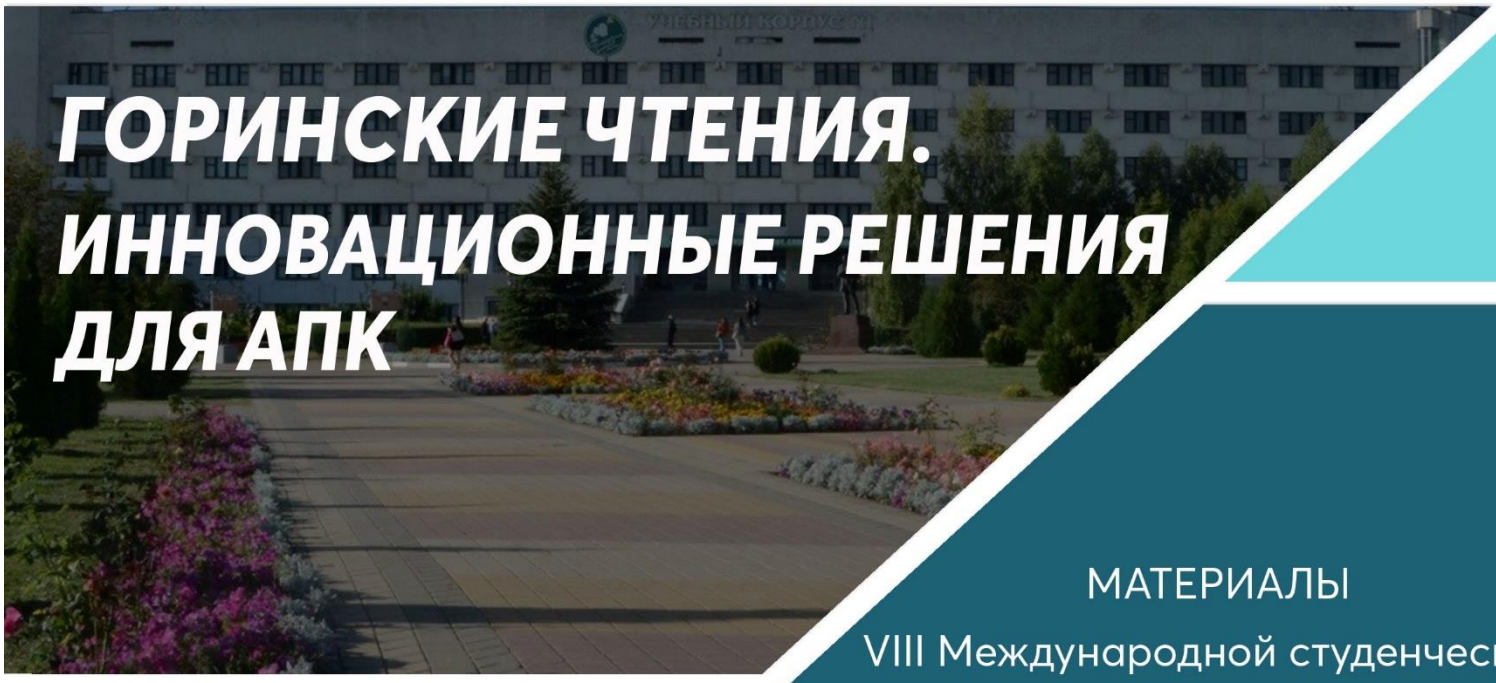
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»



ГОРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АПК

МАТЕРИАЛЫ
VIII Международной студенческой научной конференции

25-26 февраля 2026 г.

Том 8

Майский, 2026

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»

МАТЕРИАЛЫ
VIII Международной студенческой научной конференции
«ГОРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АПК»

25-26 февраля 2026 г.

ТОМ 8

Майский, 2026

УДК 631.3+621.3(063)
ББК 40.7я43
М 34

Материалы VIII Международной студенческой научной конференции **«Горинские чтения. Инновационные решения для АПК»** (25-26 февраля 2026 года) : Т. 8. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2026. – 229 с.

В восьмой том вошли тезисы докладов студентов, аспирантов, молодых ученых по секции: *технические системы в агробизнесе, электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве.*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

С.Н. Алейник (*председатель*),
Е.А. Пархомов (*заместитель председателя*),
А.В. Акинчин, В.В. Дронов, Н.Б. Ордина,
А.Н. Макаренко, О.В. Гончаренко, Г.В. Бражник,
А.В. Мачкарин, А.Н. Малахов,
А.А. Сидоренко, Т.Н. Крисанова, А.А. Манохин

© ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2026

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АГРОБИЗНЕСЕ

УДК 635.615

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ВЫРАЩИВАНИЯ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Ан С.И., Белоусов С.В.
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия

Возделывание бахчевых культур в системе открытого грунта имеет свою агротехнологическую особенность, а именно процесс мульчирования почвы. Обычно для мульчирования почвы под бахчевые используют полимерную прозрачную мульчирующую пленку: такой подход успешно зарекомендовал себя среди бахчеводов и считается наиболее ресурсосберегающим и эффективным [1].

Чтобы обеспечить в полной мере качественное производство продукции необходимо оптимизировать процессы всего выращивания бахчевых [2]. Одним из базовых этапов является качественная укладка мульчирующего материала. Для рационализации данных процессов целесообразно использовать сельскохозяйственную технику, которая обеспечила бы выполнение нескольких операций по мульчированию почвы одновременно, т.е. за один проход, тем самым повысив эффективность полевых работ.

Для мульчирования грядок под высадку семян или рассады бахчевых традиционно используют пленкоукладчики. Данная машина осуществляет укладку мульчирующей пленки посредством выполнения следующих операций одновременно:

– раскатывание пленочного материала;
– натяжение пленочного материала;
– укладка пленочного материала;
– заделка пленки почвой.

При этом для дифференцированного изменения параметров и режимов работы пленкоукладчика рекомендуется конструировать его по следующим критериям:

1. Возможность регулировки ширины рядка/степени раскрытия борозды для укладки пленки;
2. Возможность изменения степени заделки пленки почвой посредством изменения положения заделывающих рабочих органов;
3. Возможность использования пленочного материала с различной шириной бобин;
4. Возможность регулировки глубины формирования борозды;
5. Использование устройств для исключения складывания пленки во время работы машины в так называемую «гармошку»;
6. Наличие маркера для контроля ширины междурядий;
7. Наличие перфоратора пленки для формирования лунок под рассадопосадочный материал.

Для создания необходимого микроклимата для роста растений на ранних этапах развития и прорастания высаженных семян мульчированные грядки укрывают так называемым пленочным туннелем. Данные операции выполняются использованием дугоукладчиков. Но в большинстве хозяйств наиболее рационально укладывание пленочного туннеля вручную: несколько человек натягивают по ходу движения пленочный материал на заранее созданный из металлических или пластиковых дуг каркас, еще несколько человек заделывают (присыпают) края пленочного туннеля также по ходу движения [3].

Исследования показали, что мульчирование почвы при возделывании бахчевых культур в открытом грунте обеспечивает:

– создание микроклимата для роста и развития растений [4];

– препятствование росту сорной растительности;

– удержание влаги в верхних и нижних слоях грунта.

Список литературы

1. Ан С.И. К вопросу возделывания бахчевых и ягодных культур в условиях недостаточной влажности в южных регионах России / С.И. Ан, С.В. Белоусов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 213. – С. 32–43. – DOI 10.21515/1990-4665-213-003. – EDN DHCPAT.

2. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства: Учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции направленность (профиль подготовки: «Биотехнология высокотехнологичных производств») / А.Н. Макаренко, А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 356 с. – EDN MIZQMO.

3. Сметанина Г.М. Опыт по мульчированию почвы старой пленкой / Г.М. Сметанина // Школа и производство. 2010. № 3. – С. 55–56. – EDN LLREHJ.

4. Анализ способов мульчирования / К.Л. Пузевич, В.И. Коцуба, В.В. Пузевич, А.И. Филиппов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. 2021. № 1 (20). – С. 160–166. – EDN AFERXX.

УДК 637.116

К АВТОМАТИЗАЦИИ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ МАШИННОГО ДОЕНИЯ НА ЛИНЕЙНЫХ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Бекетов А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Повышение эффективности молочного скотоводства требует совершенствования технологий и технических средств машинного доения коров.

Известно, что применяемое в настоящее время доильное оборудование не обеспечивает оптимальные условия для формирования у коров максимального продуцирования молока, так как не обеспечивает различные режимы воздействия на молочную железу животных. Как указывают авторы, доильное оборудование должно иметь исполнительный механизм управления, своевременно реагирующий на изменение молокоотдачи как по отдельным долям вымени, так и по вымени в целом [1-3].

Частично эта проблема решена на автоматизированных доильных установка, где заключительные операции машинного доения выполняют автоматы доения, которые позволяют оператору подготовку коровы к доению выполнять в соответствие с зоотехническими требованиями и тем самым возбудить полноценный рефлекс молокоотдачи, позволяющий быстро и полно извлечь как цистернальное, так и альвеолярное молоко из вымени животных.

На сегодняшний день значительная часть коров в России находится на привязной технологии содержания, с доением на линейных доильных установках типа «молокопровод» переносными доильными аппаратами. Поэтому при сложившихся условиях, как отмечает автор, перспективным направлением является автоматизация и роботизация процесса доения коров, что позволит исключить субъективную оценку оператора машинного доения на протекания процесса доения, то есть своевременности проведения машинного додаивания и снятия доильного аппарата с вымени животного, а также значительно снизить заболеваемость вымени коров маститом [4].

В своих трудах Р.Р. Лукманов и др. указывают, что управлять процессом доения в соответствии с особенностями морфофункциональных свойств вымени, должен датчик потока молока, который в зависимости от интенсивности потока молока, формирует информацию, с целью выработки управляющего сигнала к исполняющим механизмам разного назначения [5, 6].

Анализ известных технических решений показал, что в конструкцию различных датчиков, заложены чувствительные элементы, которые реагируют на изменение различных факторов: уровень молока в молочной камере датчика; светопроницаемости потока молока; интенсивность потока молока; веса в накопительной ёмкости; температура молока и др. [5-7].

На основании вышеизложенного для управления переносным манипулятором разработан коллектор, в молочной камере которого расположен поплавок с магнитами, а в его корпусе соосно магнитам расположены герконы.

Молочная камера содержит стакан, установленный по ее центру, с пропускной способностью выполненного в нем калиброванного отверстия 200 мл/мин.

Каждый геркон электрически соединен с электромагнитным и пневмоэлектромагнитным клапаном и с пультом управления, который содержит светодиоды, предназначенные для индикации процесса доения.

В начале доения поплавок в молочной камере находится внизу и под воздействием магнитного поля контакты нижнего геркона замкнуты, но к пневмоэлектромагнитному клапану напряжение не поступает, так как контакты электромагнитного клапана разомкнуты.

С увеличением потока молока более 200 мл/мин поплавок всплывает, вследствие чего верхний магнит своим магнитным полем воздействует на верхний геркон, замыкая его контакты и напряжение поступает в обмотку электромагнитного клапана. При этом его контакты замыкаются, но так как контакты нижнего геркона разомкнуты, то напряжение пневмоэлектромагнитному клапану не поступает. Зажигается синий светодиод, информирующий оператора доения, что управление процессом доения перешло в режим «контроль».

Когда интенсивность молокоотдачи снижается до 200 мл/мин, поплавок занимает нижнее положение, под воздействием магнитного поля контакты нижнего геркона замыкаются. При этом напряжение поступает к красному светодиоду, который загорается и информирует оператора о завершении процесса доения; к пневмоэлектромагнитному клапану замыкается нижний геркон, подавая ток на пневмоэлектромагнитный клапан, который срабатывает и вакуум поступает к исполнительным механизмам, которые отключают доильный аппарат от вакуума и снимают доильные стаканы с вымени животного.

Список литературы

1. Андрианов Е.А., Злобин В.В. К обоснованию устройства для управления работой доильного аппарата // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 3 (30). – С. 29–32.

2. Иванов Ю.Г. Автоматизированный пост доения // Сельский механизатор. 2005. № 2. – С. 34.

3. Ужик В.Ф., Борозенцев В.И. К обоснованию конструктивных параметров автомата доения // XI Международный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных: Казань 2003. – С. 49–54.

4. Теория и расчет адаптивного доильного оборудования для крупного рогатого скота / В.Ф. Ужик, О.В. Китаева, О.А. Чехунов [и др.]. – Москва; Белгород: Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2020. – 520 с. – ISBN 978-5-00129-159-6.

5. А.с. № 1699385 SU, МПК А01 J7/|00. Манипулятор доильной установки / Заявители: В.Ф. Ужик, В.И. Борозенцев, А.В. Бурменко – заявл. 11.12.1989; опубл. 23.12.1991 г. – 9 с. : 7 ил.

6. Мачкарин А.В. Современные технологии в АПК / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Булавина Станислава Антоновича, Майский, 12 ноября 2025 года. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – С. 82–83.

7. Пономарев А.Ф., Ужик В.Ф, Борозенцев В.И., Скляров А.И., Ульянцев Ю.Н. Передвижной манипулятор // Сельский механизатор 2001. № 7. – С. 2–3.

УДК 631.314.1

ШТРИГЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ ДЛЯ СТЕРНЕВОГО КУЛЬТИВАТОРА

Белов С.А., Рыжков А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Технологии минимальной обработки почвы ставят перед аграриями задачи, которые с успехом решают стерневые культиваторы. Простота конструкции, высокая производительность, малая склонность к забиванию растительными остатками, способность легко преодолевать препятствия, возможность обеспечивать поверхностную обработку почвы и другие преимущества делают стерневые культиваторы предпочтительными, а в отдельных случаях единственно возможными для применения [1].

В последнее годы все большее распространение в отечественном сельском хозяйстве получают комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, которые способны за один проход выполнить сразу несколько технологических операций. Аграрии используют такие машины при подготовке полей к севу, а также непосредственно для посева некоторых мелкозернистых культур (например, рапса, различных трав и т.д.). Комбинированные агрегаты позволяют [2]:

- минимизировать уплотнение почвы при проходе по ней тракторов и других сельскохозяйственных машин, задействованных в обработке поля;
- снизить расходы топлива и трудозатраты на обработку гектара площади, повысив тем самым энергоэффективность и продуктивность работы агропредприятия;
- сократить сроки проведения полевых работ, что весьма важно, если погода дает лишь небольшое «окно» для выполнения всех технологических операций.

Комбинированные орудия все шире используются в производстве благодаря широкомасштабному внедрению безотвальной, минимальной почвосберегающей технологии, основанной на мульчирующей системе земледелия. Существующие стойки и лапы комбинированных агрегатов не позволяет эффективно осуществлять выравнивание микрорельефа почвы. В настоящее время, все больше производителей почвообрабатывающих машин используют штригельные модули для измельчения почвенных комков и выравнивания поверхности поля [3].

Применение в обработке почвы культиваторов с пружинными модулями позволяет снизить тяговое сопротивление орудия, лучше производить саоочистку рабочих органов, что является важным аспектом в повышении эффективности возделывания различных сельскохозяйственных культур. В подпружиненных рабочих органах культиваторов заложен широкий потенциал применения в почвообрабатывающей технике. Благодаря таким конструктивным особенностям можно получить необходимый эффект качественной обработки почвы, срезание растительных остатков и распределение их по поверхности поля [4].

Стерневой культиватор включает размещенные в два ряда подпружиненные стойки с культиваторными лапами. Сзади на раме имеется возможность

присоединения модулей различного типа. Мы предлагаем сзади на раме закрепить штригельный модуль для выравнивания почвы и разбивания почвенных комьев.

Чтобы добиться необходимого эффекта качественного выравнивания поверхности почвы и дробления крупных комьев, мы сформировали зубец диаметром 10 мм таким образом, чтобы он постоянно работал с предварительным напряжением. Благодаря двум пружинным виткам зуб «глотает» грубые неровности поля без поломок. 58 зубцов, расположенных в три ряда, дают шаг следа зуба 6 см. В предлагаемой конструкции имеется возможность регулировки угла положения штригельного модуля от 0 до 90 для изменения интенсивности воздействия пружинных зубьев перестановкой в отверстиях крепления зашплинтованных осей.

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. Макаренко А.Н. Обоснование параметров рабочих органов почвообрабатывающих машин с переменными углами рабочих поверхностей / А.Н. Макаренко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 5-3 (10-3). – С. 236–240.

3. Рыжков А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и CAE анализ их рабочих органов / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: Материалы IV Международной научно-практической конференции, Тамбов, 15-17 ноября 2017 года. Том Выпуск 4, Том I. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2017. – С. 191–196.

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.

УДК 631.563.8

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СОЧНЫХ КОРМОВ

Белоусов Н.Ю., Мерецкий С.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Зелёные корма представляют собой надземную массу растений, произрастающих на естественных и улучшенных лугах и пастбищах, а также на сеяных злаковых и бобовых культурах. К этой категории также относятся ботва корнеклубнеплодов и бахчевых культур, а также гидропонный корм. Эти корма характеризуются повышенным содержанием влаги, что делает их важным элементом рациона животных, особенно жвачных.

В годовом кормовом балансе зелёные корма занимают 30-35% по питательности. В летний период их доля может достигать 80-85%, а в некоторых случаях они являются единственным источником питания. Особенно высоким содержанием влаги (75-85%) отличаются зелёные корма в ранние фазы развития растений, что постепенно снижается по мере их вегетации [1].

На содержание влаги в зелёных кормах оказывают значительное влияние климатические факторы, такие как количество осадков и температура воздуха. По энергетической ценности зелёные корма сопоставимы с зерновыми, особенно в ранние фазы развития, где содержание обменной энергии в одном килограмме сухого вещества составляет около 17,0 МДж. Однако с увеличением фазы вегетации в составе зелёных кормов возрастает содержание клетчатки, что приводит к снижению перевариваемости органического вещества и, соответственно, энергетической ценности [2].

Содержание сырого протеина в сухом веществе зелёного корма варьируется в пределах 15-25% и зависит от вида растений, стадии их развития и условий питания. Протеин зелёного корма обладает высокой биологической ценностью, но его содержание снижается по мере роста растений. Эти характеристики делают зелёные корма важным и ценным компонентом в кормовом балансе, особенно для жвачных животных.

Содержание минеральных веществ в зелёных кормах подвержено значительным изменениям. Эти изменения определяются видом и фазой вегетации растений, а также типом почв и условиями агротехники. Высокая биологическая ценность зелёных кормов определяется наличием в них не только полноценного протеина, но и жиро- и водорастворимых витаминов. Зелёные корма являются основным источником каротина для животных. На содержание каротина в зелёных растениях влияют условия агротехники и погодные условия. Каротин легко разрушается под воздействием влаги, солнечного света, кислорода, кислой среды и высокой температуры. Максимальное количество каротина в зелёных растениях накапливается до их цветения. В последующих фазах вегетации растений (цветение, образование семян) содержание каротина резко снижается [3, 4].

Силосование – сложный микробиологический и биохимический процесс консервирования сочной растительной массы, в основе которого находится

процесс молочнокислого брожения. Консервирующим фактором при силосовании кормов служит молочная кислота, образующаяся в результате сбраживания сахаров. Накопление других органических кислот (масляная, пропионовая и др.) в процессе силосования отрицательно сказывается на качестве силоса. Чтобы управлять процессом силосования необходимо заранее знать, хватит ли в силосной массе сахара для подкисления корма до pH = 4,2-4,4 [5].

Для минимизации потерь и повышения качества силоса целесообразно применять различные консерванты, особенно при силосовании бобовых культур, как многолетних, так и однолетних. Эти добавки также эффективны при силосовании высокосахаристых кормов с влажностью более 75%, что позволяет сохранить до 30% исходного сахара и увеличить содержание протеинов в конечном продукте.

Список литературы

1. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства: Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции направленность (профиль подготовки: «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции») / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2023. – 343 с.

2. Мачкарин А.В. Аналитические исследования оборудования для получения однородной массы жидких стоков / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 4 (36). – С. 156–159.

3. Булавин С.А. Агрегат для создания однородной массы навоза в лагуне / С.А. Булавин, А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. № 4 (20). – С. 142–144.

4. Патент № 2460267 С1 Российская Федерация, МПК A01C 3/04. Устройство для создания однородной массы навоза в лагуне: № 2011107087/13: заявл. 24.02.2011: опубл. 10.09.2012 / С.А. Булавин, А.В. Мачкарин, В.А. Ветров, А.Е. Удовенко; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия».

5. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве: Учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 178 с.

УДК 637.116

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ НА УНИВЕРСАЛЬНОЙ ДОИЛЬНОЙ СТАНЦИИ УДС-3Б

Бекетов А.В., Букша Д.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Известно, что, прогрессивная технология содержания животных – беспривязная с доением в доильных залах на автоматизированных доильных установках автоматами доения, которые позволяют исключить ошибки оператора машинного доения, заключающиеся в оценке степени выдоенности животного и своевременности снятия доильного аппарата с вымени.

Исследованиями установлено, что в конце доения вакуум негативно воздействует на не защищённые молоком внутренние ткани сосков вымени коров, и в соответствии с зоотехническими требованиями, продолжительность «сухого доения» доильными аппаратами с рабочим давлением 48 кПа, считается безопасным: в начале доения продолжительность составляет не более 60 с; в конце доения – не более 30 с [1, 2].

Поэтому без автоматизации заключительных операций машинного доения коров эти требования в большинстве случаев практически затруднительно выполнить, так как оператор одновременно обслуживает 3-4 доильных аппарата и, кроме того, продолжительность доения коров различна [3, 4].

Ряд авторов в своих работах утверждают, что автоматизированные доильные установки не обладают существенными преимуществами перед линейными доильными установками. Но в то же время подчеркивают необходимость включения элементов автоматизации и роботизации в управлении процессом машинного доения на всех типах доильных установок [5-7].

