗЫ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	296
<b>Михайлусенко А.В., Бондарев А.В.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ.....	298
<b>Овсянников Т.Ю., Пастухов А.Г.</b> ВИДЫ РАЗРУШЕНИЙ МАТЕРИАЛОВ ДЕТАЛЕЙ.....	300
<b>Олтайзиев Б.А., Соловьев Е.В.</b> ФИКСАЦИЯ СТРЕЛЬЧАТОЙ ЛАПЫ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ.....	302
<b>Плют А.С., Бондарев А.В.</b> МОЙКА И ОЧИСТКА МАШИН.....	303
<b>Плют А.С., Бондарев А.В.</b> АНАЛИЗ ИЗНОСНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ВАЛА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА ТИПА МТЗ-80.....	304
<b>Плыгунов А.И., Сахнов А.В.</b> ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ.....	305
<b>Плыгунов А.И., Сахнов А.В.</b> К ОБОСНОВАНИЮ РАЗРАБОТКИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СНЯТИЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ..	306

<b>Плыгунов А.И., Бондарев А.В.</b> СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА ГОЛОВОК БЛОКОВ ЦИЛИНДРОВ.....	307
<b>Погребняк С.А., Новицкий А.С.</b> О СУЛЬФАТАЦИИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ.....	308
<b>Погребняк С.А., Соловьев Е.В.</b> НЕДОСТАТКИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА В АГРОПРЕДПРИЯТИЯХ.....	310
<b>Погребняк С.А., Бондарев А.В.</b> ОЧИСТКА МАШИН ПРИ РЕМОНТЕ.....	312
<b>Попов А.В., Бондарев А.В.</b> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ РУЧНОЙ И ДУГОВОЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ.....	313
<b>Попов В.П., Бондарев А.В.</b> ОКРАСКА МАШИН.....	314
<b>Порицкий А.М., Сахнов А.В.</b> АНАЛИЗ СПОСОБОВ УПРОЧНЕНИЯ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП.....	315
<b>Порицкий А.М., Бондарев А.В.</b> НАПЛАВОЧНОЕ АРМИРОВАНИЕ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА.....	317
<b>Порицкий А.М., Бондарев А.В.</b> ДЕФЕКТЫ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.....	319
<b>Порицкий С.М., Соловьев Е.В.</b> ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ТЕХНИКИ.....	321
<b>Порицкий С.М., Соловьев Е.В.</b> КОНСЕРВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕХНИКИ.....	323
<b>Порицкий В.М., Ковалев С.В.</b> О РАЗРАБОТКЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ НАПЛАВКИ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП.....	325
<b>Порицкий В.М., Ковалев С.В.</b> СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ НА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ.....	327
<b>Порицкий В.М., Соловьев Е.В.</b> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ВИБРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ.....	329
<b>Пузь А.В., Бережная И.Ш.</b> ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОСТИ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОСНАСТКИ НА СТАБИЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ.....	331
<b>Руссин А.Ю., Бережная И.Ш.</b> АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ.....	333
<b>Сокольников Д.С., Пастухов А.Г.</b> ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ.....	335
<b>Терентьев О.В., Терентьев В.В.</b> ОЧИСТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.....	337
<b>Удовидченко М.И., Добрицкий А.А.</b> УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ШНЕКОВОГО ГРАНУЛЯТОРА КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ.....	339
<b>Фандиков А.С., Бондарев А.В.</b> ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН.....	341
<b>Фандиков А.С., Бондарев А.В.</b> К ВОПРОСУ ВЫБОРА СПОСОБА РЕМОНТА МАШИН.....	342
<b>Хихлушка А.В., Бондарев А.В.</b> ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	343
<b>Хихлушка А.В., Сахнов А.В.</b> РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАЗБОРКИ И СБОРКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ.....	344
<b>Хихлушка А.В., Сахнов А.В.</b> ВИДЫ ДЕФЕКТОВ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ Д-240.....	345