Предлагается новая конструкция устройства для доения коров применительно к универсальной доильной станции УДС-3Б-01, которое содержит горизонтально расположенный пневмоцилиндр, прикрепленный к вертикальной стойке, с возможностью перемещения в вертикальной плоскости механизмом регулировки. Стойка крепится к опоре с возможностью проворачивания и соединена тягой с пневмокамерой.

Пневмоцилиндр содержит поршень со штоком, к которому прикреплен держатель с улавливателем доильных стаканов. Доильные стаканы молочными патрубками соединены с коллектором, молочная камера которого молочным шлангом соединена с молокопроводом. В молочной камере расположен поплавок, внутри которого расположены магниты, а в корпусе коллектора соосно им установлены герконы. По центру молочной камеры установлен стакан, в котором выполнено калиброванное отверстие (пропускная способность калиброванного отверстия – 200 мл/мин.).

Пульт управления электрически соединен с источником электрической энергии – 12 В, содержит кнопку включения, светодиоды (красный, зеленый и

синий), электромагнитный и пневмоэлектромагнитный клапаны, которые электрически соединены между собой и соответственно со своим геркон.

Рабочий процесс заключается в следующем. Оператор устанавливает доильные стаканы на вымя животного, затем нажимает кнопку пульта управления, при этом зажигается зеленый светодиод, сигнализирующий, что в цепь управления поступает электрическая энергия.

Молоко поступает в молочную камеру коллектора и далее через калиброванное отверстие в стакане по в молокопровод. С увеличением интенсивности молокоотдачи свыше 200 мл/мин молочная камера заполняется молоком, так как пропускная способность калиброванного отверстия стакана ограничена, то поплавок всплывает, его верхний магнит воздействует на верхний геркон, замыкая его контакты. При замыкании цепи напряжение поступает: к синему светодиоду, который зажигается, указывая, о переходе системы управления процессом доения в режим «контроль».

При уменьшении потока молока поплавок опускается, и при достижении 200 мл/мин, занимает в молочной камере нижнее положение. При этом под воздействием магнитного поля контакты нижнего геркона замыкают электрическую цепь и напряжение поступает: к красному светодиоду, и его свечение информирует оператора доения о завершении процесса доения; к пневмоэлектромагнитному клапану, открывающему доступ вакуума в пневмозажим, который пережимает молочный шланг и доступ вакуума в доильные стаканы прекращается. От клапана пневмозажима вакуум поступает в пневмоцилиндр, и при перемещении поршня с держателем происходит снятие доильных стаканов с вымени. При крайнем положении поршня вакуум поступает в пневмокамеру, которая выводит пневмоцилиндр с держателем и доильными стаканами за пределы доильного станка.

Список литературы

1. Винников И.К., Забродина О.Б. Основные проблемы и концепция модернизации автоматизированных технологий и установок для доения коров // Вестник аграрной науки Дона. 2011. № 4 (16). – С. 25–31.

2. А.с. № 1699385 SU, МПК A01 J7/|00. Манипулятор доильной установки. / Заявители: В.Ф. Ужик, В.И. Борозенцев, А.В. Бурменко – заявл. 11.12.1989; опубл. 23.12.1991 г. – 9 с. : 7 ил.

3. Теория и расчет адаптивного доильного оборудования для крупного рогатого скота / В.Ф. Ужик, О.В. Китаева, О.А. Чехунов [и др.]. – Москва; Белгород: Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2020. – 520 с. – ISBN 978-5-00129-159-6.

4. Ужик В.Ф., Борозенцев В.И. К обоснованию конструктивных параметров автомата доения коров // В сборнике: Инновационные пути развития АПК на современном этапе. Материалы XVI Международной научно-производственной конференции. 2012. – С. 209.

5. Патент № 2842149 C1 Российская Федерация, МПК A01J 5/007, A01J 7/00. Манипулятор доения коров: заявл. 11.12.2024: опубл. 23.06.2025 / В.И. Борозенцев, А.В. Бекетов, К.В. Казаков, А.В. Мачкарин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

6. Ужик В.Ф., Борозенцев В.И. К обоснованию конструктивных параметров автомата доения // XI Международный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных. – Казань, 2003. – С. 49–54.

7. Оценка износа рабочей поверхности плунжера гомогенизатора молока / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, И.Ш. Бережная, Е.М. Жуков // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 124, № 1. – С. 130–137. – EDN WTHXZX.

УДК 636.086.5

СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ НА ФРАКЦИИ ЖИДКОГО БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

Бибик Л.А., Саенко Ю.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время на территории Белгородской области содержатся свыше четырёх с половиной миллионов голов свиней без подстилки, поэтому объёмы получаемого жидкого навоза довольно большие [1].

Использование навоза в качестве удобрения сельскохозяйственных культур является большим резервом повышения плодородия почв и укрепления кормовой базы животноводства.

Однако неумелое использование навоза на полях может привести к загрязнению почвы и окружающей среды.

Проблема утилизации бесподстилочного навоза имеет народнохозяйственную значимость и особенно актуальна в настоящее время, характеризующееся концентрацией животноводства на крупных комплексах [1, 2].

Использование бесподстилочного навоза и его обработка в растениеводстве осуществляется тремя основными технологиями:

- транспортировка и распределение жидкого навоза специальными цистернами-разбрасывателями;
- разделение навоза на жидкую и твердую фракции, подача жидкой фракции в оросительную сеть, вывоз твердой фракции на поля мобильным транспортом;
- приготовление торфонавозных, соломистых и других компостов.

Выбор технологии определяется многими факторами, такими как поголовье животных, наличие достаточного количества сельскохозяйственных угодий для полной утилизации навоза, почвенно-климатические и организационно-хозяйственные условия и др.

Для разделения жидкого навоза используют естественный, механический и термический способы. При естественном способе разделения выделение твердых частиц происходит за счет силы тяжести и разности плотностей жидкой и твердой фракций в отстойниках, бункере-накопителе или контейнере [3, 4].

Удаление жидкой фракции дренированием или фильтрованием при механическом способе осуществляется за счет центробежных сил, вибрации, сил тяжести – в гидроциклонах, осадительных и фильтрующих центрифугах, виброгрохотах, вибросите и дуговом сите.

В фильтр-прессах, ленточных фильтрах используют избыточное давление или вакуум. При термическом способе удаление влаги из жидкого навоза происходит в сушилках за счет перепада давлений парциального и водяного пара.

Для естественного разделения навоза влажностью более 90% применяют горизонтальные, вертикальные и радиальные отстойники [5, 6].

Наиболее простой способ разделения навоза на фракции – это естественное разделение. Работает система так: вертикальные отстойники наполняют навозом

и оставляют на несколько дней отстаиваться. В процессе отстаивания твёрдая фракция опускается вниз на дно, где её вычищают. Необходимо отметить, что навоз не может быть разделен на фракции естественным способом, если его начальная влажность составляет до девяносто процентов. Нужно упомянуть, что пропускная способность отстойников небольшая, поэтому строят большие по объёму резервуары.

Полученная после разделения навоза жидкая фракция удаляется через открытые заслонки. После разделения навоза влажность жидкой фракции составляет семьдесят, семьдесят пять процентов. Твёрдая фракция навоза поступает на площадки для сушки. После предварительной подсушки массы на площадках она готова к приготовлению компоста [3, 4].

Чтобы увеличить скорость разделения навоза, применяют средства механизации. Предварительный процесс разделения навоза на фракции выполняют сепарацией, дренированием, применяя вибрацию. Необходимо отметить, что, выполняя грубое разделение навоза на фракции, получаем высокую влажность твёрдой фракции, поэтому необходимо использовать средства дополнительного разделения, например, с помощью шнекового пресс-фильтра. В качестве средств разделения навоза можно использовать виброгрохоты.

Список литературы

1. Коваленко В.П. Механизация обработки бесподстилочного навоза [Текст] / В.П. Коваленко. – М. : Колос, 1984. – 352 с.

2. Капустин В.П. Обоснование способов и средств переработки жидкого навоза [Текст] / В.П. Капустин. – Тамбов : ТГТУ, 2002. – 80 с.

3. Фролов В.Ю. Комплексная механизация свиноводства и птицеводства [Текст] / В.Ю. Фролов, В.П. Коваленко, Д.П. Сысоев. – СПб : Лань, 2016. – 176 с.

4. Коба В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства [Текст] / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М. : Колос, 1999. – 526 с.

5. Практикум по сельскохозяйственным машинам [Текст] / Алейник С.Н., Рыжков А.В., Мачкарин А.В., Казаков К.В., Макаренко А.Н., Чехунов О.В., Саенко Ю.В., Мартынов Е.А. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – 550 с.

6. Машины и оборудование в животноводстве [Текст] / Саенко Ю.В., Чехунов О.А., Макаренко А.Н., Казаков К.В., Рыжков А.В., Мачкарин А.В., Мартынов Е.А. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. –163 с.

УДК 637.116

АДАПТИВНЫЙ ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ

Борзых Д.И., Скляров А.И.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

На молочную продуктивность животных и заболеваемость вымени их маститом влияют различные факторы, в том числе и применяемое в настоящее время доильное оборудование.

Установлено, что оператор доения в силу различных причин, нередко допускает отклонения от технологии машинного доения, сокращая время на подготовку вымени к доению до 15-20 с, и тем самым не в полной мере стимулирует выработку окситоцина, из-за чего альвеолярное молоко частично остается в долях, что снижает молочную продуктивности животных до 30% [1].

Известно, что одной из причин заболевания коров маститом является несвоевременность отключения и снятия доильных стаканов с сосков вымени, которое приводит к снижению годового удоя на 10-12% [2-4].

В своих трудах многие ученые на основании своих исследований указывают, что эффективность машинного доения напрямую зависит от использования современных доильных аппаратов, способные автоматически адаптировать режимы доения (уровень разряжения, частоту пульсаций, соотношение тактов) под интенсивность молокоотдачи конкретной коровы, как по долям вымени, так и по вымени в целом. Применение таких доильных аппаратов влияет не только на повышение молочную продуктивность животных, но и защиту здоровья вымени, а также на увеличение продолжительность лактации и эксплуатации, то есть на реализацию их биологических ресурсов и др. [1, 5-7].

Нами предлагается новая конструкция адаптивного доильного аппарата, который состоит из и коллектора, содержащего поплавковую камеру, которая соединена с подсосковыми камерами и отделена мембраной от камеры управления и содержит поплавок с магнитом. По центру поплавковой камеры установлен шток, образующий с мембраной калиброванную щель. Поплавок содержит иглу, которая образует с дном поплавковой камеры кольцевое отверстие, через которое поступает молоко в молокосборную камеру. Молокосборная камера соединена с молопроводом и посредством четырех сливных отверстий и кольцевого канала с поплавковой камерой.

Камера управления калиброванным каналом сообщена с камерой постоянного вакуума и калиброванным отверстием с атмосферным воздухом. К наружной стороне поплавковой камеры прикреплены два геркона. Нижний геркон электрически соединен с электромагнитным клапаном и пультом управления, к которому электрически соединен верхний геркон. Пульт управления соединен с источником электрической энергии (12 В) и содержит светодиоды, информирующие оператора о протекании процесса доения.

Каждый доильный стакан содержит регулятор вакуума, предназначенный для изменения вакуума в межстенной камере в соответствие с величиной вакуума в подсосковой камере доильного стакана.

В начале доения поплавок находится в нижнем положении и его магнит воздействует на нижний геркон, который замыкает электрическую цепь и электромагнитный клапан открывает калиброванной отверстие, через которое атмосферный воздуха поступает в камеру управления и в ней устанавливается низкий вакуум – 33 кПа. Мембрана в результате разности давлений прогибается, уменьшая кольцевую щель, и тем самым ограничивает поступление разряжения в подсосковые камеры. Из подсосковых камер низкий вакуум поступает в камеры управления регуляторов вакуума доильных стаканов. В результате чего в подсосковых и межстенных камерах доильных стаканов устанавливается пониженный вакуум – 33 кПа.

С увеличением потока молока свыше 200 мл/мин, молоко не успевает эвакуироваться через калиброванное отверстие, поплавок с магнитом всплывает и его магнитное поле не воздействует на нижний геркон, электрическая цепь размыкается и электромагнитный клапан закрывает доступ атмосферного воздуха в камеру управления и в ней устанавливается номинальный вакуум – 48 кПа. В результате чего мембрана возвращается в исходное положение и увеличивает кольцевую щель. При этом увеличивается вакуум в подсосковых камерах доильных стаканов до 48 кПа, который по вакуумшлангам поступает в камеры управления регуляторов вакуума и в межстенных камерах доильных стаканах также устанавливается номинальный вакуум, 48 кПа. Таким образом, доильный аппарат переходит на режим доения номинальным вакуумом. В конце доения, при снижении молокоотдачи до 200 мл/мин., поплавок с магнитом опускается вниз и окончание доения осуществляется пониженным вакуумом – 33 кПа.

Список литературы

1. Донник И.М. Влияние технологии доения на молочную продуктивность и качество молока // Аграрный вестник Урала. 2014. № 12 (130). – С. 13–16.

2. Мачкарин А.В. Современные технологии в АПК / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Булавина Станислава Антоновича, Майский, 12 ноября 2025 года. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – С. 82–83.

3. Понамарев А.Ф., Ужик В.Ф., Борозенцев В.И., Скляров А.И., Ульянцев Ю.Н., Передвижной манипулятор // Сельский механизатор 2001. № 7. – С. 2–3.

4. Ужик В.Ф., Борозенцев В.И. К обоснованию конструктивных параметров автомата доения // XI Международный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных. – Казань, 2003. – С. 49–54.

5. Патент № 2262841 C1 Российская Федерация, МПК A01J 5/04. Доильный аппарат : № 2004110092/12 : заявл. 02.04.2004 : опубл. 27.10.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляров [и др.] ; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия (Белгородская ГСХА). – EDN UVQCUS.

6. Патент № 2842149 C1 Российская Федерация, МПК A01J 5/007, A01J 7/00. Манипулятор доения коров : заявл. 11.12.2024 : опубл. 23.06.2025 / В.И. Борозенцев, А.В. Бекетов, К.В. Казаков, А.В. Мачкарин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN IBKFQO.

7. Борозенцев В.И., Ужик В.И. К разработке алгоритма действия автомата доения коров // Техника в сельском хозяйстве. 2002. № 4. – С. 15.

УДК 634.738

ВЛИЯНИЕ ОТТЕНКА ОСВЕЩЕНИЯ НА РОСТ РАСТЕНИЯ

Бородин И.В. Саенко Ю.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Освещение играет важную роль в росте растений так, как свет является основным источником для фотосинтеза, с помощью которого растения преобразуют солнечную энергию в химическую, необходимую для роста и развития растений. А как же конкретные цвета влияют на рост и развития растений и где применяются [1, 2].

1. Красный спектр света. Способствует росту стеблей и листьев. Красный свет способствует синтезу хлорофилла и активирует фитохромы, регулируя процессы цветения. Широко используется в теплицах и гидропонных установках. Применяются лампы натриевые лампы (ДНаТ) и люминесцентные лампы с «теплым» светом.

2. Синий спектр света. Стимулирует образование корней, укрепляет структуру растительных клеток и регулирует процесс синтеза белка. Часто применяется на начальных этапах выращивания рассады для укрепления молодых растений. Применяются лампы серии Feron AL7001/AL7002.

3. Зеленый спектр света. Зеленый свет частично отражается листьями растений, он также поглощается ими и участвует в процессе фотосинтеза. Однако его эффективность ниже, чем красного и синего спектров. Используется реже, чаще всего в комбинации с другими цветами спектра. Применяются лампы серии Full Spectrum LED).

4. Фиолетовый спектр света. Усиливает стрессоустойчивость растений, улучшает качество урожая, увеличивает содержание антиоксидантов и витаминов. Применяется для повышения качества продукции, особенно в производстве овощей и фруктов с высоким содержанием полезных веществ. Применяются лампы серии Uniel ULI-P20.

5. Белый свет. Включает полный спектр цветов, обеспечивая баланс всех необходимых компонентов для полноценного роста растений. Идеален для общего роста и развития растений, особенно в условиях недостаточного естественного освещения. Применяются лампы серии Quantum Board.

Таким образом, выбор правильного оттенка освещения зависит от стадии роста растения и целей. Для оптимального результата рекомендуется комбинировать разные цвета спектра, учитывая потребности растения.

Список литературы

1. Каркайтис Д.Ю., Лисина Т.Н. Светодиодное освещение в современной тепличной отрасли // Земледелие. 2023. № 8. – С. 44–47.

2. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 364 с.

УДК 632.935.4

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Бородин И.В., Саенко Ю.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Использование ультразвука в сельском хозяйстве становится все более популярным благодаря его потенциальному влиянию на рост и развитие растений. Ультразвук представляет собой звуковые волны с частотой выше диапазона человеческого слуха, обычно превышающей 20 кГц.

Ультразвук оказывает влияние на растения несколькими способами [1]:

- Стимуляция клеточной активности: Ультразвуковые волны могут усиливать активность клеток, способствуя лучшему усвоению питательных веществ и воды.

- Повышение проницаемости мембран: Ультразвук может увеличивать проницаемость клеточных мембран, облегчая транспортировку питательных веществ внутрь клетки.

- Регуляция гормонального баланса: Ультразвук может влиять на уровень гормонов растений, таких как ауксины и гиббереллины, которые играют важную роль в росте и развитии.

Исследования показали, что обработка семян ультразвуком перед посадкой может значительно увеличить скорость прорастания и повысить устойчивость растений к болезням. Например, в исследовании, проведенном на томатах, было обнаружено, что предварительная обработка семян ультразвуком привела к увеличению всхожести на 20% по сравнению с контрольной группой. Кроме того, ультразвук может использоваться для улучшения качества почвы путем разрушения патогенных микроорганизмов и улучшения структуры почвы. Это создает благоприятные условия для роста корней и повышает общую жизнеспособность растений [2].

Хотя использование ультразвука в сельском хозяйстве находится на ранних стадиях разработки, существуют некоторые практические приложения:

- Обработка семян: Предварительное воздействие ультразвуком на семена перед посевом может ускорить прорастание и повысить урожайность.

- Борьба с вредителями: Ультразвуковое оборудование может применяться для отпугивания насекомых-вредителей, снижая потребность в химических инсектицидах.

- Гидропонные системы: Ультразвук может использоваться в гидропонных установках для улучшения циркуляции питательных растворов и предотвращения образования водорослей.

Ультразвук демонстрирует значительный потенциал в качестве инструмента для улучшения роста и развития растений.

Список литературы

1. Волхонов М.С., Мамаева И.А., Беляков М.М. Классификация и определение эффективности известных способов предпосевной обработки семян // Вестник НГИЭИ. 2022. № 3. – С. 45–56.

2. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 364 с.

УДК 637.116

ПЕРЕНОСНОЙ МАНИПУЛЯТОР ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ НА ЛИНЕЙНЫХ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Букша Д.В., Борозенцев В.И.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Эффективность применения современного доильного оборудования в значительной степени зависит от соблюдения принятой последовательности, непрерывности и продолжительности технологических операций доения, которые определяются физиологическими функциями молочной железы и конструктивными особенностями доильной техники. Применение высокоэффективных технологий содержания животных, позволяет применять автоматизированные доильные установки и доильное оборудование, наиболее полно отвечающее физиологии животных.

Однако в настоящее время автоматы доения в основном применяются на автоматизированных доильных установках, что существенно снижает их область применения, так как в России значительная часть животных содержится на привязи, с доением на линейных доильных установках типа «молокопровод». В своих статьях авторы указывает, что при сложившихся условиях, автоматизация заключительных операций машинного доения является перспективным направлением, позволяющая исключить субъективную оценку оператора доения на предмет своевременности их выполнения, что не только способствует снижению заболеваемости вымени коров маститом, но и снизить затраты ручного труда [1-3].

Также Ю.Ф. Лагуга, на основании своих исследований указывает, что автоматизация управления процессом доения способствует не только повышению молочной продуктивности коров, но и увеличению длительности их хозяйственного использования [4].

На основании многочисленных исследований установлено, что доение коров в доильных залах на автоматизированных доильных установках не имеет существенного преимущества при доении коров на линейных доильных установках типа «молокопровод», применяемых при привязной технологии их содержания. Однако авторы утверждают о необходимости модернизации доильного оборудования, которое заключается в автоматизации управления режимом машинного доения для всех типов доильных установок, при этом перспективным направлением является роботизация процесса доения [5-7].

На основании вышеизложенного нами предлагается новая конструкция переносного манипулятора для доения, содержащего пневмоцилиндр, поршень которого тросом соединен с коллектором, который молокоотводящим патрубком с верхним его расположением соединен молочным шлангом с молокопроводом. Двухполупериодный пульсатор вакуумшлангами соединен с межстенными камерами соответствующих пар доильных стаканов.

В молочной камере коллектора расположен поплавок, внутри которого установлены магниты, а в корпусе коллектора соосно им расположены герконы.

По центру молочной камеры установлен шток, в котором выполнено калиброванное отверстие (пропускная способность – 200 мл/мин).

Пульт управления содержит светодиоды, предназначенные для индикации процесса доения, а также электромагнитный и пневмоэлектромагнитный клапаны, каждый из которых электрически соединен со своим герконом.

В начальный момент доения поплавок находится в нижнем положении, контакты нижнего геркона замкнуты, однако электрическая энергия к пневмоэлектромагнитному клапану не поступает, так как цепь управления разомкнута электромагнитным клапаном.

При увеличении молокоотдачи свыше 200 мл/мин., молоко, не успевает эвакуироваться через калиброванное отверстие и заполняет молочную камеру, поплавок всплывает и его верхний магнит своим магнитным полем воздействует верхний геркон. Электрическая энергия поступает к электромагнитному клапану, который замыкает электрическую цепь, зажигается синий светодиод, сигнализирующий оператору, что процесс доения в режиме – «контроль».

При снижении интенсивности молокоотдачи до 200 мл/мин поплавок занимает нижнее положение и нижний геркон замыкает электрическую цепь, и электрическая энергия поступает к пневмоэлектромагнитному клапану и красному светодиоду, который зажигается, информируя оператора об окончании процесса доения. При этом вакуум от пневмоэлектромагнитного клапана поступает: к пневмозажиму, который пережимает молочный шланг; в полость пневмоцилиндра, поршень которого перемещаясь вверх увлекает за собой шнур и происходит снятие доильных стаканов с вымени животного.

Список литературы

1. Морозов Н.М. Экономическая эффективность и цифровизация животноводства // Техника и оборудование для села. 2019. № 4. – С. 2–7.

2. Бойнович М.К., Элементы автоматизации доения коров // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 1. – С. 19–21.

3. Ужик В.Ф., Борозенцев В.И. К обоснованию конструктивных параметров автомата доения // XI Международный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных: Казань 2003. – С. 49–54.

4. Лачуга Ю.Ф. Направления научных исследований по совершенствованию автоматизированных систем управления технологическими процессами в животноводстве // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2013. № 2 (10). – С. 4–9.

5. Соловьев С.А., Карташов Л.П. Исполнительные механизмы системы «человек – машина – животное». – Екатеринбург : УрОРАН. 2001. – 180 с.

6. А.с. № 1699385 SU, МПК А01 J7/|00. Манипулятор доильной установки. / Заявители: В.Ф. Ужик, В.И. Борозенцев, А.В. Бурменко – заявл. 11.12.1989; опубл. 23.12.1991 г. 9 с.: 7 ил.

7. Юлдашев Ф.Ф. Эффективность зарубежных манипуляторов доения коров // Международный сельскохозяйственный журнал. 2005. № 5. – С. 55–57.

УДК 631.171

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Васильев Д.Ю., Макаренко А.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, 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, 2].

Линейные 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; 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 [3].

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 – возможность индивидуального обслуживания скота; недостатки – невысокая производительность; неудобство операторам при обслуживании; большие затраты времени при переходе от одной коровы к другой; отсутствие устройств для автоматизации заключительных операций доения [4].

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 [5]. 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).

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 [6].

Стационарные доильные установки «Карусель» обеспечивают доение в доильном зале при нахождении коров на вращающейся платформе. Обслуживаемое поголовье – 800...1200 гол. Достоинства – высокая производительность, 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 [7].

Список литературы

1. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства: Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции направленность (профиль подготовки: «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции») / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2023. – 343 с.

2. Основы механизации сельскохозяйственного производства: учебное пособие для студентов среднего профессионального образования обучающихся по специальности 35.02.08 – Электрификация сельского хозяйства. / К.Н. Путиенко, Ю.В. Саенко, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 420 с.

3. Макаренко А.Н. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве / А.Н. Макаренко, О.А. Чехунов. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2012. – 64 с.

4. Машинное доение коров и первичная обработка молока (технология производства, контроль качества молока) / С.Н. Алейник, И.В. Брыло, А.В. Турьянский [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 292 с. – ISBN 978-5-6047968-1-8.

5. Теория и расчет адаптивного доильного оборудования для крупного рогатого скота / В.Ф. Ужик, О.В. Китаева, О.А. Чехунов [и др.]. – Москва; Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2020. – 520 с. – ISBN 978-5-00129-159-6.

6. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве: Учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 178 с.

7. Роботизированный агрегат для обслуживания кормовых столов и подкорма скота / О.А. Чехунов, В.В. Воронин, Г.С. Чехунова, К.В. Казаков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2024. № 4 (44). – С. 67–77.

УДК 631.3(075.8)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Васильев Д.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Следствием активного развития отрасли животноводства является накопление большой массы навоза, требующей сбора, переработки и утилизации.

Типичная схема реализуется следующим образом. Навоз через решетчатый пол в продольные каналы, выполненные с уклоном 0,54% в сторону центрального канала. В каждом продольном канале предусматривается три шибера. Перед эксплуатацией шиберы закрываются, и в каналы заливается вода до уровня 10…15 см от дна в верхней части канала. После наполнения продольного канала навозом шиберы открываются и навоз стекают в центральный коллектор. Опорожнение каналов должно осуществляться один раз в 7…10 дней. При этом шиберы открываются последовательно: вначале первый шибер (около центрального канала), затем после полного опорожнения первой части канала открывается последовательно остальные шибера.

После того как канал опорожнился, необходимо его стенки и дно (особенно в верхней части канала) промыть водой из шланга. Для этого на шланг надевают насадку из выгнутой трубы со сплющенным выходным концом. Насадку вставляют в щель решетки и направляют струю воды на стенку канала. После промывки канала шиберы закрывают, в каналы наливается вода, и цикл наполнения канала повторяется снова. Очистка решеток от навоза, а затем промывка водой предусматривается один раз в семь дней, очистка производится вручную металлическим скребком. Перед опорожнением канала необходимо убедится в том, что навоз негустой имеет достаточную для самотека влажность 90…95%. Если, в канале навоз густой, то перед опорожнением в него необходимо залить воды [1].

Существует система по использованию бесподстилочного навоза. Наиболее эффективной системой подготовки органических удобрений и внесению является система с разделением исходной массы на жидкую и твердую фракцию с последующим хранением и использованием каждой из них.

Общепринятая схема включает в себя следующие операции [2]:

- откачивание жидкой фракции бесподстилочного навоза в резервуар осветленных стоков с последующей подачей по напорному трубопроводу в полевые навозохранилища или в оросительную сеть с соответствующим разбавлением водой;
- выгрузка твердой фракции и транспортирование ее в бурты на край поля;
- внесение твердой фракции бесподстилочного навоза техническими средствами, используемыми на внесении подстилочного навоза.

Часто используют горизонтальные отстойники-накопители, выполненные с твердым покрытием дна и откосов. Система позволит навоз влажностью 98%

самотеком направлять поочередно в накопители, где он будет разделяться на жидкую и твердую фракцию. Жидкая фракция из бетонных колодцев, оборудованных шиберами на различных уровнях, будет самотеком поступать в канализационную насосную станцию, откуда по напорному трубопроводу подаваться в биологический пруд, а часть в животноводческие помещения для смыва. В биологическом пруду произойдет дополнительный отстой, а затем в пруд накопитель, откуда на поля орошения.

После удаления жидкой фракции навоз выгружается из отстойника экскаватором или погрузчиком напорного действия.

В настоящее время при отстаивании бесподстилочного навоза в навозонакопителях образуется три слоя. Верхний слой – это слой, состоящий из частиц, плотность которых меньше плотности воды, средний слой, который представляет собой воду с растворенным в ней навозом, третий слой представляет собой илистые отложения навоза. Далее предусмотрена выгрузка жидкой фракции навоза в резервуар осветленных стоков. Для этого отстойники оборудованы колодцами с шиберами, которые открываются и закрываются с помощью винтового механизма, приводимого в действие мускульной силой человека. Жидкая фракция через отверстия, которые открываются шиберами, самотеком поступает в пруд осветленных стоков.

Но здесь есть ряд недостатков. Крупные частицы, попадая в отверстия, застревают и препятствуют движению шиберов. Из-за постоянной сырости происходит коррозия [3], что делает затруднительным движение шиберов и герметизацию их. При такой откачке происходит образование замкнутых объемов жидкой фракции (линзы), что делает затруднительным выгрузку твердой фракции. Все это усугубляется абразивным изнашиванием всех элементов [3-5].

Список литературы

1. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства: Учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции направленность (профиль подготовки: «Биотехнология высокотехнологичных производств») / А.Н. Макаренко, А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 356 с.

2. Механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства. Практикум / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 195 с.

3. Стребков С.В. Технология ремонта машин: Учебное пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – 182 с.

4. Эксплуатационные испытания упрочненных стрельчатых культиваторных лап электроискровой обработкой / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Бондарев [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 1 (21). – С. 71–80.

5. Об упрочнении рабочей кромки почвообрабатывающих орудий электроискровым легированием / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев // Труды ГОСНИТИ. 2018. Т. 130. – С. 142–150.

УДК 636.5.034

УСТАНОВКИ ДЛЯ ВВОДА БИОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК В РАЦИОН ПТИЦЫ КЛЕТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Волохова К.С., Чехунов О.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современное промышленное птицеводство идет по индустриальному пути, что требует интенсивного введения в рационы веществ, способствующих поддержанию иммунной системы птицы, а также использования различных препаратов и добавок, в том числе натуральных [1]. Для увеличения качества и количества продукции, получаемой от птицы, при сохранении ее здоровья многие производители используют в рационах биологически активные добавки, выпускающиеся как в сухом, так и в жидком виде.

Основная проблема при вводе в рационы птице при клеточном содержании различных добавок заключается в высоких затратах ручного труда и неравномерностью распределения вдоль фронта кормления, что обусловлено малым их количеством относительно основного рациона [2, 3].

Следует отметить и тот факт, что современная зоотехническая наука ищет новые препараты, которые позволяют получать экологически чистую продукцию птицеводства, например, полученную из продукции пчеловодства, гидропоники, L-лизина сульфата и др. [4]. Это в свою очередь диктует необходимость проведения экспериментальных исследований и производственных испытаний, с оставлением в стаде контрольной группы, что не позволяет отказаться от традиционного рациона для всего стада. Другими словами, возникает необходимость в совмещении основного рациона кормления и отдельного добавления для подопытной группы птицы исследуемых добавок.

Для добавления жидких или гидрофильных добавок можно использовать линии поения, доработав соответствующим образом клеточные батареи – заглушается основная линия поения и устанавливается дополнительная, оснащенная растворно-смешивающим узлом. Для промышленного производства при введении таких добавок можно использовать установленные на линии штатные медикаторы. Использование медикаторов при проведении опытных исследований невозможно, поскольку для достоверности результатов группа контроля должна быть размещена на том же ярусе и в том же ряду клеточной батареи, что и опытные группы, т.е. размещаться на одной линии поения [5].

Дополнительная линия поения оснащается трубопроводом, в котором монтируются поильные ниппели с каплеуловителями, и вертикальным патрубком, для выравнивания уровня выпаиваемой жидкости с растворно-смесительным узлом. Растворно-смесительный узел представляет собой емкость с теплоизолированными стенками, верхняя часть которой оснащена крышкой для ввода добавок, а внутри соосно смонтированы двухлопостная мешалка и спиральный нагревательный элемент (для лучшего растворения добавки в воде). Между

трубопроводом и растворно-смесительным узлом устанавливается кран, закрываемый при растворении добавки и открываемый при выпаивании.

Для введения в рацион гидрофобных сухих добавок, клеточные батареи предлагается оснащать дозатором, установленным над линией кормления следом за контрольной группой птицы по фронту кормления [6]. Предлагаемый дозатор включает бункер, в нижней части которого в корпусах размещены шнек и швырялка. Привод шнека дозатора осуществляется с помощью цепной передачи от электродвигателя. Привод швырялки с помощью зубчатой передачи от шнека. Процесс работы дозатора: кормовые добавки загружаются в бункер и с помощью шнека поступают к лопастям швырялки, которые через дозирующие заслонки направляют продукт в выгрузной канал. Производительность дозатора регулируется величиной открытия дозирующей заслонки.

Таким образом предлагаемые технические решения позволят вводить различные кормовые добавки в основной рацион при клеточном содержании кур-несушек при проведении различных экспериментов с кормлением.

Список литературы

1. Чехунова Г.С. Роль натуральных добавок в птицеводстве / Г.С. Чехунова, А.В. Жидяева, Ф. Мамедов // Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы IV национальной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Майский, 10 ноября 2023 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 134-137.

2. Технические средства в сельском хозяйстве: учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль – Электрооборудование и электротехнологии. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 316 с.

3. Механизация и автоматизация в животноводстве: Практикум для подготовки бакалавров по направлению 111100.62 – Зоотехния / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2012. – 208 с.

4. Чехунова Г.С. Продуктивность кур-несушек кросса «Чешский Доминант» при использовании биологически активной добавки «Апи-Спира» / Г.С. Чехунова, П.П. Корниенко // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2022. № 11 (208). – С. 20–31.

5. Чехунов О.А. Устройства для ввода добавок в рацион кур яичного направления при клеточном содержании / О.А. Чехунов, Г.С. Чехунова // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке: Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 16 декабря 2020 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 175–179.

6. Реализация продуктивного потенциала цыплят-бройлеров при введении в рацион кормовых добавок / О.Е. Татьяничева, А.П. Хохлова, О.А. Попова [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 204 с.

УДК 631.51

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Дмитрийчук А.М., Мачкарин А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Системы обработки почвы представляют собой совокупность научно обоснованных агротехнических приемов, направленных на оптимизацию почвенных условий для возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте. Эти системы разрабатываются с учетом специфики почвенно-климатических факторов и современных агротехнологий. В зависимости от этих условий применяются различные методы обработки, включая отвальную, безотвальную и ярусную системы.

Отвальная система обработки почвы характеризуется глубоким рыхлением и оборотом почвенного пласта, что способствует заделке пожнивных остатков, семян сорняков и патогенов в нижние слои пахотного горизонта. Этот метод обеспечивает ускоренное разложение органических остатков анаэробными микроорганизмами, приводя к образованию растворимых минеральных соединений. Кроме того, при отвальной обработке происходит уничтожение сорняков, личинок вредителей и патогенных микроорганизмов. Данная система широко используется в регионах с достаточным увлажнением [1], где ее применение способствует улучшению структуры почвы и повышению ее плодородия.

В условиях эрозионных процессов и недостаточного увлажнения все большее распространение получает безотвальная система обработки почвы. В отличие от отвальной, она исключает оборот почвенного пласта, заменяя его глубоким рыхлением с сохранением стерни. Стерня выполняет функцию защиты почвы от эрозии, а также способствует накоплению и сохранению влаги в корнеобитаемом слое. Безотвальная обработка особенно эффективна в степных районах и зонах недостаточного увлажнения, где она позволяет минимизировать потери влаги и предотвратить деградацию почвенного покрова [2].

Ярусная система обработки почвы предполагает дифференцированное воздействие на различные горизонты пахотного слоя, что особенно актуально для почв с выраженной ярусной структурой. Например, при работе с солонцовыми почвами верхний слой подвергается обороту, в то время как нижние горизонты рыхлятся и перемешиваются. Это позволяет улучшить водно-физические свойства почвы и создать оптимальные условия для роста растений.

В зависимости от интенсивности воздействия на почву выделяют интенсивную, минимальную и нулевую системы обработки. Интенсивная система характеризуется многократными проходами сельскохозяйственных агрегатов, что приводит к уплотнению и интенсивному рыхлению почвы. Этот метод требует значительных энергозатрат, но обеспечивает высокую степень подготовки почвы к посеву [3].

Минимальная система обработки направлена на сокращение количества и глубины обработок, а также на совмещение нескольких технологических

операций за один проход агрегата. Этот подход позволяет снизить уплотнение почвы движителями тракторов и колесами сельскохозяйственных машин, а также сократить сроки подготовки почвы. Минимальная обработка особенно актуальна в условиях, где требуется минимизировать негативное воздействие на почвенный покров [4, 5].

Нулевая технология обработки почвы (no till) предполагает посев сельскохозяйственных культур по стерне без предварительной обработки почвы. Этот метод минимизирует эрозию, сохраняет влагу в почве и снижает энергозатраты на подготовку почвы. Нулевая обработка является перспективным направлением в современном земледелии, особенно в условиях засушливых регионов.

В некоторых случаях применяются специальные методы обработки почвы, такие как полосовая обработка, при которой обрабатывается только узкая полоса почвы, в которую затем высеваются семена. Этот метод позволяет оптимизировать использование почвенных ресурсов и снизить затраты на обработку.

Мульчирующая обработка почвы включает покрытие поверхности почвы остатками возделываемых растений. Этот метод способствует сохранению влаги, снижению эрозии и улучшению микробиологической активности почвы.

Противоэрозионная обработка почвы направлена на создание водозадерживающего микрорельефа (борозд, лунок и т.д.) или сохранение и использование пожнивных остатков в качестве ветрозащитных барьеров. Этот метод предотвращает эрозию почвы и сохраняет ее плодородие [6].

Таким образом, выбор системы обработки почвы должен основываться на комплексном подходе, учитывающем противоэрозионные, энергосберегающие, экономические и экологические аспекты. Оптимальная система обработки должна создавать наилучшие условия для роста и развития растений, обеспечивая устойчивое функционирование агроэкосистем.

Список литературы

1. Подготовка тракторов и сельскохозяйственных машин и механизмов к работе / А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – 140 с.

2. Рыжков А.В. Дисковый почвообрабатывающий агрегат для внесения растворов концентратов микроорганизмов / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн / под общ. ред. М.Н. Краснянского; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. Вып. 6. – С. 88–94.

3. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве: Учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 178 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.

5. Назначение и общее устройство машин и оборудования в агробизнесе / А.Н. Макаренко, Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, Е.А. Мартынов. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. – 202 с. – EDN UJAPJB.

6. Патент № 2297130 C2 Российская Федерация, МПК A01C 7/20. Сошник: № 2005115172/12: заявл. 11.05.2005: опубл. 20.04.2007 / С.А. Булавин, А.В. Мачкарин; заявитель ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия».

УДК 631.171

ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ РОДИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Заболотний В.О., Чехунов О.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

С 2014 года наша страна в ответ на введенные санкции ограничила ввоз на свою территории импортной продукции, что создало предпосылки для активного развития импортозамещения на ряд сельскохозяйственных товаров, в том числе и на коровье молоко, являющееся продуктом первой необходимости, включенным в Доктрину национальной продуктовой безопасности. Это с одной стороны дает российским производителям возможность нарастить объемы производства, с другой стороны экономическая ситуация в стране не позволяет это осуществить без поднятия цен, что идет в противоречие с рекомендациями Правительства и президента РФ о не увеличении цен на продукты питания.

Таким образом выходом из сложившейся ситуации можно считать повышение эффективности существующего в стране молочного скотоводства и качества получаемой продукции [1]. Этого можно достичь различными методами, основными из которых можно считать: обеспечение качественного полнорационного кормления; целенаправленная научно обоснованная селекционная работа с имеющимся стадом, направленная на повышение молочной продуктивности; эксплуатация оборудования адаптированного к физиологии скота (в том числе и доильного); проведение предупредительных ветеринарных мероприятий; постоянный учет и контроль качества получаемой продукции, и т.д. [2].

Доильное оборудование – один из основных комплектов машин, задействованных в молочном скотоводстве, непосредственно контактирующее с организмом животного. Следовательно, разработка адаптивного доильного аппарата для коров, в том числе со сбором молока в доильное ведро, используемого в родильных отделениях коровников, является актуальной задачей [3, 4].

Анализ известных конструкций доильных аппаратов, проведенный на основании проработки патентной документации позволил заключить, что большинство конструкций не отвечают требованиям физиологичного доения, т.е. не являются адаптивными [5, 6]. Поэтому необходимо произвести разработку конструктивной схемы адаптивного доильного аппарата со щадящим режимом за счет обеспечения оптимального вакуумного режима в камерах доильного стакана.

Нами предложена конструкция доильного аппарата для доения в ведра (применительно к агрегатам индивидуального доения, используемых в родильных отделениях коровников) имеющая оригинальную конструкцию стаканов и коллектора. Доильные стаканы оборудованы воздушными патрубками. Выступы на сосковой резине и гильзе делят межстенную камеру на две части. Внутри каждого патрубка установлена поворотная заслонка. При подаче вакуума в патрубок его поворотная заслонка полностью открыта, при подаче в этот патрубок атмосферного давления заслонка закрывается и остается калиброванная щель для

дросселирования воздуха. Размеры калиброванной щели, регулируются регулировочным винтом.

Использование доильного аппарата, по нашему мнению, позволит повысить эффективность доения коров вследствие более щадящего режима работы по сравнению с серийными машинами, что в свою очередь приведет к росту молочной продуктивности животных и снижению заболеваемости вымени маститом [6].

Список литературы

1. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (профили подготовки: «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в АПК») / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 390 с.

2. Чехунова Г.С. Влияние технологии содержания на молочную продуктивность / Г.С. Чехунова, В.А. Попов // Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы VI национальной научно-практической конференции, Майский, 31 октября 2025 года. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – С. 101–104.

3. Машинное доение коров и первичная обработка молока (технология производства, контроль качества молока) / С.Н. Алейник, И.В. Брыло, А.В. Турьянский [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 292 с. – ISBN 978-5-6047968-1-8.

4. Механизация и автоматизация животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, А.И. Скляров [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – 76 с. – EDN UMAWWX.

5. Патент № 2263443 C1 Российская Федерация, МПК A01J 5/04. Доильный аппарат: № 2004116288/12: заявл. 28.05.2004: опубл. 10.11.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляров [и др.]; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия (Белгородская ГСХА).

6. Повышение генетического потенциала продуктивности и его реализация в молочном скотоводстве / Н.А. Маслова, О.Е. Татьяничева, А.П. Хохлова [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 254 с. – ISBN 978-5-605-01361-7.

УДК 631.171

ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ ЗЕРНОДРОБИЛКА

Заикин Д.К., Чехунов О.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Отрасль животноводства, являясь одним из флагманов АПК, обеспечивает население продукцией, включая продуктами первой необходимости и продукцией переработки, а ряд перерабатывающих промышленностей исходным сырьем. В настоящий момент РФ по ряду продукции животноводства не зависит от импорта (совместно с «дружественными странами»), полностью покрывая потребности населения (например, по мясу свиней и птице, яйцам и коровьему молоку), а по ряду продукции, например, по говядине, молоку и мясу мелкого рогатого скота, все еще вынуждена производить закупки за рубежом. Таким образом, очевиден вывод о необходимости наращивания темпов производства продукции животноводства, что позволит решить проблему импортозамещения и выйти на мировой рынок в качестве экспортеров.