<i>Черноиванов Д.Ю., Бережная И.Ш.</i> ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН С ПОМОЩЬЮ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА.....	346
<i>Чертов С.Н., Бондарев А.В.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ НАПЛАВКОЙ И РАСТОЧКОЙ.....	348
<i>Шабарчин Е.Е., Новиков М.А.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И БАЛАНСИРОВКИ РОТОРНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ УБОРОЧНЫХ МАШИН...	349
<i>Шавров Д.В., Соловьев Е.В.</i> ХРАНЕНИЕ ТЕХНИКИ НА ПОДСТАВКАХ.....	351
<i>Якубинский Р.Н., Сахнов А.В.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ ОГНЕВЫХ ДНИЩ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ.....	352

## ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПО)

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

<i>Батлуцкий Н.М., Бондарев А.В.</i> ЗНАЧЕНИЕ ТО, ДИАГНОСТИКИ И РЕМОНТА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ВЫСОКОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ АВТОТРАНСПОРТА.....	354
<i>Белевцев Д.А., Батырев Е.С.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТВАЛОВ ПЛУГА.....	356
<i>Греховодов А.А., Батырев Е.С.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВАЛОВ И ОСЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....	358
<i>Букач М.Г., Жигалов Д.А.</i> ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРМ И КШМ.....	360
<i>Цыпкина И.В., Зволинский Г.И.</i> ГИДРОУСИЛИТЕЛЬ РУЛЯ: ТИПИЧНЫЕ ПОЛОМКИ.....	361
<i>Цыпкина И.В., Калашников В.Ю.</i> СИСТЕМА СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ.....	362
<i>Порицкий В.М., Кудрин Е.С.</i> МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПЕРЕДНИХ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ СТОЕК.....	363
<i>Порицкий В.М., Кудрин Е.С.</i> УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПЕРЕДНИХ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ СТОЕК.....	364
<i>Мордасов М.Е., Порицкий В.М.</i> ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПЕРЕДНЕЙ ПОДВЕСКИ АВТОБУСА ПАЗ.....	365
<i>Мордасов М.Е., Порицкий В.М.</i> ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ РЕМОНТЕ ПЕРЕДНЕЙ ПОДВЕСКИ АВТОБУСА ПАЗ.....	366
<i>Цыпкина И.В., Подгорный К.С.</i> ПОЧЕМУ НЕОБХОДИМО СЛЕДИТЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ АМОРТИЗАТОРОВ.....	367
<i>Цыпкина И.В., Посух К.В.</i> ЗНАЧИМОСТЬ CRM-СИСТЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В АВТОСЕРВИСЕ.....	368
<i>Пузь А.В., Батырев Е.С.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЛЕС СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....	369
<i>Пузь А.В., Батырев Е.С.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛЕВЫХ ДОСОК И ДИСКОВЫХ НОЖЕЙ ПЛУГОВ.....	371
<i>Шевцов Д.В., Батырев Е.С.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕМЕХА ПЛУГА.....	372
<i>Цыпкина И.В., Шутеев А.О.</i> СРЕДСТВА ИКТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ В АВТОСЕРВИСЕ..	374

### МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

<i>Белевцев Д.А., Макаренко А.Н.</i> СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.....	375
----------------------------------------------------------------------	-----