Специалистам известно, что на эффективность животноводства (всех без исключения направлений) оказывают влияния множество факторов, основные из которых – племенной генофонд, полноценное кормление, рациональные технологии содержания и используемые средства механизации [1-3]. В структуре себестоимости продукции животноводства затраты на кормления составляют в среднем 25…55%, а в ряде случаев – до 75%.

При индустриальном животноводстве и птицеводстве невозможно обойтись, не используя в рационах кормления комбикорма, представляющие собой как минимум смесь нескольких концентрированных компонентов (нескольких видов зернофуража), а на практике это многокомпонентный состав, включающий помимо концентрированных компонентов еще и отходы технических производств (жмых и шрот), белково-витаминные добавки, премиксы, биопрепараты и витамины [4]. Преимущества, дающие применения комбикормов – рост продуктивности, повышение сохранности, снижение себестоимости, возможность регулировать биологические процессы и другие.

Постоянно растущие требования к рецептуре и качеству комбикормов, развитие животноводства на предприятиях, не входящих в состав крупных холдингов делают вопрос разработки технологий внутрихозяйственного приготовления комбикормов и его техническое оснащение актуальным. При этом особого внимания заслуживает операция измельчения зерна, являющаяся наиболее энергоемкой и определяющая качество готовой продукции.

Проведя анализ отечественного оборудования для измельчения зерна, установлено, что выпускаемые машины реализуют один из известных способов измельчения зерна – либо за счет удара, либо путем плющения. Машин комбинированного типа отечественные предприятия не производят [5, 6]. Финская компания «Murska» выпускает двухступенчатый измельчитель Murska-1400 S2×2 Max, имеющий ряд недостатков – агрегат прицепного исполнения с приводом от

ВОМ трактора; высокая стоимость; в РФ отсутствуют официальные дилеры данного оборудования; потребляемая мощность – 75 кВт, что значительно повысит себестоимость корма; несовершенство камеры измельчения – ротор открытого исполнения (без решет) и простыми рифлеными деками, что делает измельченное зерно неравномерным по гранулометрическому составу, т.е. менее качественное с зоотехнической точки зрения.

Предложена конструктивная схема двухступенчатой зернодробилки, совмещающей операции плющения между парой вращающихся рифленых вальцов и дробления в молотковом роторе закрытого исполнения (ротор с пакетами шарнирных молотков, измельчающая камера снабжена решетами и декой). Дека, смонтированная по ходу вращения ротора во внутренней части блока измельчения, имеет оригинальную конструкцию, выполненную в виде двух сегментов – верхнего с рифлением по ходу вращения (собирающая часть) и нижнего с рифлением обратным направлению вращения ротора (рассеивающая часть), что позволит интенсифицировать процесс дробления.

Список литературы

1. Усовершенствование технологии выращивания телят в профилакторный период / Н.А. Маслова, А.П. Хохлова, О.А. Попова [и др.]. – Белгород : ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2024. – 256 с.

2. Повышение генетического потенциала продуктивности и его реализация в молочном скотоводстве / Н.А. Маслова, О.Е. Татьяничева, А.П. Хохлова [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 254 с.

3. Чехунова Г.С. Пути повышения эффективности свиноводческой промышленности / Г.С. Чехунова, М.Л. Коротенко, Ф. Мамедов // Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы IV национальной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Майский, 10 ноября 2023 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 129–132.

4. Чехунова Г.С. Роль натуральных добавок в птицеводстве / Г.С. Чехунова, А.В. Жидяева, Ф. Мамедов // Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы IV национальной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Майский, 10 ноября 2023 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 134–137.

5. Чехунов О.А. Определение основных конструктивно-режимных параметров молотковой зернодробилки для фуражного зерна / О.А. Чехунов, В.В. Воронин, А.В. Ворохобин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 2 (30). – С. 45–56.

6. Теоретическое и экспериментальное обоснование эффективности применения игловидных рабочих элементов в дробилках решетного и безрешетного типа / В.В. Воронин, А.В. Акименко, И.В. Коношин [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). – С. 44–52.

УДК 504.064.3:631.4

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА БАЗЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Замулин А.И., Ломазов В.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Экологическое состояние почв является одним из ключевых показателей устойчивости агроэкосистем, определяющим уровень их продуктивности и экологической безопасности. Почвенный покров выполняет важнейшие функции в биосфере, включая аккумуляцию питательных веществ, фильтрацию загрязняющих соединений и поддержание биологического разнообразия. В условиях усиления антропогенной нагрузки, связанной с интенсификацией сельскохозяйственного производства, промышленным воздействием и техногенным загрязнением, возрастает необходимость систематического мониторинга состояния почв [1, 2].

Современные системы экологического мониторинга обеспечивают накопление значительных массивов данных о физико-химических свойствах почв и уровне их загрязнения. Однако эффективное использование данной информации возможно лишь при применении методов математической статистики, позволяющих выявлять закономерности, тенденции и взаимосвязи между показателями. В работе проведён статистический анализ изменений экологического состояния и загрязнения почв на основе данных мониторинга окружающей среды с использованием методов описательной статистики, корреляционного и трендового анализа.

В ходе исследования выполнена оценка средних значений, дисперсий и коэффициентов вариации показателей загрязнения почв, что позволило определить степень их пространственной и временной изменчивости. Анализ динамики концентраций загрязняющих веществ выявил наличие устойчивых тенденций их изменения, обусловленных как природно-климатическими условиями, так и антропогенными факторами [3, 4].

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности применения статистических методов при анализе данных экологического мониторинга почв. Использование подобных подходов позволяет не только оценивать текущее экологическое состояние почвенного покрова, но и осуществлять прогнозирование возможных изменений, что имеет практическое значение для разработки и обоснования природоохранных мероприятий и рационального землепользования.

Список литературы

1. Изменение элементного состава верхнего горизонта почв под воздействием предприятий нефтегазопереработки / В.В. Боев, Н.В., Барановская В.А. Боев, М.Т. Джамбаев, Т.С. Шахова, Л.В. Жорняк // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 11. – С. 179–191.

2. Мачкарин А.В. Оптимизация конструктивно-режимных параметров раздатчика-смесителя кормов / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 4 (32). – С. 96–108.

3. Donga R., Jiab Z., Lia S. Risk assessment and sources identification of soil heavy metals in a typical county of Chongqing Municipality, Southwest China // Process Safety and Environmental Protection. 2018. V. 3. – P. 275–281.

4. Мачкарин А.В. Теоретические исследования рабочего процесса дозатора стебельных кормов / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 2 (34). – С. 46–58.

УДК 631.333.43

ПРУЖИННАЯ БОРОНА

Зернов М.Р., Рыжков А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Существенное значение в формирование кормовой базы имеют многолетние травы. Многолетние травы являются наиболее многофункциональными кормовыми культурами. Более четверти посевов – многолетние травы. При этом в числе иных кормовых культур должны многолетних трав составляет порядка половины [1].

Посев многолетних культур играет важную роль при биологизации земледелия. В условиях разнообразия сельскохозяйственного производства они выступают в качестве фактора, регулирующего производство кормов. Выращивание многолетних трав кормового и семенного предназначения должно сопровождаться применением современных технологий [2].

Основные мероприятия, направленные на уход за посевами люцерны, на протяжении последующих лет состоят в следующем. Необходимо рыхлить поверхностный слой почвы. Кроме того, следует вносить подкормки. Также требуется осуществлять борьбу с вредителями, болезнями.

Анализируя научные источники, предметом исследования в которых является возделывание многолетних трав, в т.ч. люцерны, можно прийти к выводу, что рекомендуется на протяжении ранневесеннего периода бороновать посевы второго и следующих лет жизни. Оптимальным является использование пружинных борон [3].

Уход за многолетними травами заключается в проведении мероприятий: закрытии влаги; разрушении корки; провокации и уничтожении сорняков на ранней стадии развития; рыхлении и выравнивании поверхности поля; бороновании стерни и пахоты; заделке пожнивных остатков, семян или удобрений, вносимых способом разбрасывания; распределении соломы и растительных остатков; повсходовом бороновании [4].

Мы предлагаем в технологии возделывания люцерны ввести операцию вертикутирования посевов. При проходе пружинной бороной вентилируется дернина, извлекаются отмершие растения, и стимулируется полнота насаждения. Кротовые норы выравниваются и разбрасываются. При постоянном практическом применении происходит увеличение урожайности на 10-15% [5].

Чтобы добиться эффекта вертикутирования многолетних трав, мы сформировали зубец толщиной 8 мм таким образом, чтобы он постоянно работал с предварительным напряжением. Благодаря дугообразным рессорам зуб «глотает» грубые неровности поля. 60 зубцов на секцию дают шаг следа зубца 2,5 см. Каждая секция пружинной бороны крепится посредством параллелограмма. Это помогает избежать одновременно раскачивания и подпрыгивания при быстром агрегатировании. Рабочая глубина и агрессивность вертикутирования регулируется посредством шпинделя на параллелограмме.

При движении агрегата по полю пружины орудия прижимаются к поверхности по направлению движения орудия. Зубья под действием массы бороны врезаются в почву и нарезают вертикальные бороздки. Предварительно напряженные пружины подрезают почву, рыхля ее, и удаляют сорняки. Каждый из пружинных зубьев имеет два направляющих прутка и совершает два вертикальных реза. Применение данной пружинной бороны позволит в кратчайший срок и с наименьшими затратами рыхлить посевы многолетних трав и извлекать сорняки.

Список литературы

1. Маслов Г.Г. Многофункциональный агрегат на базе пружинной бороны / Г.Г. Маслов, В.П. Лаврентьев // Сельский механизатор. 2019. № 5. – С. 10–11.

2. Исследование процесса копирования неровностей почвы секцией пружинной бороны / С.Д. Шепелев, М.В. Пятаев, А.П. Зырянов, Е.В. Шалонкина // АПК России. 2024. Т. 31, № 1. – С. 79–87.

3. Булавин С.А. Комплексы машин для возделывания и уборки сахарной свеклы в условиях биологизации земледелия Белгородской области / С.А. Булавин, В.Н. Любин, А.В. Рыжков // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 6. – С. 29–31.

4. Павлов А.Г. Тенденции применения зубовых и пружинных борон / А.Г. Павлов, В.В. Копылов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3, № 1 (12). – С. 156–160.

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.

УДК 631.171:636.083

УНИВЕРСАЛЬНАЯ РОБОТИЗИРОВАННАЯ ПЛАТФОРМА

Зорин Е.А., Чехунов О.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В животноводстве критической задачей остается автоматизация кормления крупного рогатого скота, напрямую влияющая на продуктивность: своевременное подталкивание корма может увеличить его поедаемость до 20 процентов. Традиционно эта задача решается либо ручным трудом, либо приобретением специализированных машин, что экономически неэффективно для средних и малых хозяйств [3]. Кроме того, существующие решения не позволяют в полной мере контролировать процесс дозирования кормов и учитывать индивидуальные потребности животных.

На рынке присутствуют преимущественно узкоспециализированные роботизированные решения зарубежного производства. Как отмечают исследователи, вопросы автоматизации кормления в молочном животноводстве сегодня активно изучаются, однако большинство существующих разработок ориентированы на крупные комплексы и не решают проблему комплексной механизации процесса в средних и малых хозяйствах [1]. На рынке присутствуют преимущественно узкоспециализированные роботизированные решения зарубежного производства. Ведущие мировые производители, такие как Lely и DeLaval, предлагают раздельные продукты: роботы-подталкиватели корма и автономные кормораздатчики, перемещающиеся по подвесным путям или на самоходном шасси [2]. Это делает системы автоматизации кормления высокозатратными и недоступными для значительной части сельскохозяйственных предприятий, а в текущих условиях – ещё и недоступными для приобретения из-за санкционных ограничений. Российский рынок демонстрирует развитие студенческих конструкторских бюро в данной сфере. Примером является студенческое конструкторское бюро «Робот Че» Череповецкого государственного университета, которое успешно разрабатывает автономного робота-подталкивателя для ферм крупного рогатого скота. Благодаря грантовой поддержке разработка вышла на стадию производственного прототипа, и несколько сельскохозяйственных предприятий уже готовы к её приобретению [4, 5]. Однако, как и зарубежные аналоги, данный робот будет сфокусирован исключительно на одной операции – подталкивании корма, что ограничивает его функциональные возможности и экономическую эффективность.

Разрабатываемая в Белгородском ГАУ платформа призвана преодолеть это ограничение. В отличие существующих решений, она будет интегрировать функции подгребания остатков корма и его дозированной раздачи в едином модульном решении. Предполагается, что платформа сможет не только подгребать кормовую массу к кормовому столу, но и распределять свежие кормосмеси с точным дозированием, учитывая поголовье и потребности различных групп животных. Создание платформы станет возможным благодаря Центру аддитивных

технологий инженерного факультета, открытому в 2024 году при поддержке Госкорпорации «Росатом». Оснащение центра современным отечественным оборудованием для промышленной 3D-печати позволит не только изготавливать уникальные компоненты для опытных образцов, но и в перспективе организовать массовое производство универсальных платформ, что существенно упростит их тиражирование и внедрение в хозяйствах Белгородской области и других регионов страны.

Ключевая идея разработки заключается в создании мобильной модульной платформы с гибридной системой управления, ориентированной на использование отечественной элементной базы и комплектующих, доступных для приобретения в текущих условиях. Платформа будет спроектирована таким образом, чтобы функционировать в двух режимах. Первый режим – полностью автономный с навигацией по заранее прописанным точкам на основе LiDAR, что обеспечит точное позиционирование и безопасное перемещение в помещениях фермы. Второй режим – ручное управление с видеоконтролем, когда оператор сможет удалённо управлять агрегатом, получая изображение с бортовой камеры. Такая гибридная архитектура существенно повысит надёжность и универсальность применения, позволяя задействовать платформу в нестандартных ситуациях, при работе в стеснённых условиях или при необходимости выполнения специальных задач.

Архитектура платформы будет предполагать возможность быстрой смены или модификации навесного оборудования, что обеспечит её универсальность и возможность адаптации под различные типы животноводческих помещений и технологии содержания скота.

Список литературы

1. Роботизированные системы в молочном животноводстве / В.В. Воронин, А.В. Ворохобин, В.И. Оробинский, О.А. Чехунов // Тенденции развития технических средств и технологий в АПК: материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 31 января 2025 года. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2025. – С. 329–338.

2. Роботизированные технологии в кормлении крупного рогатого скота / Д.А. Благов, И.В. Миронова, С.В. Митрофанов [и др.] // Все о мясе. 2021. № 4. – С. 21–25.

3. Мачкарин А.В. Инновационные технологии в растениеводстве / А.В. Мачкарин // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции, Майский, 10-11 июня 2024 года. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 24–25.

4. Автоматизация процессов кормления в животноводстве // Все-марки.рф : блог. – 26.03.2025. – URL: https://все-марки.рф/blog/avtomatizaciya-processov-kormleniya-v-zhivotnovodstve/ (дата обращения: 12.02.2026).

5. СКБ «Робот Че» из ЧГУ: от класса – к реальным роботам: как череповецкие инженеры меняют сельское хозяйство, медицину и промышленность // Череповецкий государственный университет: официальный сайт. – 09.02.2026. – URL: https://www.chsu.ru/novosti-i-sobytiya/skb-robot-che-iz-chgu-ot-klassa-k-realnym-robotam-kak-cherepovetskie-inzhenery-menyayut-selskoe-khoz/ (дата обращения: 16.02.2026).

УДК 636.085.55

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КОРМОВ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ

Иванков Г.А., Казаков К.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Измельчение кормов – это важнейший этап подготовки кормов к скармливанию на животноводческих фермах. Оно направлено на повышение питательной ценности кормов, улучшение их поедаемости и усвояемости животными.

Основная задача измельчения – облегчить и ускорить процесс переваривания корма животными, а также улучшить его технологические свойства [1, 2].

Измельчение многократно увеличивает поверхность частиц корма, что делает их более доступными для воздействия пищеварительных ферментов. Это напрямую влияет на переваримость и всасывание питательных веществ в желудочно-кишечном тракте.

Все корма на животноводческих фермах выдают в виде кормовых смесей. Для получения однородной кормосмеси необходимо, чтобы все компоненты были приблизительно одинаковых геометрических размеров. Это обеспечивает равномерное распределение питательных веществ в каждой порции корма.

Многие технологии, такие как гранулирование или экструдирование, требуют предварительного измельчения сырья. Из ценных продуктов невозможно спрессовать качественные гранулы, они будут хрупкими и неоднородными [3, 4].

Экономическая эффективность состоит в том, что правильно подобранный режим измельчения кормов позволяет повысить эффективность производства продукции до 10% и одновременно снизить расход кормов на производство единицы продукции до 15%.

В зависимости от вида измельчаемых кормов могут быть использованы агрегаты с разными типами органов измельчения.

Молотковые дробилки – наиболее распространенные агрегаты для измельчения зерновых кормов. Они конструктивно просты, просты в эксплуатации и обслуживании. Измельчение происходит за счет удара молотка по зерну, а также за счет снижения скорости движения зерна при помощи деки. Молотковые дробилки – энергозатратные агрегаты [5, 6].

Один из показателей оценки качества измельчения зерновых кормов – модуль помола, который определяют при помощи набора сит с последующим распределением на них измельченного материала. На практике различают грубый, средний и тонкий помол.

Вальцовые мельницы измельчают зерно путем его сдавливания и последующего растирания между вальцами. Вальцы вращаются навстречу друг с разными угловыми скоростями.

Дисмембраторы. Это современные агрегаты, которые осуществляют измельчение кормового сырья, находящегося в жидкой среде. Указанные агрегаты осуществляют одновременное измельчение и перемешивание кормового сырья.

Для измельчения грубых и сочных кормов применяют одноименные измельчители, которые оснащены режущими аппаратами вращательного движения – плосковращательные и барабанные.

Отдельные агрегаты, например, кормораздатчики, осуществляют измельчение, смешивание, транспортировку и выдачу кормовой смеси.

На типовых животноводческих комплексах установлены различные технологические линии подготовки кормов. Линия грубых кормов, линия сочных кормов, агрегат для смешивания, который выполнен с возможностью выгрузки в кормораздатчик [5, 6].

Благодаря средствам механизации процессов измельчения современные животноводческие комплексы могут эффективно использовать разнообразные корма, включая малоценные грубые корма и отходы переработки, превращая их в высокопитательные смеси, которые охотно поедаются животными. Это не только повышает рентабельность производства, но и способствует более полной реализации генетического потенциала продуктивности животных.

Список литературы

1. Сыроватка В.И. Основные закономерности процесса измельчения зерна в молотковой дробилке [Текст] / В.И. Сыроватка // Электрификация сельского хозяйства. – Научные труды ВИЭСХ. 1964. – М. : Колос, 1964. – С. 89–126.

2. Алимов Т.К. Организация производства и использование нетрадиционных кормов на основе безотходных технологий [Текст] / Т.К. Алимов. – Белгород : БГСХИ, 1990. – 46 с.

3. Вендин С.В. К расчёту конструктивных параметров ножей для измельчения пророщенного зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы: Майский, 2018. №1. – С. 16–31.

4. Вендин С.В. Дробилка для измельчения пророщенного зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.А. Семернина // Сельский механизатор, 2021. № 1. – С. 18–20.

5. Саенко Ю.В. Машины и оборудование в животноводстве / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко, К.В. Казаков, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, Е.А. Мартынов / Белгород, 2020. – 163 с.

6. Вендин С.В. Дробилка для зерна с комбинированной дробильной камерой / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.А. Семернина // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Майский, 2021. № 1. – С. 27–39.

УДК 631.354

АГРОАНАЛИТИК НА ЖАТКЕ

Иващенко К.В., Казаков К.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Соя богатейший источник белка (до 45%), витаминов и микроэлементов. Адаптируется к разным климатам. Мировое производство – 425.7 млн тонн. Рост обеспечивает Бразилия (+6.5 млн т) и Россия (+2.0 млн т). Давление на цены будет сдерживаться растущей переработкой в Китае, но рынок остается чувствительным к любому снижению спроса. Соя очень маржинальна и помогает поддерживать плодородие почв в севообороте.

Россия впервые стала чистым экспортером сои. В 2025 году в агропроме России произошло историческое событие, страна впервые стала нетто-экспортером соевых бобов. Главная причина – обвал импорта [1].

Ввоз соевых бобов упал в 2-3 раза (до 500-650 тыс. тонн против 1,4-1,5 млн тонн в 2024 году), экспорт тоже снизился, но не столь значительно – на 8,9%, до ~750 тыс. тонн.

Импорт семян под контролем, квоту 15 тыс. тонн продлили до 31.12.2026 года. Правительство РФ официально продлило квоты на ввоз семян ключевых сельхозкультур из недружественных стран. Решение затронет картофель, пшеницу, рожь, ячмень, кукурузу, сою, рапс, подсолнечник и сахарную свеклу.

Впервые ввоз был ограничен в январе 2024 года. Тогда общий лимит был выше – 33,1 тыс. тонн. Спустя этапы корректировки квота снижена и зафиксирована. Главная цель – стимулирование отечественной селекции и семеноводства. Объём квоты рассчитан Минсельхозом для покрытия текущих потребностей, но в рамках стратегии замещения. Рост урожая сои в 2025 году – 5-е место – Белгородская обл. (+160,7 тыс. т) [2].

Жатка для уборки сои RSM FS-500 «Float Stream» предназначена в агрегате с самоходным зерноуборочным комбайном S300 «NOVA» (PCM-083) для уборки сои, зерновых колосовых и зернобобовых, крупяных культур на равнинных полях с уклоном не более 8°. Жатка поставляется в различных исполнениях в зависимости от наличия системы копирования рельефа поля и единого гидроразъема.

Основными частями жатки являются: каркас, мотовило, режущий аппарат, шнек, щитки, делители, гидрооборудование, опоры подвижные, башмаки, и электрооборудование. В процессе работы корпус жатки навешен на наклонную камеру комбайна и может ко пировать поверхность земли при помощи башмаков, установленных на днище жатки. Перестановкой башмаков по отверстиям кронштейнов регулируется высота. Навешивается жатка на наклонную камеру комбайна непосредственно своим каркасом. Привод жатки осуществляется от наклонной камеры комбайна через два карданных вала. Для установки жатки на поверхность земли предусмотрены опоры. Особенностью жатки является наличие гибкого днища, состоящего из ряда пружинных щитков и шарнирно установленного гибкого ножевого бруса, что дает возможность работы жатки в двух

режимах: «с жестким ножом»; «с плавающим ножом». Режим «с жестким ножом» предназначен как для уборки зерновых, так и любых других культур включая сою, при определенных агротехнических условиях. Режим «с плавающим ножом» предназначен для уборки культур, где особенно требуется минимальная высота среза: соя, лен, крупяные, зернобобовые культуры. Технологический процесс протекает следующим образом: мотовило подводит порцию стеблей к режущему аппарату, затем срезанные стебли транспортируются шнеком к центру жатки, захватываются выдвигающимися пальцами и перемещаются в наклонную камеру комбайна.

Cognitive Crop Control интеллектуальная система, которая в режиме реального времени превращает комбайн RSM в самый точный аналитический центр, это лаборатория на ходу, агроаналитик на жатке. Преимущества - максимальная точность картирования, GPS-векторное картирование убранных площадей с детализацией, позволяющей увидеть потенциал каждого квадратного метра; онлайн контроль зерна: влажность, чистота, битое зерно, температура – вся критически важная информация поступает сразу; интеллектуальная карта: система генерирует динамическую тепловую карту урожайности, это стратегический инструмент для точного земледелия, куда направить удобрения в следующем сезоне и где скрыт нераскрытый потенциал поля [3]. Cognitive Pilot – ведущий мировой разработчик систем искусственного интеллекта для беспилотных транспортных средств.

Точные данные – это скорость реакции. Возможность ликвидировать потери, оптимизировать сушку и немедленно реагировать на изменения качества.

Список литературы

1. Патент № 2268611 C2 Российская Федерация, МПК A23K 1/14, A23N 17/00, F26B 3/02. Способ и установка для переработки свекловичного жома : № 2003112287/13 : заявл. 25.04.2003 : опубл. 27.01.2006 / С.А. Булавин, К.В. Казаков, В.А. Ветров [и др.] ; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия.

2. Безотходная энергосберегающая технология сушки свекловичного жома / С.А. Булавин, В.Н. Любин, К.В. Казаков, А. С. Колесников // Белгородский агромир. 2004. № 2 (14). – С. 35–37.

3. Патент № 2250799 C1 Российская Федерация, МПК B01F 3/08, B01F 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).

4. Булавин С.А. Энергосберегающая технология получения растительно-белкового витаминного концентрата из свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. № 3. – С. 28–29.

УДК 631.313.5

КУЛЬТИВАТОР ДЛЯ ПОЛОСОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Ищенко Н.О., Рыжков А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время хозяйствующие субъекты аграрного комплекса учитывая особенности кукурузы, наряду с потребностью в экономии энергоресурсов большее значение приобретают альтернативные технологии производства, 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 [1].

Strip-Till представляет собой специальную технологию обработки почвы для выращивания пропашных 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, защищенные соломой. Кроме того, внедрение технологии полосовой обработки почвы позволит сократить эксплуатационные затраты на выращивание технических культур и замкнуть цепочку в севообороте для технологии No till. Технологическая схема возделывания кукурузы по технологии Strip-Till и операционная карта на полосовую обработку приведены на листе [2].

Процесс полосовой обработки включает в себя использование специализированного оборудования для создания узких полос обработанной почвы на поле. Ширина этих полос обычно составляет от 15 до 30 сантиметров, а расстояние между ними - несколько сантиметров, в зависимости от конкретной культуры и используемого оборудования. Семена высаживаются непосредственно в обработанные полосы, а остальная часть почвы остается необработанной [3].

Известны ряд зарубежных конструкций культиваторов для полосной обработки почвы – культиватор ORTHMAN 1tRIPr (США), культиватор полосовой обработки FT-24, а также два культиватора американских фирм. Конструкции их схожи и в целом содержат аналогичные рабочие органы.

В конструкции предлагаемого 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 дообрабатывают поверхность (планчатый каток с вогнутыми планками) [4, 5].

Использование данной секции позволит осуществить внедрение технологии полосовой обработки почвы при выращивании технических культур, сократить эксплуатационные затраты и повысить урожайность. А благодаря возможности

полосовой обработки почвы с одновременным внесением удобрений под корневую систему растений, раскрываются новые перспективы применения технологии точного земледелия при повышении эффективности применения минеральных удобрений.

Список литературы

1. Динамика ротационных почвообрабатывающих рабочих органов игольчатого типа / А.А. Шварц, С.А. Шварц, А.Г. Уварова [и др.] // Наука в центральной России. 2021. № 6 (54). – С. 39–48.

2. Курдюмов В.И. Обоснование диаметра дискового рыхлителя орудия для прикатывания почвы / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, В.Е. Гаврилова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2 (42). – С. 13–17.

3. Рыжков А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и CAE анализ их рабочих органов / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: Материалы IV Международной научно-практической конференции, Тамбов, 15-17 ноября 2017 года. Том Выпуск 4, Том I. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2017. – С. 191–196.

4. Зволинский В.Н. Экологические аспекты обработки черноземов скоростными орудиями / В.Н. Зволинский // Тракторы и сельхозмашины. 2019. № 3. – С. 3–11.

5. Булавин С.А. Комплексы машин для возделывания и уборки сахарной свеклы в условиях биологизации земледелия Белгородской области / С.А. Булавин, В.Н. Любин, А.В. Рыжков // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 6. – С. 29–31.

УДК 637.116

ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ ВЫЖИМАЮЩЕГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ

Кобяков Н.Р., Скляров А.И.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время повышение эффективности и конкурентоспособности молочного животноводства невозможно без дальнейшего совершенствования технологии и технических средств машинного доения коров [1].

Поэтому применяемое доильное оборудование должно обеспечить условия позволяющее сформировать у животных максимальной молочной продуктивности от лактации к лактации, а также и увеличение их числа.

Однако следует заметить, что не всегда доильное оборудование обеспечивает оптимальные условия для формирования у животных правильного рефлекса молокоотдачи и здоровья вымени. Поэтому современные доильные аппараты должны обеспечивать различные режимы воздействия на молочную железу, то есть иметь в своей конструкции механизмы, которые своевременно реагируют на изменение молокоотдачи животных [2, 3].

Анализ исследований показывает, что одним из перспективных направлений в области машинного доения коров - создание доильного аппарата, работающего по принципу выжимания молока из соска вымени и обеспечивающего стимулирующее воздействие на молочную железу, и тем самым полное и быстрое извлечение молока из вымени, не нанося при этом вред здоровью. Кроме этого, в таких доильных аппаратах, как ни где, можно приблизить машинное доение к естественному извлечению молока из вымени теленком. Следует отметить, что вакуумметрическое давление, создаваемое в ротовой полости примерно равно – 30 кПа, что значительно ниже величины вакуума доения в современных доильных аппаратах, 48…50 кПа [4-6].

То есть при машинном доении необходимо стремиться копировать те процессы, которые свойственны при ручном и естественном способах извлечении молока из вымени животных [7, 8].

Однако, несмотря на известные разработанные конструкции доильных аппаратов, машинное доение, по эффективности извлечения молока из вымени коров, уступает сосательному аппарату теленка и ручному доению [1, 5].

Предлагаемый доильный аппарат выжимающего принципа действия содержит доильные стаканы, соединенные с коллектором, который содержит три камеры – управления, переменного и постоянного вакуума, разделенных мембраной с перегородкой. Камера переменного вакуума соединена с подсосковыми камерами доильных стаканов, камера постоянного вакуума с молокопроводом. Каждый доильный стакан содержит корпус, в котором установлен механизм прижатия, выполненный в виде мембраны, соединенной тягой с деформатором соска, выжимающие элементы которого выполнены в виде двух цилиндрических роликов, находящиеся на оси соединенной тягой с механизмом перемещения. Двухполупериодный пульсатор вакуумшлангами соединен: первой камерой с

пневмокамерой механизма прижатия и верхней гофрой механизма перемещения; второй камерой с камерой управления коллектора и далее с нижней гофрой механизма перемещения.

Принцип работы заключается в следующем. Так как отсос воздуха из камеры переменного вакуума коллектора осуществляется через кольцевую щель дозированно то в подсосковых и межстенных камерах устанавливается пониженный вакуум – 33…40 кПа. При такте выжимания от двухполупериодного пульсатора одновременно: от первой камеры воздух поступает в пневмокамеру и из-за разности давлений мембрана прогибается и посредством штока перемещает кронштейн с цилиндрическими роликами, пережимая сосок у его основания; от второй камеры вакуум поступает нижнюю гофру механизма перемещения, которая сжимается и посредством тяги перемещает вниз цилиндрические ролики, которые при перемещении выжимают молоко из цистерны соска.

При такте отдыха от двухполупериодного пульсатора одновременно: от второй камеры поступает воздух в камеру управления коллектора, вследствие чего мембрана прогибается перекрывает кольцевую щель и отсос воздуха осуществляется через калиброванное отверстие, тем самым устанавливая в подсосковых и межстенных камерах вакуум равный – 12 кПа; от первой камеры вакуум поступает: в пневмокамеру механизма прижатия, вследствие чего мембрана возвращается в исходное положение и перемещает цилиндрические ролики, тем самым освобождает сосок от их воздействия; в верхнюю гофру механизма перемещения, которая сжимается и посредством тяги перемещает цилиндрические ролики вверх до основания соска – исходное положение.

Список литературы

1. Донник И.М. Влияние технологии доения на молочную продуктивность и качество молока // Аграрный вестник Урала. 2014. № 12 (130). – С. 13–16.

2. Кудрин М.Р. Морфофункциональные свойства вымени коров и их молочная продуктивность // Аграрная Россия. 2016. № 4. – С. 12–14.

3. Краснов И.Н., Бабенко С.Н. Совершенствование конструкции доильных стаканов //Вестник аграрной науки Дона. 2018. № 2 (42). – С. 5–11.

4. Борозенцев В.И., Ужик В.И. К разработке алгоритма действия автомата доения коров // Техника в сельском хозяйстве. 2002. № 4. – С. 15.

5. Ужик В.Ф., Кокарев П.И. Выжимающий доильный аппарат // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2013. № 3 (11). – С. 67–70.

6. Ужик В.Ф., Борозенцев В.И. К обоснованию конструктивных параметров ров автомата доения // XI Международный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных: Казань 2003. – С. 49–54.

7. Борозенцев В.И. К разработке конструкции доильного аппарата выжимающего принципа действия // Теоретический и научно-практический журнал «Инновации в АПК: проблемы и перспективы». 2022. № 1 (33). – С. 51–59.

8. Патент № 2262841. Доильный аппарат: № 2004110092: заявл. 02.04.2004: опубл. 27.10.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляров, О.В. Ужик, В.И. Борозенцев; заявитель, патентообладатель Белгородский гос. Аг-рар. ун-т. – 15 с.

УДК 631.314.1

СПАРЕННЫЙ КАТОК ДЛЯ ДИСКАТОРА

Коваленко А.А., Рыжков А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Технологии минимальной обработки почвы ставят перед аграриями задачи, которые с успехом решают дискаторы. Простота конструкции, высокая производительность, малая склонность к забиванию растительными остатками, способность легко преодолевать препятствия, возможность обеспечивать поверхностную обработку почвы и другие преимущества делают дискаторы предпочтительными, а в отдельных случаях единственно возможными для применения [1]. Универсальное орудие, предназначенное для основной и предпосевной обработки почвы – дисковая борона (лущильник, дискатор, мульчировщик) – имеет довольно широкое распространение среди аграриев, работающих по различным технологиям обработки почвы (кроме no-till) [2].

В случае использования дисковых борон для предпосевной обработки почвы при их покупке важно правильно подобрать прикатывающий каток, который позволит создать небольшое обратное уплотнение почвы. Таким образом мы сможем выровнять поверхность, придать ей нужную структуру и закрыть влагу.

Для предпосевной подготовки рекомендуют выбирать тандемный каток (сочетание трубчатой и ребристо-планчатой поверхности). Такие приспособления, по его словам, хорошо справляются с вышеперечисленными задачами по выравниванию, структурированию и созданию небольшого обратного уплотнения [3].

Тандемные катки особенно хороши на черноземах. Хорошо показывают себя резиновые уплотняющие катки или менее дорогой вариант – сегментно-конусные. Липкая и влажная консистенция таких почв меньше забивает и «наматывается» на катки подобного строения [4].

Также на предпосевной подготовке можно использовать универсальные клиновидные катки. Они тоже больше подойдут для тяжелых почв. На средних же и легких почвах для предпосевной подготовки их использовать не рекомендуется (будет переуплотнение) [5].

При выборе катка надо ориентироваться на условия работы. Металлический каток с мощной батареей чистиков будет хорош для сырых условий. Когда почва спелая, хорошо себя показывает резиновый каток. В то же время при слишком сухой и агрессивной обработке почвы резиновый каток может быстро разрушиться об острые комья, а металлический сработает идеально [5].

Если дисковые бороны используются на предпосевной подготовке почвы, настроить машину нужно таким образом, чтобы обработка была сплошной. И глубина обработки должна быть примерно равной глубине заделки семян.

Анализ литературных источников показывает, что уплотнение почвы при работе с дисковыми орудиями осуществляется самыми разными видами катков.

Однако, наиболее эффективно для предлагаемой конструкции будет использование катка с набором литых дисков фигурного сечения. Мы предлагаем

опорно-прикатывающий каток для дискатора, состоящий из рамы, шарнирно закрепленной к основной раме дискового орудия за счет осей, на которой закреплены в шахматном порядке три секции катка. Диаметр секции катка 580 мм по выступам и 540 мм по впадинам. К дискатору посредством двух лонжеронов и шарнирных осей крепится рама опорно-уплотняющего катка. Рама катка представляет собой конструкцию в виде равнобедренного треугольника и состоит из балок в виде труб сечением 80х80 мм. На ней в ушах крепления с помощью осей присоединены три секции опорно-уплотняющего катка. Рама катка имеет возможность перемещения в продольной плоскости, а каждая секция - в поперечной плоскости. Такая конструкция тандемного трехсекционного катка при закреплении его за дискатором позволит лучше контролировать глубину хода, осуществлять обратное уплотнение и создавать зоны, впитывающие воду, снижая опасность заплывания почвы.

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. Макаренко А.Н. Обоснование параметров рабочих органов почвообрабатывающих машин с переменными углами рабочих поверхностей / А.Н. Макаренко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 5-3 (10-3). – С. 236–240.

3. Булавин С.А. Комплексы машин для возделывания и уборки сахарной свеклы в условиях биологизации земледелия Белгородской области / С.А. Булавин, В.Н. Любин, А.В. Рыжков // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 6. – С. 29–31.

4. Булавин С.А. Агрегат для биотехнологической обработки почвы / С.А. Булавин, А.В. Рыжков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 1. – С. 3–5.

5. Сорокин Е.А. Сравнение нагрузок на каток сменного кузова с учетом восстановленной деформации почвы за катком / Е.А. Сорокин // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2008. № 5. – С. 35–36.

УДК 338.43.02

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ АПК

Ковтун И.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современный агропромышленный комплекс – это не только поля и фермы, но и сложная инфраструктура: зернохранилища и элеваторы, животноводческие комплексы, тепличные хозяйства, предприятия по переработке и хранению продукции. Проектирование и эксплуатация таких объектов предъявляют особые требования к надёжности, энергоэффективности и соблюдению санитарных норм [1].

Цифровое моделирование становится ключевым инструментом, позволяющим создавать виртуальные копии этих сооружений ещё на стадии проектирования, проводить эксперименты без воздействия на реальные системы, снижать риски и затраты на строительство. Технологии информационного моделирования зданий (BIM) дают возможность не просто фиксировать проектное состояние, но и сопровождать объект на протяжении всего жизненного цикла – от первой сваи до капремонта [2].

В условиях санкционного давления и курса на технологический суверенитет особую значимость приобретает переход на отечественное программное обеспечение. Рассмотрим ключевые российские разработки, которые уже сегодня успешно применяются при создании цифровых моделей объектов АПК.

Российские разработчики предлагают следующие продукты для BIM-проектирования строительных объектов АПК.

Renga Professional: комплексное проектирование зданий и сооружений. Система автоматизированного проектирования Renga Professional предназначена для комплексного проектирования зданий и сооружений по технологии ТИМ/BIM. Решение внесено в реестр российского ПО и позволяет заменить иностранные аналоги (Autodesk Revit, Archicad).

Ключевая особенность Renga – возможность совместной работы разных специалистов над одним строительным проектом в режиме реального времени. Это критически важно при проектировании сложных агропромышленных объектов, где требуется синхронизация архитектурных, конструктивных и инженерных решений [3].

Model Studio CS: тяжёлый класс для промышленных объектов. Model Studio CS (разработчик «СиСофт Девелопмент») – комплексная система для создания информационных трёхмерных моделей объектов промышленного и гражданского строительства. Продукт работает на платформе nanoCAD и обеспечивает быстрое получение модели с использованием параметрической базы, автоматическое выполнение спецификаций и генерацию чертежей [4].

Для объектов АПК особенно важны возможности Model Studio CS по:

• созданию моделей технологического оборудования; проектированию инженерных сетей (водоснабжение, вентиляция, электроснабжение); выпуску документации, соответствующей национальным стандартам.

Дополнительным инструментом выступает CADLib Модель и Архив – информационная система для поддержки жизненного цикла объектов капитального строительства, обеспечивающая среду общих данных, проверку коллизий и управление инженерными данными модели на всех этапах – от проекта до эксплуатации [5].

Pilot-BIM: среда общих данных. Pilot-BIM – платформа для создания единой среды общих данных, объединяющая всех участников инвестиционно-строительного проекта. Ключевое преимущество – независимость от инструментов создания BIM-моделей: система собирает сводную информационную модель из частей, разработанных в разных САПР.

SMARTGRANUM: цифровые двойники технологических процессов. Система позволяет создавать цифровые копии технологических процессов и производственных линий предприятий АПК, что особенно актуально для перерабатывающих заводов и элеваторных комплексов.

В результате анализа текущего состояния программных продуктов и практик их применения наблюдается концептуальный разрыв между строительным проектированием и технологической эксплуатацией. BIM-модель, созданная на этапе стройки, зачастую существует изолированно от моделей технологических процессов: сушки, хранения, переработки. В результате цифровой двойник элеватора или фермы остается «коробкой», не наполненной реальной производственной динамикой.

Список литературы

1. АРПП «Отечественный софт». Разбор кейса внедрения ПО: переход InOneBuro на российское решение BIM-системы Renga Professional// Ассоциация разработчиков программных продуктов «Отечественный софт». – 12.08.2025. – URL: https://arppsoft.ru/news/review/19896.

2. CNews. «Нанософт» подводит итоги 2025 года: массовый переход на nanoCAD, расширение портфеля отраслевых решений, запуск продуктов на базе ИИ // CNews.ru. – 29.12.2025. – URL: https://axenix.cnews.ru/news/line/2025-12-29_nanosoft_podvodit_itogi.

3. Мачкарин А.В. Инновационные технологии в растениеводстве / А.В. Мачкарин // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции, Майский, 10-11 июня 2024 года. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 24–25.

4. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 364 с.

5. TAdviser. Pilot-BIM: возможность проверки моделей в браузере // TAdviser.ru. – 14.02.2025. – URL:https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Pilot-BIM.

УДК 62-65.631.3

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ В СФЕРЕ ЖИВОТНОВОДСТВА

Ковтун А.П., Стребков С.В., Ковтун И.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В работе рассмотрены вопросы влияния параметров освещения (продолжительности светового дня, спектрального состава и уровня освещённости) на продуктивность крупного рогатого скота (удои, привесы, репродуктивные функции). Представлены результаты исследований по эффективности применения светодиодных светильников с утилизацией тепла и интеллектуальным управлением. Показаны экономические преимущества внедрения современных систем освещения в животноводстве.

Изменение парадигмы освещения связано с появлением новых светодиодных источников света и созданием автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП). Свет один из важнейших факторов получения высоких уровней производительности и качества продукции. Он влияет на: соблюдение биологических ритмов; эмоциональное состояние животных; преодоление стрессовых ситуаций.

Ранее проведённые исследования советских, российских и зарубежных учёных доказали положительное влияние освещения на производительность коров: прибавку молока, повышение жирности и улучшение общего физического состояния животных.

Разработанные нами светильники с утилизацией тепла создают предпосылки для внедрения интеллектуальных систем освещения, позволяющих [1]:

- снизить потребление электроэнергии при реконструкции освещения на 50%;
- увеличить производство молока на 5%;
- сократить расходы на тепловую энергию, необходимую для хозяйственных нужд и подогрева питьевой воды;
- повысить светоотдачу светильников до 25% за счёт стабилизации температурного режима [4, 5];
- регулировать интенсивность освещения и спектральный состав света на основании протокола биоритма животных.