<b>Бородатов К.С., Асыка А.В.</b> К СОЗДАНИЮ АДАПТИВНОГО ДООИЛЬНОГО АППАРАТА С ОДНОКАМЕРНЫМИ ДООИЛЬНЫМИ СТАКАНАМИ.....	376
<b>Винограденко А.С., Асыка А.В.</b> ДИСКОВЫЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЕ ОРУДИЯ.....	378
<b>Греховодов А.А., Мачкарин А.В.</b> УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАЗДАЧИ КОРМОВ.....	379
<b>Саенко Ю.В., Заика И.А.</b> СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА.....	380
<b>Захаров С.Е., Мачкарин А.В.</b> ПРЯМОЙ ПОСЕВ NO-TILL.....	382
<b>Касьянов К.К., Рыжков А.В.</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗЕРНОТУКОВОЙ СЕЯЛКИ ВИТА СЗП-3,6.....	384
<b>Кобзев Д.А., Стенников Н.Д., Казаков К.В.</b> БОРОНА ДИСКОВАЯ СКЛАДНАЯ БДС-4×2П.....	386
<b>Кобзев Д.А., Казаков К.В.</b> ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ШНЕКОВЫЙ ПРЕСС.....	387
<b>Кулабухов А.Ю., Рыжков А.В.</b> КОМБИНИРОВАННЫЙ АГРЕГАТ С АКТИВНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ.....	389
<b>Саенко Ю.В., Полтев Н.А.</b> СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ.....	391
<b>Поляничко В.В., Асыка А.В.</b> КУЛЬТИВАТОР МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ КУКУРУЗЫ.....	393
<b>Посохов М.С., Свилозузов Н.А., Асыка А.В.</b> ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДООИЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	395
<b>Посохов М.С., Асыка А.В.</b> МНОГОСТУПЕНЧАТЫЙ СЕПАРАТОР ЗЕРНА.....	397
<b>Рудаков Е.Я., Трофимов Р.В.</b> ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИЛОСОВАНИЯ.....	399
<b>Масленников Р.А., Трофимов Р.В.</b> СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ В КОНСТРУКЦИИ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА КОМПАНИИ «CLAAS».....	401
<b>Гуторов А.П., Трофимов Р.В.</b> МИНИМАЛЬНАЯ И НУЛЕВАЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЕВА С СЕЯЛКАМИ «ДЕСНА-ПОЛЕСЬЕ».....	403
<b>Отто Е.С., Трофимов Р.В.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ КОМПАНИИ АО «ПЕТЕРБУРГСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ЗАВОД».....	405
<b>Стенников Н.Д., Кобзев Д.А., Казаков К.В.</b> АГРЕГАТ ДИСКО-ЧИЗЕЛЬНЫЙ – АДУ-4Ч.....	407
<b>Стенников Н.Д., Казаков К.В.</b> ПЕРЕВОЗЧИК РУЛОНОВ ПР-18.....	408
<b>Стерлев М.М., Асыка А.В.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ЛУЩИЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ.....	409
<b>Шутенко М.А., Мачкарин А.В.</b> ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА.....	411

#### ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

<b>Мильченко М.Д., Мануйленко А.Н.</b> ОЗОНИРОВАНИЕ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	412
<b>Стерлев Н.А., Богомолов С.С.</b> АКТУАЛЬНОСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ РАСЧЕТА СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ.....	414
<b>Шворак А.Ю., Богомолов С.С.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА.....	416

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

<i>Дорохина И.А., Суходольский А.С.</i> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО УЧЕТУ КРЕДИТНОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ КЛИЕНТОВ ДЛЯ БАНКА.....	418
<i>Дорохина И.А., Кравченко А.Д.</i> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА СОТРУДНИКА БИБЛИОТЕКИ АГРАРНОГО ВУЗА.....	419
<i>Дорохина И.А., Леявин В.В.</i> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	420
<i>Дорохина И.А., Комарцов Е.Е.</i> ДИАГНОСТИКА СРЕДСТВ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	421
<i>Дорохина И.А., Шегицов Р.В.</i> РАЗРАБОТКА МЕР БЕЗОПАСНОСТИ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	422

## СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

<i>Михалев Д.Р.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	423
<b>СОДЕРЖАНИЕ.....</b>	<b>425</b>

Работы публикуются в авторской редакции.  
Редакционная коллегия не несёт ответственности  
за достоверность публикуемой информации.

**Компьютерная вёрстка: Манохин А.А., Воробьёва Т.Ю.**

Подписано в печать                      Уч.- изд.л.  
Усл.печ.л.      Тираж                      экз. Заказ №  
308503, Белгородская область, Белгородский район, пос. Майский  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