Наиболее изученным и практически значимым фактором является продолжительность светового дня. Исследования и производственные эксперименты подтверждают, что оптимизация этого параметра ведёт к значительному росту надоев. Искусственное удлинение светового дня до 16…18 часов в сутки позволяет значительно повысить молочную продуктивность. Например, в проекте компании Health &Nutrition на ферме «Вербиловское» за год эксперимента среднесуточный удой на одну корову вырос на 1,1 кг. Это обеспечило дополнительно более 460 тонн молока в год и повысило рентабельность хозяйства на 9% [2].

Правильный световой режим снижает уровень тревожности у поголовья (за счёт уменьшения концентрации гормона стресса кортизола) и положительно сказывается на показателях воспроизводства стада [2].

Важна не только длина светового дня, но и его качественный состав — цветовая температура или длина волны. Разные длины волн по-разному воспринимаются организмом животного и могут стимулировать конкретные биологические процессы [3].

Результаты исследования влияния разной длины волн на продуктивность коров получавшие дополнительно синий свет, дали наибольшую прибавку в удоях и улучшили качественные показатели молока. Это говорит о лучшей сбалансированности обменных процессов и потенциально более высоких привесах или сохранении упитанности [4].

Внедрение светодиодных светильников с утилизацией тепла и интеллектуальным управлением даёт значительный экономический эффект за счёт роста продуктивности животноводства, снижения энергопотребления и повышения надежности осветительных приборов [5-7].

Список литературы

1. Андреева, Е. В. 207. О влиянии искусственного освещения на продуктивность крупного рогатого скота. Широбокова Т.А., Шувалова Л.А., Иксанов И.Н. // Вестн. ВИЭСХ / Федер. науч. агроинженер. центр ВИМ. Москва.-2017.-N 1(26).-С. 18-22.-Рез. англ.-Библиогр.: с.21-22. Шифр 05-13720Б / Е. В. Андреева // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2018. – № 1. – С. 207. – EDN YPXBZK.

2. Электронный ресурс: https://agroexpert.press/zhivotnye-ryba-pticza/kak-uvelichenie-svetovogo-dnya-v-korovnike-skazalos-na-nadoyah-v-stade.

3. Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы VII Международной студенческой научной конференции, Майский, 25-27 февраля 2025 года. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 392 с. – EDN BJFWLW.

4. Довлатов И.М. Влияние освещенности на молочную продуктивность крупного рогатого скота / И.М. Довлатов, Д.А. Благов, Д.Ю. Павкин // Молочная промышленность. 2023. № 6. – С. 24–29. – DOI 10.21603/1019-8946-2023-6-4.

5. Светильник со стабилизацией температурного режима источника света / В.Ю. Страхов, А.П. Ковтун, Д.А. Лукинов, А.Н. Малахов // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 4 (68). – С. 110–115. – DOI 10.35694/YARCX.2024.68.4.016.

6. Патент на полезную модель № 232107 U1 Российская Федерация, МПК F21V 29/56, A01G 9/20. Светильник со стабилизацией температурного режима источника света : заявл. 11.09.2024 : опубл. 25.02.2025 / А.П. Ковтун.

7. Стребков С.В. Надежность технических систем : учебное пособие / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.В. Сахнов. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 185 с.

УДК 631.172:631.363.7

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНОГО ТИПА СМЕСИТЕЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АМИДНОГО ЖОМА

Колесник В.В., Цыганков А.В., Колесников А.С.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одним из важных этапов получения амидного жома является правильное смешивание компонентов, которое осуществляется с помощью специализированных смесителей. Проблема состоит в том, что многие традиционные виды смесителей требуют большого количества энергии, что увеличивает производственные затраты. Следовательно, актуальным становится поиск энергоэффективных решений, позволяющих сохранить качество продукта при меньшем потреблении электроэнергии [1].

При анализе наиболее распространённых типов смесителя в сфере производства амидного жома: ленточные, барабанные, шнековые и вертикальные, проводятся замеры потребления энергии и влияние конструкции каждого типа смесителя на итоговую стоимость производства. Исходя из этого, установлено, что барабанные смесители показывают наивысший коэффициент полезности действия и минимальный расход энергии, в то время как ленточные и вертикальные типы смесителей оказались менее эффективными, значительная разница в энергопотреблении объясняется особенностями конструкции и рабочим и рабочим механизмом каждого типа оборудования. Барабанные смесители обладают преимуществами в плане экономии электроэнергии, но следует помнить, что ключевым фактором является не только снижение затрат, но и поддержание эксплуатационной надежности, степени износа и простоты обслуживания. Таким образом, при выборе смесителя важности рассматривать совокупность всех вышеперечисленных факторов [2-4].

Помимо энергоэффективности, внимание следует уделить возможности интеграции смесителей в систему автоматического управления предприятием, что позволяет значительно упростить рабочий процесс и исключить риск ошибок оператора. Необходимо анализировать и выбирать оптимальные режимы работы смесителей в режиме реального времени [5].

Выбор типа смесителя оказывает существенное влияние на экономику производства амидного жома. Данные свидетельствуют о существенной экономии электроэнергии при использовании барабанных смесителей, что повышает их конкурентоспособность. Однако нельзя забывать о других факторах: удобство обслуживания, сроки замены запчастей и поддержка качества продукции. Оптимальный подход предполагает комплексное рассмотрение всех аспектов, влияющих на долгосрочность работы предприятия [6].

Список литературы

1. 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 конструирования машин, Майский, 24 января 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2018. – С. 494–497.

2. Безопасность жизнедеятельности: Практикум по дисциплине для бакалавров по направлению подготовки 35.03.06 – Агроинженерия / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.В. Рыжков [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 148 с.

3. Мачкарин А.В. Оптимизация конструктивно-режимных параметров раздатчика-смесителя кормов / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 4 (32). – С. 96–108.

4. Research in parameters of working process of interfusing in batcher mixer / A. Kolesnikov, A. Pastukhov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan // Engineering for Rural Development, Jelgava, 22-24 мая 2019 года. Vol. 18. – Jelgava : Без издательства, 2019. – P. 487–492. – DOI 10.22616/ERDev2019.18.N033. – EDN POMTSH.

5. Многофакторный статистический анализ процесса смешивания при получении кормовой добавки на основе свекловичного жома / А.В. Дранников и др. // Вестник ВГУИТ. 2020. № 1 (83). – С. 27–33.

6. Выбор рациональных параметров технологических условий процесса смешивания при получении кормовых брикетов / Е.С. Шенцова и др. // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3 (69). – С. 61–67.

УДК 621.8:631.363.7

ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СМЕСИТЕЛЯ, КОНТАКТИРУЮЩИХ С АГРЕССИВНОЙ СРЕДОЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АМИДНОГО ЖОМА

Колесник В.В., Цыганков А.В., Колесников А.С.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Свекловичный жом обладает агрессивной природой, оказывая негативное воздействие на металлические поверхности смесителей. Поэтому одной из важнейших задач становится выбор устойчивых к коррозии и абразивному износу материалов, которые обеспечат длительный срок службы оборудования [1].

Рассмотрен широкий спектр материалов, применяемых для деталей смесителей: углеродистая сталь, легированные стали, специальные составы, керамика и композиты. Определяются факторы, влияющие на долговечность изделий, такие как твердость, коррозийная устойчивость и устойчивость к истиранию [2].

Определяя достоинства и недостатки популярных материалов, углеродистая сталь является наименее подходящей из-за низкой коррозийной защиты и быстрого износа. Высоколегированные стали и никельсодержащие сплавы проявляют себя лучше благодаря повышенной прочности и способности противостоять агрессии среды. Керамика обладает отличными характеристиками по твердости, но материал очень хрупкий и дорогой. Композиционные материалы обладают отличными характеристиками, но требуют дополнительного изучения и адаптации к условиям эксплуатации.

Несмотря на то, что легированные стали выглядят наиболее выгодными по многим параметрам, композитные материалы и керамика заслуживают внимания для дальнейшего изучения, а также в каждом конкретном случае необходим индивидуальный подход [3, 4].

Правильный выбор материала играет решающую роль в повышении срока службы смесителей и снижении общих эксплуатационных затрат. Необходимо оценивать материалы из целого ряда параметров, начиная от себестоимости и заканчивая эксплуатационными свойствами. В будущем требуются дополнительные исследования по использованию новых композитов и покрытий, чтобы улучшить защитные свойства материалов [5, 6].

Список литературы

1. Теория и расчет адаптивного доильного оборудования для крупного рогатого скота / В.Ф. Ужик, О.В. Китаева, О.А. Чехунов [и др.]. – Москва ; Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2020. – 520 с.

2. Зелепукин Ю.И., Зелепукин С.Ю. Производство жома с добавлением мелассы // Сахар. 2022. № 9. – С. 34–37.

3. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 364 с.

4. Зайцев А.Н, Суздальцева Е.Н. К вопросу о коррозии труб горячего водоснабжения из нержавеющей стали. // Системные технологии. 2017. № 23. – С. 4–14.

5. Мачкарин А.В. Машина для создания однородной массы навоза в Лагуне / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков // Эффективное животноводство. 2018. № 7 (146). – С. 62–63.

6. 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 конструирования машин, Майский, 24 января 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2018. – С. 494–497.

УДК 636.086.5

МЕХАНИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОПОННОГО КОРМА

Кулёв А.С., Казаков К.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ п. Майский, Россия

Механизация процессов получения кормов является ключевым элементом повышения производительности сельскохозяйственного производства. Гидропонный метод выращивания кормовых культур представляет собой инновационный подход, позволяющий эффективно выращивать высококачественный корм вне зависимости от климатических условий и сезона. Выращивание гидропонного зеленого корма (ГЗК) включает в себя несколько процессов: подготовка зерна; выращивание зерна; увеличение зеленой массы; распространение корневой части. Механизация процесса предполагает использование специализированного оборудования и автоматизированных систем для оптимизации всех этапов производства: подготовки субстрата, подачи питательных растворов, освещения и сбора готового продукта [1, 2].

Гидропонные установки включают систему циркуляции воды, освещение LED лампами, датчики уровня pH и концентрации удобрений, а также контроллеры температуры и влажности воздуха. Автоматическое управление этими параметрами обеспечивает стабильные условия роста растений, снижает риск заболеваний и повышает урожайность. Применение современных технологий, таких как роботизированные манипуляторы для посадки семян и уборки готовой продукции, позволяет сократить затраты труда и минимизировать человеческий фактор [1].

Преимущества механизации процессов получения гидропонных кормов очевидны:

- Повышение продуктивности и сокращение сроков созревания растений благодаря контролю над условиями роста.
- Сокращение потерь сырья и уменьшение потребления водных ресурсов за счет замкнутых циклов водоснабжения.
- Улучшение качества кормов путем точного дозирования питательных веществ и своевременного внесения подкормок.
- Оптимизация расходов на рабочую силу посредством автоматизации трудоемких операций [3].

Некоторые установки для выращивания зелёного злаково-бобового корма (ГЗК) оборудуются системами автоматизации, которые повышают эффективность и стабильность производственного процесса. Специализированные контроллеры управляют климатическими условиями, поддерживая заданные параметры температуры, влажности и освещённости. Автоматические системы полива осуществляют регулировку подачи воды, часто реализованную через программируемые логические реле, что позволяет гибко настраивать график увлажнения и объём подаваемого раствора. Для предотвращения распространения инфекций и заболеваний используются системы обеззараживания зерна,

основанные, например, на применении озона. Важным элементом установок является разделение систем орошения и канализации, что исключает риск аварийного затопления и создаёт благоприятные санитарные условия [4].

Применение механизированных методов открывает перспективы дальнейшего совершенствования сельскохозяйственных технологий [5, 6]. Например, широкое распространение получают мобильные роботы и беспилотники, используемые для анализа состояния выращиваемых культур и автоматического поддержания заданных параметров среды. Подобные разработки формируют базу для перехода к принципиально новым технологиям в сфере кормления животных, обеспечивающих высокую эффективность и экологичность производств.

Таким образом, внедрение механизмов и автоматизированных систем в получение гидропонных кормов становится необходимым условием успешного функционирования современного сельхозпредприятия, способствуя устойчивому росту экономики и поддерживая продовольственную безопасность региона.

Список литературы

1. Кирдань Е.Н. Энергосберегающая технология и средства механизации производства гидропонных зеленых кормов: Дис. канд. технич. наука / КГАУ. – Симферополь, 2000. – 130 с.

2. Костюченко В.А. Агро-механическое обоснование машин для производства гидропонного зеленого корма / В.А. Костюченко, В.М. Булгаков, Н.А. Свирен, В.В. Дрига. – Кировоград : КОД, 2010. – 320 с.

3. Вендин С.В. Исследование влияния различных способов предпосевной обработки на проращивание зерна пшеницы и ячменя / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Майский, 2019. №2. – С. 15–30.

4. Пат. 2472330 Российская Федерация, A01C1/00 (2006.01). Способ проращивания зерна и устройство для его осуществления [Текст] / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Вендин С.В., Макаренко А.Н., Саенко С.В., Сахнов А.В., Саенко Т.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА. – № 2011109467/21; заявл. 14.03.2011; опубл. 20.01.2013. – 13 с.: ил.

5. Пат. RU 2642511 Российская Федерация C1 A01C 1/02 (2006.01) Конвейер для проращивания зерна Вендин С.В., Саенко Ю.В., Саенко С.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина – № 2017107674; заявл. 07.03.2017, опубл. 25.01.2018 Бюл. № 3 – 9 с.

6. Results of experimental studies on using MWF electromagnetic field energy for pre-sowing treatment of grain crop. Sergey V. Vendin, Yuriy V. Saenko, Oksana V. Kitaeva, Sergey V. Solovev, Konstantin V. Kazakov, Yuri N. Ulyantsev / International Journal of Advanced Science and Technology. 2020. vol. 29. № 3. – pp. 3747–3763.

УДК 004.8

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ В АГРОБИЗНЕСЕ

Курганский Д.А., Казаков К.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Искусственный интеллект (ИИ) активно внедряется в агробизнес и охватывает всю цепочку: от производства и переработки до логистики и продаж. Некоторые направления использования ИИ в технических системах агробизнеса [1].

Точное земледелие. Строится на данных с датчиков, дронов и спутников. Например, лёгкий дрон собирает данные, а специальная программа на основе ИИ анализирует снимки, строит карту вегетации и выявляет проблемные зоны, где растения болеют или испытывают нехватку питательных веществ.

Управление системами вентиляции, полива и досветки. ИИ получает данные с датчиков температуры, влажности, освещённости и углекислого газа и в реальном времени управляет системами, подстраивая условия под потребности конкретной культуры и время суток для максимальной эффективности.

Роботизация. Созданы манипуляторы для сбора урожая, сортировки и упаковки продукции. Системы ИИ также применяют для управления поливом и энергопотреблением на крупных сельхозпредприятиях, что даёт существенную экономию.

Цифровое животноводство. Системы чипирования и видеоаналитики позволяют идентифицировать каждое животное, следить за его передвижением, поведением и физиологическим состоянием.

Автономная сельхозтехника. Техника выполняет работу самостоятельно – без участия водителя или оператора. ИИ с помощью датчиков, камер и алгоритмов машинного зрения определяет препятствия, сколько необходимо семян на конкретном участке, прокладывает оптимальный маршрут, изменяет его при необходимости и т.д. [2].

Активное применение и развитие искусственного интеллекта в области сельского хозяйства в России – это тренд, актуальный и на сегодняшний день, и в последующие годы. Применение дронов, систем компьютерного зрения и мониторинга, анализа больших объемов данных позволяет значительно снизить нагрузку на занятых в агропромышленной отрасли работников, спрогнозировать и повысить урожайность растений и воспроизводство животных.

Россия не зависит от импортных разработок: за последние годы появилось достаточное количество разнообразных ИИ- и ИТ-решений для сельскохозяйственной отрасли, и эта тенденция набирает обороты. Алгоритмы ИИ постоянно совершенствуются, что способствует более точному и надежному сбору и анализу данных, в том числе больших их массивов [3].

Внедрение ИИ-технологий на предприятиях АПК требует вложения средств и подготовки инфраструктуры, что является одним из сдерживающих факторов, особенно для небольших ферм. Однако эти вложения окупаются по мере использования ИТ-решений, выводят удобство работы и качество продукции на совершенно новый уровень.

Список литературы

1. Содержание телят. Современные технологии и средства механизации / О.А. Чехунов, В.Ф. Ужик, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2020. – 385 с.

2. Механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства. Практикум / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 195 с.

3. Основы механизации сельскохозяйственного производства: учебное пособие для студентов среднего профессионального образования обучающихся по специальности 35.02.08 – Электрификация сельского хозяйства. Протокол № 964 от 18 октября 2021 г / К.Н. Путиенко, Ю.В. Саенко, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 420 с.

4. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие / С.Н. Алейник, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород: Бел ГАУ им. В.Я. Горина, 2020. – 357 с.

УДК 631.171

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

Кучеренко К.А., Саенко Ю.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время сложно представить сельское хозяйство без орошения сельскохозяйственных культур, ведь орошение регулирует одну из составляющих высокого плодородия – снабжение растений жизненно необходимыми водными ресурсами, обеспечивая их правильными питательными, микробиологическими режимами почвы.

В практике существует множество способов орошения, такие как: поверхностное орошение, орошение дождеванием, внутрипочвенное орошение, капельное орошение и другие [1].

Идея порционной подачи воды известна давно, но широкое распространение капельное орошение получило в середине 20-го века. Первоначально метод был применен в тепличном хозяйстве, но сегодня активно применяется как в защищенных, так и в открытых грунтах [1, 2].

Капельное орошение имеет ряд преимуществ перед остальными. Капельный полив не имеет ограничений в подборе орошаемых культур, поскольку он хорошо подходит под любой тип культуры. При выборе ландшафтной местности он также универсален, так как монтаж этой системы производится как на равнинной местности, так и на склонах. Такое орошение снижает уровень затрат труда, а также время затрачиваемое, в среднем, на полив культуры. Так, например, при поливе 1 га сельскохозяйственной культуры таким способом как дождевание, необходимо затратить 5-6 часов. В случае с капельным поливом, то на такую же площадь потратим 3-4 часа. Такой полив очень экономичен. Ведь при капельном орошении влага и все необходимые вещества попадают непосредственно в корневую систему, что снижает потребление ресурсов в разы [3, 4]. Также уменьшается уровень потребления воды за счёт снижения коэффициента испаряемости и неточности попадания влаги к сельскохозяйственной культуре. Поскольку водные ресурсы поступают именно к культуре, то резко снижается уровень насекомых-вредителей и рост сорняковых растений, что приводит к снижению убытка от порчи культуры. В случае с материалоемкостью, на сбор такой конструкции для капельного полива также не требуется больших затрат на материалы.

Типовая система капельного орошения представляет собой ряд узлов, которые связаны между собой и обеспечивают подачу чистой воды от источника до каждого растения. К отдельным узлам относят точку забора воды и создания напора, систему фильтрации, магистральный и разводящий трубопроводы, капельные линии, соединительные элементы и арматуру.

Источником забора воды может являться скважина, колодец, открытый водоем, центральный водопровод. Для создания заданного давления используют насосы, или емкость с водой поднимают на некоторую высоту над поверхностью

земли. Для поддержания давления используют регуляторы давления. Узел фильтрации – это критически важный элемент, т.к. в капельницах очень маленькие отверстия, которые очень легко засоряются. В зависимости от источника воды и степени ее загрязнения применяют различные по конструкции фильтры: дисковые, сетчатые, песчано-гравийные и другие. Магистральный и разводящий трубопроводы – это система труб, которой распределяют воду по орошаемому участку. К основным линиям подключают капельницы [5, 6]. Капельницы – это сосуды, по которым вода поступает к растениям. Капельницы могут быть выполнены в виде трубок и лент, которые также отличаются по толщине стенки. Капельные трубки могут быть диаметром 16 и 20 мм с толщиной стенки 0,6-2 мм. Они прочнее лент и имеют срок службы до 7 лет. Могут быть выполнены как со встроенными капельницами, так и без них. Тогда отверстия для капельниц проделывают в необходимых местах. Капельные ленты изготавливают из тонкой полоски полиэтилена с толщиной стенки 100-300 мкм, которая заворачивается в трубку и спаивается. Капельная лента отличается низкой стоимостью.

Таким образом, капельный полив обеспечивает ряд существенных преимуществ перед другими: универсален для любого ландшафта, подходит для любого типа сельскохозяйственных культур, обеспечивает низкую трудоемкость, экономически эффективен, а также минимизирует рост сорняков и снижает уровень вредных насекомых.

Список литературы

1. Тараканов Г.И. Овощеводство [Текст] / Г.И. Тараканов. – М. : КолосС, 2014. – 472 с.
2. Мачкарин А.В. Механизация, электрификация и автоматизация в садово-парковом и ландшафтном строительстве: Учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.10 Ландшафтная архитектура направленность (профиль) «Садово-парковое и ландшафтное строительство» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 148 с.
3. Ольгаренко Г.В. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения [Текст] / Г.В. Ольгаренко и др. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех». 2015. – 264 с.
4. Машины и оборудование для орошения сельскохозяйственных культур [Текст] / В.В. Слюсаренко, А.В. Хизов, Л.А. Журавлева и др. – Саратов : Саратовский ГАУ, 2011. – 161 с.
5. Механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства [Текст] / А.Н. Макаренко, Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, К.В. Казаков, Д.Н. Клёсов. – Белгород, 2017. – 166 с.
6. Практикум по сельскохозяйственным машинам [Текст] / Алейник С.Н., Рыжков А.В., Мачкарин А.В., Казаков К.В., Макаренко А.Н., Чехунов О.В., Саенко Ю.В., Мартынов Е.А. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – 550 с.

УДК 631.171

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

Ладыгин Е.С., Чехунов О.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современное интенсивное сельское хозяйство ставит перед собой широкий спектр задач, направленных на получение высоких производственных показателей при минимуме затрат, т.е. получение конкурентоспособной продукции по низкой себестоимости. В растениеводстве решение указанных задач лежит в области получения высоких урожаев культур при минимизации производственных затрат. Агротехнические методы, применяемые с этой целью – внедрение ресурсосберегающих технологий земледелия (систем минимальной обработки почв, No-till, Strip-till), при которых механическое воздействие на почву сведено к минимуму или же полностью исключено. С одной стороны, использование указанных технологий минимизирует производственные затраты, с другой же создает дополнительные проблемы, связанные с интенсивным размножением сорной растительности, что для ряда культурных растений, например, сои, является критичным и накоплением на посевах различных вредителей – грибковых начал, грызунов, насекомых и т.д. [1].

Наиболее простой метод снижения негативного последствия указанного недостатка – использование на посевах различного рода пестицидов, поставляющихся на рынок преимущественно в жидком виде и вносящихся в диспергированном виде с использованием специальных сельскохозяйственных машин – опрыскивателей, основными рабочими органами которых выступают форсунки, создающие различные виды факелов распыла рабочей жидкости, поступающей под давлением [2, 3]. Достоинства использования жидких препаратов по сравнению с твердыми и пылевидными, заключаются в меньшем их расходовании, способности доставки в конкретную зону вегетирующей массы, возможности дифференцированного использования в различных частях поля, минимуме времени между внесением и началом «работы» препарата и т.д. Перечисленные факторы имеют экономическую, агрономическую, агроинженерную и экологическую составляющие – низкая себестоимость выполняемых работ, их высокое качество, высокая производительность, возможность использования широкозахватной техники и относительно меньшее отрицательное экологическое воздействие как на окружающую среду, так и на качество выращиваемой продукции [4].

Помимо сказанного опрыскиватели находят широкое применение и при подкормке вегетирующих растений, с использованием различных препаратов, например, КАС, позволяя значительно повысить количество урожая без нанесения отрицательного воздействия на его качество [5]. В Белгородской области в полеводстве применяют как правило малообъемное и ультрамалообъемное опрыскивание с использованием мобильных (самоходных, прицепных или навесных) опрыскивателей штангового типа.

Правильность и точность работы опрыскивателей и в первую очередь их

основных рабочих органов – форсунок или распылителей является основой эффективности всего процесса химической защиты растений. Основные параметры качества, характеризующие работу форсунок – размер капель, расход жидкости, угол и величина факела распыла, стойкость к препарату, рабочее давление на которые они рассчитаны [6]. Таким образом правильная настройка форсунок опрыскивателей является залогом качества всей технологической операции, а разработка стенда для испытания распылителей актуальной.

Предлагается разработать устройство для испытания распылителей опрыскивателей, отвечающее вышеуказанным требованиям, и способное производить шесть этапов (вариантов моделирования) испытаний – анализ распределения рабочей жидкости по ширине и параметров факела распыла, анализ распределения рабочей жидкости по ширине при различных высотах установки штанги, испытание распылителей при различном шаге их установки, испытание распылителей при различном угле установки штанги, испытание распылителей при воздействии ветровой нагрузки, оценка дисперсности и густоты покрытия.

Список литературы

1. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (профили подготовки: «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в АПК») / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 390 с.

2. Современная сельскохозяйственная техника: Учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (профиль подготовки: «Интеллектуальные машины в АПК») / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 479 с.

3. Сельскохозяйственная техника Белгородской области / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2022. – 441 с. – ISBN 978-5-98242-345-0.

4. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 364 с.

5. Технические средства в сельском хозяйстве: учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль – Электрооборудование и электротехнологии. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 316 с.

6. Механизация и автоматизация в животноводстве: Практикум для подготовки бакалавров по направлению 111100.62 – Зоотехния / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2012. – 208 с.

УДК 004.946

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ РАБОТНИКОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Кислицын Э.Р., Левченко З.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия,
МБОУ «Головчинская СОШ с УИОП», с. Головчино, Россия

В основе обучения с применением виртуальной реальности лежат иммерсивные технологии – виртуальное расширение реальности и в буквальном смысле погружают человека в виртуальное пространство с заданными параметрами.

На сегодняшний день можно выделить четыре главных преимущества использования VR в образовательном процессе:

1. Наглядность – позволяет познакомить обучающихся с любыми предметами и в широком спектре: от атома до вселенной.

2. Безопасность – обеспечивается обучение без угроз пострадать обучающемуся или поломки устройств.

3. Вовлеченность – позволяет проводить обучения в игровой форме, тем самым повышая интерес к освоению.

4. Фокусировка внимания – погружение в VR позволяет практически полностью исключить отвлекающие факторы внешней среды [1].

Разработчики программного обеспечения уже предлагают множество тренажёров для обучения различным работам и операциям в виртуальной реальности [2, 3]. Работа не прекращается и перспективы огромны. Так заказчиками для разработки тренажеров выступают производители в различных отраслях. Такие тренажеры имеют свою специфику и направлены на подготовку и аттестацию кадров в конкретных производственных условиях [4].

В России и других странах уже есть успешные примеры использования VR-технологий в аграрном секторе. В Белгородской области в ряде агрохолдингов VR тренажеры начинают использовать для обучения работников, занятых в обслуживании и ремонте сельскохозяйственной технике.

Одни из подобных тренажеров предназначен для отработки навыков проведения работ и алгоритма действий при ежесменном техническом обслуживании свеклопогрузчика. Тренажер работает в двух режимах: «Тренировка» и «Экзамен». При тренировке обучающийся знакомится с порядком проведения операций при ЕТО, всевозможными неисправностями и способами для их устранения. При проведении ЕТО обучающийся выполняет большое количество операций, таких как проверка технических жидкостей, проверка исправности ряда узлов и агрегатов. При этом оттачивается порядок действий и способы решения проблем. В режиме «Экзамен» обучающийся выполняет весь спектр задач, но уже без подсказок и за определенное время. При этом тренажер фиксирует нарушения порядка проведения операций и ведёт статистику по каждому обучающемуся.

Применение VR тренажеров в вышесказанном русле позволяет значительно повысить усвояемость материала по сравнению с традиционными методами или изучением технической документации, что в итоге приводит к более качественному выполнению работ сотрудниками, и, как следствие, к снижению уровня поломок техники, продлению её срока безотказной службы. И в итоге, несмотря на затраты на приобретение систем виртуальной реальности и программного обеспечения, позволит сельскохозяйственным предприятиям снижать издержки на простои техники.

Несмотря на очевидные преимущества, широкое внедрение VR-технологий в сельском хозяйстве сталкивается с рядом серьезных препятствий. Однако долгосрочные перспективы и потенциал этой технологии для агропромышленного комплекса заслуживают самого пристального внимания.

VR-симуляторы позволяют значительно ускорить и повысить качество обучения новых сотрудников, что особенно важно в периоды сезонных работ, когда требуется быстрое привлечение рабочей силы. Это также может сделать аграрные профессии более привлекательными для молодежи.

Список литературы

1. Михеева Т.В. Разработка и использование VR-тренажеров в образовательном процессе / Т.В. Михеева // Текущие вызовы в подготовке кадров. Обучение специалистов по современным направлениям информационных технологий, кибербезопасности и ИКТ-электроники, актуальным для экономики данных: Сборник научных трудов, Тверь, 16-17 мая 2024 года. – Тверь : Тверской государственный университет, 2024. – С. 344–345.

2. Левченко З.Н. Применение VR-технологий в учебном процессе / З.Н. Левченко, Е.А. Мартынов // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Майский, 20 ноября 2023 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 358–360.

3. Левченко З.Н. VR-тренажеры в образовательном процессе / ЗН. Левченко, Е.А. Мартынов // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Вендина Сергея Владимировича, Майский, 15 ноября 2024 года. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 258–259.

4. VR-тренажёры, виртуальные лаборатории и учебники с дополненной реальностью в школе и вузе [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://skillbox.ru/media/education/kak-v-shkolakh-i-vuzakh-uchat-s-pomoshchyu-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti/.

УДК 664.123.6

ПАРОВАЯ ЖОМОСУШКА

Лопарев А.С., Казаков К.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Сушка паром, по сущности, очень проста, непрерывно подаётся прессованный жом в сосуд под давлением и добавляется необходимое количество теплоты. На выходе из сушки получается сухой жом и вода, ранее содержащаяся в жоме, в виде пара под давлением, в 3,5 бар. При этом исключается выделение вредных выбросов в атмосферу, а энергозатраты, в процессе сушки фактически равны нулю. Паровая сушка только на время направляет энергию, которая в процессе сушки возвращается в виде пара и используется в выпарных аппаратах для концентрации сока. Для эффективной передачи энергии частицам прессованного жома в процессе сушки, используется принцип кипящего слоя в сосуде под давлением, что обеспечивает непрерывный контакт между частицами жома и паром [1].

Очевидный способ увязать четыре ключевых компонента – это разместить их все в одном сосуде под давлением. В корпусе сушки сосуд под давлением, система пылеотделения размещена сверху, теплообменник в центре, импеллер снизу, а непосредственно камера сушки располагается вокруг теплообменника. Энергия подаётся в паровую сушку в виде пара с давлением от 8 до 28 бар. При повышении давления подаваемого пара температура пара также повышается, что увеличивает производительность сушки [2].

С целью снижения расхода пара, подаваемого в паровую жомосушку, а, следовательно, и увеличения возможностей по выработке электроэнергии в рамках сахарного завода, применяется экономайзер. Принцип работы экономайзера состоит в следующем: горячий конденсат, под высоким давлением, выходя из пароперегревателя сушки подается в теплообменник, расположенный сверху пароперегревателя. Далее конденсат охлаждается циркулирующим внутри корпуса сушки паром. После охлаждения количество вскипающего пара резко уменьшается, поскольку конденсат холоднее, чем он был ранее. Таким образом большее количество пара направляется на турбину для выработки электричества. В свою очередь, использование тепла конденсата, позволяет подавать меньше пара непосредственно в сушку [3].

Список литературы

1. Совершенствование технологии сушки свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников, В.В. Билько // Техника в сельском хозяйстве. 2006. № 4. – С. 43–44.

2. Патент № 2179810 C2 Российская Федерация, МПК A23K 1/00, A01F 25/00. Технологическое устройство сушки кормов и сушилка : № 99126954/13 : заявл. 22.12.1999: опубл. 27.02.2002 / А.Ф. Пономарев, С.А. Булавин, В.Н. Любин, К.В. Казаков; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия.

3. Булавин С.А. Энергосберегающая технология получения растительно-белкового витаминного концентрата из свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. № 3. – С. 28–29.

УДК 664.123.6

МЕХАНИЗАЦИЯ УПАКОВКИ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА В РУЛОНЫ

Лопарев А.С., Казаков К.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Посевные площади сахарной свеклы в 2025 году в России выросли на 3%, до 1,202 млн га. Но итоговая урожайность оказалась ниже из-за засухи. В Центрально-Черноземном регионе ниже оказалась дигестия и выход сахара. Засушливое лето отразилось на технологических параметрах корнеплодов и качество сырья и не всегда соответствовало ожиданиям переработчиков.

С начала сезона переработано 11,7 млн т сахарной свеклы, произведено около 1,55 млн т сахара, также выпущено 380 тыс. т мелассы и 430 тыс. т сушеного гранулированного жома, переработку сахарной свеклы вели 66 сахарных заводов.

На Национальной товарной бирже были заключены первые сделки со свекловичным жомом в режиме биржевых товарных аукционов. Заказчиком аукциона стала группа «Русагро». В ходе торгов на базисе Никифоровского филиала «РусАгро-Тамбов» было реализовано 200 т сушеного гранулированного жома по цене 10,1 тыс. руб./т. Покупателем стала организация, которая занимается переработкой сельхозпродукции для производства кормов.

В странах дальнего и ближнего зарубежья востребован не только сахар, но и свекловичный гранулированный жом, который используется для кормления скота. Так, на протяжении нескольких лет экспортируется в Казахстан примерно по 300-500 т жома в месяц, а с 2024 года – в Узбекистан, где рынок потребления жома только начал развиваться. Также жом активно отгружается в Китай и Южную Корею. При этом специалисты обеспечивают технологическое сопровождение поставок, помогая животноводам составлять рационы и адаптировать технологии кормления.

Влажная масса свекловичного жома сохраняет свои полезные свойства всего 3 дня, затем она начинает портиться и нуждается в утилизации. Отжатая масса хранится чуть дольше, но это все равно не позволяет транспортировать ее до отдаленных сельских хозяйств. В большинстве случаев сахарные заводы вынуждены искать места для утилизации огромного количества жома из-за невозможности его сохранения [1].

Применяя метод упаковки жома, полностью решается эта проблема. Производство сахара становится практически безотходным и безопасным для окружающей среды [2].

Компактор – это мобильная комбинация пресс-обмотчика, который сжимает и прессует органические материалы в компактные цилиндрические рулоны с последующей упаковкой в стрейч-плёнку.

В таких рулонах любой материал уплотняется (примерно 1:3), что позволяет экономить место. А главное – при уплотнении и заворачивании в плёнку из материала выдавливается воздух (в том числе кислород). Это стабилизирует

продукт, практически останавливает гниение и аэробное брожение без потери качества. Окружающая среда при этом никак не загрязняется. При этом сохраняется экологию [3].

Прессованный жом, завёрнутый в плёнку, хранится два года, что позволяет использовать его в питании животных круглый год. Рулоны с жомом можно перевозить на дальние расстояния без риска потери его ценности (качества) [4].

Используемые технологии позволяют максимально эффективно использовать сырье, минимизировав нагрузку на экологию.

Список литературы

1. Патент № 2268611 C2 Российская Федерация, МПК A23K 1/14, A23N 17/00, F26B 3/02. Способ и установка для переработки свекловичного жома: № 2003112287/13: заявл. 25.04.2003: опубл. 27.01.2006 / С.А. Булавин, К.В. Казаков, В.А. Ветров [и др.]; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия.

2. Безотходная энергосберегающая технология сушки свекловичного жома / С.А. Булавин, В.Н. Любин, К.В. Казаков, А.С. Колесников // Белгородский агромир. 2004. № 2 (14). – С. 35–37.

3. Патент № 2250799 C1 Российская Федерация, МПК B01F 3/08, B01F 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).

4. Булавин С.А. Энергосберегающая технология получения растительно-белкового витаминного концентрата из свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. № 3. – С. 28–29.

УДК 631.316.022

СТРЕЛЬЧАТЫЕ ЛАПЫ КУЛЬТИВАТОРОВ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Мельников В.С.
ФГБОУ ВО Луганский ГАУ, г. Луганск, Россия

В современном сельскохозяйственном производстве остро стоит задача обеспечения высококачественной обработки земельных ресурсов. Данное требование обусловлено такими задачами, как увеличение валового сбора продукции растениеводства, обеспечение долгосрочной продуктивности агроценозов, а также необходимостью сохранения и воспроизводства плодородия почв. Важнейшим компонентом почвообрабатывающих машин являются стрельчатые рабочие органы культиваторов, функциональное назначение которых включает рыхление почвы, подрезание сорных растений и создание оптимально уплотненного семенного ложа.

Стрельчатые лапы культиваторов представляют собой рабочие органы, предназначенные для обработки верхнего слоя почвы. Они широко используются благодаря своей универсальности и эффективности. Их конструктивные особенности характеризуются: геометрическими показателями (угол атаки, ширина захвата и др.), материалом (углеродистая или легированная сталь, биметаллы), способом крепления к стойке культиватора.

Согласно статистике, около 70% культиваторов, используемых в аграрном секторе, оснащаются стрельчатыми лапами. Однако их основные недостатки, такие как не высокая износостойкость в условиях высокой абразивности почв и сложность замены, остаются актуальными [4].

На современном рынке сельхозтехники предлагается ряд модификаций стрельчатых лап, классифицируемых по следующим группам:

- классические стальные лапы, характеризующиеся невысокой стоимостью, доступностью, не высокой износостойкостью с необходимостью частой переточки или замены;

- лапы с износостойкими покрытиями, имеющие увеличенный срок службы, повышенную эффективность работы за счет постоянной остроты при высокой стоимости и сложности производства и восстановления [2];

- лапы из композитных материалов, обладающих легкостью, устойчивостью к коррозии, при ограниченной прочности и высокой стоимости.

Сравнительный анализ показал, что выбор типа лапы определяется условиями эксплуатации, типом почвы и экономическими возможностями агропроизводителей.

Анализ научно-технической литературы и данных от производителей позволяет обозначить актуальные направления развития:

- использование новых материалов – внедрение легированных сталей и композитов, позволяющих увеличить срок службы лап;

- оптимизация формы – использование аэродинамических и эргономичных форм, снижающих сопротивление почвы и уменьшающих энергозатраты;

- экологичность – выбор технологий, минимизирующих деструктивное воздействие на структуру почвы и способствующих сохранению ее плодородия;

- унификация креплений – для снижения затрат на обслуживание.

К распространенным методам модернизации стрельчатых лап относят нанесение износостойких покрытий, различные виды термоупрочняющей обработки и внедрение новых конструктивных исполнений. Однако каждый из подходов имеет свои ограничения:

- износостойкие покрытия увеличивают долговечность, но требуют специального оборудования и материалов для их нанесения;

- термообработка повышает прочность, но может привести к хрупкости материала;

- новые конструктивные решения зачастую требуют значительных затрат на их разработку и испытание.

Исследования, проведенные в 2022-2023 гг., показали, что внедрение легированных сталей с добавлением хрома, ванадия и бора позволяет увеличить срок службы стрельчатых лап на 30-50% [3]. Использование лап с аэродинамическими и бионическими формами позволяет снизить затраты энергии на 15-20% [1, 5].

Полевые испытания лап из композитных материалов на почвах легкого гранулометрического состава продемонстрировали их исключительную устойчивость к коррозии. Однако их использование на каменистых почвах оказалось менее результативным в связи с недостаточной ударной прочностью.

Список литературы

1. Бабицкий Л.Ф. Земледельческая бионика: монография. – Симферополь : ООО «Антиква», 2024. – 248 с.

2. Бондарев А.В., Романченко М.И., Новицкий А.С. К вопросу увеличения ресурса рабочих органов посевных и почвообрабатывающих машин // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Вендина Сергея Владимировича. Майский, 2024. – С. 10–11.

3. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 364 с.

4. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Бионика как основа формирования инновационных технических решений в сельскохозяйственном производстве // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Булавина Станислава Антоновича. Майский, 2025. – С. 96–97.

5. Шовкопляс А.В. Повышение эффективности работы стрельчатых лап культиваторов путем модификации их конструктивного исполнения // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. Научно-теоретический журнал. – Воронеж : 2025. № 4. – С. 236–241.

УДК 620.1:669.14.018.4

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЛЕМЕХОВ

Науменко М.М., Минасян А.Г.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Уже более сотни лет мировые производители почвообрабатывающей техники, соответствующие научные и конструкторские организации, уделяют огромное внимание и прилагают значительные усилия для решения проблемы повышения эффективности, используемых в плугах лемехов [1, 2].

В связи с этим возникает необходимость разработки мероприятий по повышению износостойкости рабочей поверхности лемехов плуга. Проведенный анализ научных исследований и патентных разработок по конструктивно-технологическому совершенствованию лемехов плуг и их эксплуатационной надежности показывает, что к числу проблемных задач в области повышение износостойкости РП лемехов является проблемой комплексной. При создании рабочих органов тяжело нагруженных деталей сельскохозяйственных машин важное значение имеет не только их конструктивное оформление, но и материалы, из которых их изготовляют, так как материаловедческое направление является определяющим с точки зрения обеспечения износостойкости, прочности, а следовательно, и долговечности рабочих органов. В связи с этим поиск технических решений, позволяющих эффективно повышать эксплуатационную долговечность способом снижения интенсивности износа рабочих поверхностей лемехов плуга, является актуальной задачей.

Целью исследования является разработка способов повышения износостойкости рабочих поверхностей лемехов плуга, увеличивающих их эксплуатационную надежность и долговечность.

В настоящее время материаловедческие задачи в проблеме повышения надежности и долговечности узлов трения решаются на базе экспериментальных исследований в двух основных направлениях [3]: разработка новых марок износостойких материалов и изменение свойств упрочнением рабочей поверхности материалов. Что касается первого направления, то имеющиеся в настоящее время материалы не отвечают тем требованиям, которые необходимы для изготовления рабочих органов почвообрабатывающих машин. Второе направление получило широкое применение в области упрочнения и восстановления рабочих поверхностей деталей почвообрабатывающей техники. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: 1) разработка технические решения – «самофутеровка» рабочей поверхности лемехов с помощью пахотной почвы; 2) разработать технологию наплавки рабочих поверхностей лемехов; 3) произвести расчет и выбрать оптимальные параметры режима наплавки; 4) определить механические свойства и исследовать микроструктуру наплавленных валиков.

По результатам проведенных исследований выбран наплавляемый материал, его состав и свойства. Произведен аналитический расчет оптимальных параметров режима наплавки для нанесения на рабочей поверхности лемехов рельефной сетки по различным схемам, увеличивающих эксплуатационную надежность и долговечность лемехов.

Список литературы

1. Бернштейн Д.Б. Абразивное изнашивание лемешного лезвия и работоспособность плуга / Д.Б. Бернштейн // Тракторы и сельхозмашины. 2002. № 6. – С. 39–42.

2. Сидоров С.А. Обоснование повышения эксплуатационно-ресурсных характеристик лемехов плугов / С.А. Сидоров, Д.А. Миронов // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 6. – С. 14–17.

3. Минасян А.Г., Пастухов А.Г., Шарая О.В. Оценка напряженно-деформированного состояния сегмента пресс-валкового измельчителя // Технология машиностроения № 3. 2016. – С. 43–46.

УДК 631.331.022

СРАВНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК ДЛЯ ВЫСЕВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Овчаренко А.А., Мачкарин А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Сеялки представляют собой один из наиболее сложных и многогранных продуктов в агропромышленном комплексе, требующий от продавца глубокого понимания технических характеристик и специфики применения. Производители как российские, так и зарубежные предлагают широкий ассортимент моделей, что позволяет подобрать агрегат, оптимально соответствующий различным агротехническим условиям, типам почв, климатическим особенностям, функциональным требованиям и финансовым возможностям хозяйства [1].

В условиях рационального использования ресурсов наблюдается устойчивая тенденция к переходу аграриев на технологии точного земледелия, что, в свою очередь, стимулирует спрос на специализированные сеялки, обеспечивающие высокую точность высева и минимизацию потерь семян.

Ключевое различие между пневматическими и механическими сеялками заключается в механизме доставки семян к сошнику. В механических сеялках подача семенного материала осуществляется за счет силы тяжести из бункера в сошник через дозирующий механизм. Преимущества данного типа сеялок включают в себя относительно невысокую стоимость, простоту конструкции, легкость в сборке и обслуживании, а также меньшую массу, что позволяет их агрегатировать с тракторами различных классов, включая машины с менее мощными двигателями. Эти факторы способствуют сохранению популярности механических сеялок в аграрном секторе [2].

К недостаткам таких сеялок можно отнести повышенный расход семенного материала, сниженную точность высева и увеличенную длительность посева относительно пневматических сеялок. Также механическая сеялка требует постоянного внимания механизатора к содержимому, ширина бункера такой сеялки должна соответствовать рабочей ширине агрегата, соответственно транспортная ширина механической сеялки чаще всего равна ее рабочей ширине. Срок службы таких сеялок 3-4 года меньше, чем у сеялок пневматического типа [3].

В пневматических сеялках доставка семян осуществляется с помощью вакуума. К плюсам пневматического высева можно отнести: высокая точность сева и дальнейший эффект качественных всходов- можно задать положительное или отрицательное давление для сортировки семян в заданную точку, высев идёт в 2 раза быстрее, чем у механической сеялки может осуществляться при скорости V=12км/ч., глубина посева и расстояние между семенами сохраняется на протяжении всей посевной (даже включая холмистый и крутой рельеф местности), посевные комплексы чаще всего оснащены с/х навигацией, что позволяет механизатору более точно выполнять посев, без перерасхода ресурсов, что сокращает себестоимость конечной продукции [4].

Минусы таких сеялок: дороже, чем механические, конструкция пневматических сеялок сложнее, пневматические сеялки, а чаще посевные комплексы, имеют дополнительные рабочие органы, предусматривающие выполнение нескольких операций при посеве, тяговые классы тракторов с малой мощностью не подходят для агрегатирования, срок использования меньше, чем у механических (желательно загонять такие сеялки под крышу, чтобы избежать коррозии металла и ультрафиолетовых лучей) [5].

Таким образом, выбор сеялки является сугубо индивидуальным условием организации производства и обусловлен принятыми в хозяйстве технологиями, также будет зависеть от типа посевной культуры, почвы, климатических условий.

Список литературы

1. Основы механизации сельскохозяйственного производства: учебное пособие для студентов среднего профессионального образования обучающихся по специальности 35.02.08 – Электрификация сельского хозяйства. Протокол №964 от 18 октября 2021 г / К.Н. Путиенко, Ю.В. Саенко, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 420 с.

2. Введение в профессиональную деятельность / Ю.В. Саенко, Е.А. Мартынов, К.В. Казаков [и др.]. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 226 с.

3. Патент № 2297130 C2 Российская Федерация, МПК A01C 7/20. сошник: № 2005115172/12: заявл. 11.05.2005: опубл. 20.04.2007 / С.А. Булавин, А.В. Мачкарин; заявитель ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия».

4. Безопасность жизнедеятельности: Практикум по дисциплине для бакалавров по направлению подготовки 35.03.06 – Агроинженерия / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.В. Рыжков [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 148 с.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022683804 Российская Федерация. Расчет тягового сопротивления посевного комплекса: № 2022682701: заявл. 23.11.2022: опубл. 08.12.2022 / Е.А. Мартынов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

УДК 631.171

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ В ПОСЕВНОЙ ПРОЦЕСС

Овчаренко А.А., Азаренко Е.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В современном сельском хозяйстве, где конкуренция растет, а ресурсы становятся все более ценными, внедрение инновационных технологий становится не просто желательным, а необходимым условием для успешного ведения бизнеса. Одним из перспективных направлений является автоматизация посевных работ, и в частности, разработка и внедрение автоматизированных систем управления посевной техникой, оснащенных электрическим приводом высевающих аппаратов [1].

Внедрение навигационных систем в посевной процесс позволяет: точно определять местоположение сеялки на поле, что исключает дублирование посевов и пропуски участков; автоматически отключать высевающие аппараты на уже обработанных участках, предотвращая перерасход семян и удобрений; работать по заранее загруженным картам-заданиям, где заданы параметры для разных зон поля.

Системы контроля высева включают датчики и электронные блоки управления, которые ведут мониторинг и корректируют процесс посева в реальном времени. К их функциям относится автоматизированный контроль посева: регулировка глубины заделки и прижимной силы сошников, корректировка нормы высева по скорости, обнаружение пропусков/двойных посадок, подсчёт семян и площади посева [2].

Замена механических приводов на электрические значительно расширяет возможности автоматизации. Электрический привод даёт возможность удалённой настройки доз семян/удобрений, корректировки параметров в реальном времени, точного высева на высокой скорости и учёта неоднородности поля.

Автоматизация посева приводит к следующим экономическим и производственным эффектам: повышению точности и эффективности посевных работ на 15-20%; снижению потерь семян на 10% за счёт точного контроля высева; оптимизации расхода топлива и других ресурсов на 12-15% благодаря сокращению проходов по полю и более эффективному использованию техники; увеличению урожайности на 10-15% за счёт оптимального распределения семян и учёта особенностей почвы; улучшению управляемости парком техники, особенно в крупных хозяйствах [3].

Среди проблем, сдерживающих более широкое внедрение автоматизированных сеялок, выделяют: высокую первоначальную стоимость оборудования, сложность эксплуатации и необходимость регулярного технического обслуживания, потребность в обучении персонала, зависимость от качества связи и работы электронных компонентов [4].

Таким образом, автоматизация посевных работ делает их более точными, экономичными и менее зависимыми от человеческого фактора. Однако

успешное внедрение таких технологий требует комплексного подхода, включая обучение персонала, интеграцию с другими агрономическими системами и анализ экономической целесообразности.

Список литературы

1. Рыжков А.В. Дисковый почвообрабатывающий агрегат для внесения растворов концентратов микроорганизмов / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: Материалы VI Международной научно-практической конференции, Тамбов, 16-18 октября 2019 года. Том 1, Выпуск 6. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2020. – С. 88–93.

2. Патент № 2297130 С2 Российская Федерация, МПК A01C 7/20. Сошник: № 2005115172/12: заявл. 11.05.2005: опубл. 20.04.2007 / С.А. Булавин, А.В. Мачкарин; заявитель ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия».

3. Мачкарин А.В. Инновационные технологии в растениеводстве / А.В. Мачкарин // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции, Майский, 10-11 июня 2024 года. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 24–25.

4. Овчаренко А.А. Модернизация высевающих аппаратов сеялок с применением интеллектуальных систем контроля дозирования семян для повышения точности посева и снижения потерь / А.А. Овчаренко, А.В. Мачкарин // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Булавина Станислава Антоновича, Майский, 12 ноября 2025 года. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – С. 90–91.

УДК 637.116

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА СОСОК В БЕЗВАКУУМНОМ ДОИЛЬНОМ СТАКАНЕ

Петренко Д.С., Асыка А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Анализ современного рынка доильного оборудования свидетельствует о многообразии конструктивных решений, дифференцируемых по способу эвакуации молока, тактности рабочего цикла и принципам регулирования режимов в зависимости от интенсивности молоковыведения. Однако, согласно заключениям ряда исследователей, большинство серийных доильных аппаратов характеризуются неполным соответствием физиологическим особенностям животных.

В практике машинного доения преимущественное распространение получили аппараты, оснащенные двухкамерными доильными стаканами. Их конструктивным недостатком является наличие сосковой резины, непосредственно контактирующей с тканями вымени. Исключение данного элемента представляет собой перспективное направление совершенствования доильной техники [1]. Анализ функциональных характеристик трехтактных доильных аппаратов показывает, что такт «отдых» оказывает положительное влияние на восстановление кровообращения в соске. Вместе с тем серийные образцы сохраняют недостаток, сопряженный с вероятностью реверсивного движения молока на участке «доильный стакан – коллектор» [2].

Предполагается, что организация направленного потока молока из доильного стакана в сочетании с периодическим снижением вакуумметрического давления в подсосковой камере до атмосферных значений позволит исключить сосковую резину из конструкции. Перспективным направлением представляется разработка доильного аппарата с однокамерными стаканами, внутренняя полость которых адаптируется к анатомическим параметрам сосков вымени. Технически это может быть реализовано посредством подпружиненных стенок, разводимых в момент надевания и обеспечивающих контакт с соском в процессе доения [3].

Для обоснования конструктивных параметров предлагаемого устройства необходимо определить величину усилия, воздействующего на сосок со стороны стенок доильного стакана. Данное усилие должно быть эквивалентно усилию, развиваемому соском в процессе доения. Последнее, в свою очередь, детерминируется контактным давлением в системе «сосок–стенка стакана» и площадью их соприкосновения.

Аналитическое описание усилия, развиваемого соском, требует учета следующих факторов:

- переменного модуля упругости биологических тканей соска;
- коэффициента поперечной деформации (подлежащего эмпирическому определению);

• относительного удлинения соска в цилиндрическом и радиальном сечениях;

• радиальных перемещений тканей и радиуса соска;

• технологических параметров доильного аппарата, в первую очередь – величины вакуумметрического давления [4].

Таким образом, построение математической модели усилий, действующих в системе «однокамерный доильный стакан – сосок вымени», представляет собой комплексную задачу, решение которой позволит перейти к инженерному расчету подпружиненных элементов перспективной конструкции.

Список литературы

1. Ужик В.Ф. Определение усилия, развиваемого соском вымени / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. № 4 (28). – Москва, 2017. – С. 135–138.

2. Мартынов Е.А. Доильный аппарат с управляемым режимом / Е.А. Мартынов, О.А. Чехунов. Механизация, автоматизация и машинные технологии в животноводстве // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. № 3 (19). – Подольск, 2015. – С. 96–99.

3. Чехунов О.А. Обоснование параметров доильного аппарата с однокамерными стаканами / О.А. Чехунов, А.В. Асыка // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 1 (21). – С. 80–95.

4. Патент на полезную модель N. 183480 (RU) Доильный стакан [Текст] / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.В. Асыка МКИ A 01 J 5/08 – № 2018116718; Заяв. 04.05.2018; Опубл. 24.09.2018. Бюл. № 27.

УДК 637.116

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАШИННОГО ДОЕНИЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТА С РЕГУЛИРУЕМЫМ ВАКУУМНЫМ РЕЖИМОМ

Петренко Д.С., Асыка А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одним из ключевых направлений повышения конкурентоспособности молочного животноводства является совершенствование технологических процессов и технических средств машинного доения. Анализ современных конструкций доильных аппаратов отечественного и зарубежного производства показывает, что большинство из них функционируют в неизменном режиме на протяжении всего процесса доения, без учета его физиологических фаз [1].

Операторы машинного доения, по объективным или субъективным причинам нередко допускают нарушения технологического регламента. Это касается как подготовки вымени к доению, так и своевременности снятия доильных стаканов. В этой связи актуальной становится задача создания доильных аппаратов, технические и технологические характеристики которых максимально соответствуют морфофункциональным особенностям вымени – как в целом, так и применительно к отдельным его долям.

На основе анализа морфофункциональных свойств вымени разрабатываются конструкции доильных аппаратов и манипуляторов, обеспечивающих изменение параметров доения в зависимости от интенсивности молокоотдачи [2].

В рамках работы предлагается техническое решение, направленное на совершенствование технологии машинного доения на линейной доильной установке типа «молокопровод». Разработанный доильный аппарат обеспечивает автоматическое изменение уровня вакуума под соском в зависимости от текущей интенсивности молокоотдачи [3, 5].

Аппарат включает двухкамерные доильные стаканы и коллектор с поплавковой камерой, в которой размещен поплавок с магнитом. Молочная камера коллектора отделена мембраной от камеры управления. В последней установлен геркон, электрически соединенный с электромагнитным клапаном, пультом управления и источником питания постоянного тока (12 В). Каждый доильный стакан оснащен индивидуальным регулятором вакуума, обеспечивающим синхронное изменение вакуума в межстенной камере в соответствии с уровнем вакуума в подсосковой камере [4].

Принцип работы. На начальном этапе доения поплавок находится в нижнем положении. Атмосферный воздух через калиброванное отверстие поступает в камеру управления, формируя в ней пониженное разрежение (33 кПа). Возникающая разность давлений вызывает прогиб мембраны, что приводит к уменьшению калиброванной щели и снижению отсоса воздуха из поплавковой камеры. В результате в поплавковой камере, а следовательно, и в подсосковых камерах доильных стаканов устанавливается вакуум 33 кПа. Таким образом, начальная фаза

доения реализуется при пониженном (щадящем) вакууме. При возрастании интенсивности молокоотдачи свыше 200 мл/мин отток молока через кольцевое отверстие замедляется. Происходит заполнение поплавковой камеры молоком, поплавок всплывает, и магнит воздействует на геркон. Замыкание контактов геркона подает питание на электромагнитный клапан, который перекрывает калиброванное отверстие, прекращая доступ атмосферного воздуха в камеру управления. В камере управления устанавливается номинальный вакуум (48 кПа), мембрана возвращается в исходное положение, увеличивая калиброванную щель. Вакуум в поплавковой камере и подсосковых камерах доильных стаканов повышается до 48 кПа, что соответствует фазе активного молоковыведения.

По мере завершения молокоотдачи и снижения ее интенсивности ниже порогового значения (200 мл/мин) поплавок опускается, геркон размыкается, электромагнитный клапан открывает доступ воздуха в камеру управления. В системе восстанавливается пониженный вакуум (33 кПа), и доение завершается в щадящем режиме. Одновременно включается световая индикация (красный светодиод), сигнализирующая оператору о переходе аппарата в режим окончания доения и необходимости снятия устройства с вымени.

Предложенная конструкция позволяет автоматизировать процесс управления режимами доения, снизить риск травмирования молочной железы.

Список литературы

1. Донник И.М. Влияние технологии доения на молочную продуктивность и качество молока // Аграрный вестник Урала. 2014. № 12 (130). – С. 13–16.

2. Асыка А.В. Автоматизированное доение коров адаптивными манипуляторами / А.В. Асыка // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 35–39. – EDN ZAUZRZ.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019619692 Российская Федерация. Определение вакуумметрического давления для удержания подвесной части доильного аппарата: № 2019618645: заявл. 15.07.2019: опубл. 23.07.2019 / Е.А. Мартынов, В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.В. Асыка ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN RBIZAE.

4. Патент на полезную модель N. 183480 (RU) Доильный стакан / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.В. Асыка МКИ A 01 J 5/08 – № 2018116718; Заяв. 04.05.2018; Опубл. 24.09.2018. Бюл. № 27.

5. Патент № 2189737 C2 Российская Федерация, МПК A01J 5/00, A01J 5/017. Мобильный автомат доения коров: № 2000114413/13 : заявл. 05.06.2000: опубл. 27.09.2002 / А.Ф. Пономарев, В.Ф. Ужик, В.И. Борозенцев, Ю.Н. Ульянцев; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN WIMAGE.

УДК 631.51

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Петренко Д.С., Асыка А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время внимание фермеров и других сельхоз- товаропроизводителей направлено на поиск ресурсосберегающих (наименее затратных) обработок почвы. Прежде всего это связано, с резким удорожанием материально-технических ресурсов (роста стоимости энергоносителей, минеральных удобрений, почвообрабатывающей и иной техники), а также чрезмерным уплотнением почвы при многократных проходах техникой и тракторами в условиях интенсивного возделывания сельскохозяйственных культур [1].

Основным принципом ресурсосбережения является переход от ежегодной отвальной вспашки к поверхностным или безотвальным обработкам, применению комбинированных агрегатов, заменой механических приемов обработки на использование эффективных средств борьбы с сорняками, болезнями и вредителями [2].

Технология обработки почвы Mini-till предусматривает сокращение количества проводимых агротехнических операций и снижение глубины обработки почвы. Основоположником этого направления считается Р.В. Майсгрев, опубликовавший в 1951 г. работы по минимализации обработки почвы. Однако предложения о снижении глубины обработки почвы и замены их поверхностными обработкам почвы высказывались и раньше. Русский агроном И.Е. Овсинский считал, что глубокие обработки приводят к разрушению дренажной системы, созданной землеройными животными, корнями растений, при этом тщательная поверхностная обработка на глубину 5-6 см способна создать благоприятные условия для роста и развития растений [3].

По мнению российского ученого Н.М. Тулайкова, достаточно подготовить наилучшим образом тот слой почвы, в котором мы намерены поместить семена растений при их посеве, если корни молодого растения уже через несколько дней уйдут за тот вспаханный по всем правилам науки слой почвы, и предлагал перейти от плужной обработки к обработке полей дисковыми орудиями на глубину 13-15 см.

Американец Э. Фолкнер рекомендовал обрабатывать почву поверхностно дисковыми орудиями с обязательной мелкой заделкой зеленых растений [3].

Пригодность разных типов почв для минимализации определяется совокупностью показателей плодородия: повышенным содержанием гумуса, водопрочной структуры, равновесной плотностью сложения, гранулометрическим составом и водопроницаемостью. В многочисленных опытах доказано, что высокоокультуренные дерново-подзолистые, темно-серые лесные, черноземные и каштановые почвы с оптимальными для растений агрофизическими свойствами (плотностью сложения 1,20-1,30 г/см^3, содержанием водопрочной

структуры более 35%) обладают устойчивым сложением, и их равновесная плотность близка или совпадает с оптимальной для роста и развития растений.

Например, на хорошо окультуренных почвах с высоким уровнем плодородия при подготовке их под озимые после однолетних трав, раннего картофеля и силосных культур глубину основной обработки можно уменьшить с 20-22 до 10-12 см, что сократит энергетические затраты на 25-30%, а расход дизельного топлива - на 7-10 л/га.

Обоснованное чередование глубины обработки в севообороте возможно в соответствии с биологическими особенностями возделываемых культур, их отзывчивостью на глубину рыхления и мощность создаваемого пахотного слоя. Так, культуры с мочковатой корневой системой (озимая рожь, озимая пшеница, ячмень, овес, яровая пшеница и др.) с преимущественным расположением ее в верхних частях почвенного профиля недостаточно используют питательные вещества и влагу из более глубоких горизонтов и слабо реагируют на глубину обработки [3].

Поэтому глубину основной обработки под эти культуры можно уменьшить до 10-12 см, особенно на слабо засоренных многолетними сорняками полях, а также при размещении их после пропашных, зернобобовых культур и однолетних трав.

Список литературы

1. Рыжков А.В. Агрегат для обработки почвы при биологизации земледелия / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). – С. 57–63.

2. Патент № 2297130 С2 Российская Федерация, МПК A01C 7/20. Сошник: № 2005115172/12: заявл. 11.05.2005: опубл. 20.04.2007 / С.А. Булавин, А.В. Мачкарин; заявитель ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия».

3. Алейник С.Н. Теоретические исследования процессов переработки и внутрипочвенного внесения жидкого навоза / С.Н. Алейник, А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 1 (25). – С. 9–28.

УДК 631.8.022.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ЭФФЕКТИВНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Петривский В.В., Макаренко А.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Эффективные микроорганизмы, используемые в сельскохозяйственном производстве, выпускаются в виде препаратов, содержащий микробы полезного действия, как правило в виде спор, которые находятся в пассивном устойчивом состоянии, что позволяет производить его длительное хранение до момента активации [1]. Активаторами действия активности ЭМ-препарата выступают свет и влага.

По дозировке ЭМ-препараты можно условно разделить на четыре группы: первая – высококонцентрированные (содержат более 60 штампов актиномицетных микроорганизмов), вторая – средне концентрированные (содержат около 20…60 штампов), третья – мало концентрированные (содержат до 20 штампов), четвертая – монокомпонентные (содержат один штамп) [2].

В ходе анализа литературных источников нами выявлены основные положительные эффекты, достигаемые от применения ЭМ-препаратов в агротехнологиях полеводства и животноводства [3-5]:

1) способствует улучшению азотофикации пахотных горизонтов;

2) можно использовать в технологиях, связанных с биологизацией земледелия;

3) улучшает процесс фотосинтеза, способствуя повышению урожайности сельскохозяйственных культур;

4) повышает плодородие почв;

5) угнетает патогенную почвенную микрофлору;

6) способствует ускорению сроков всходов сельскохозяйственных культур, цветению и созреванию растений;

7) повышает сроки хранения сельскохозяйственной продукции;

8) позволяет использовать в технологиях земледелия, направленных на получение экологически чистой продукции;

9) способствует снижению падежа животных и птицы при применении в молочном и мясном скотоводстве, свиноводстве и птицеводстве;

10) способствует улучшению поедаемости кормов, их перевариваемости и усвояемости, что в свою очередь способствует росту продуктивности;

11) способствует профилактике лечения различных заболеваний у животных и птицы, при этом не оказывая патогенного воздействия на организм;

12) при использовании в системах компостирования навоза и помета способствует значительному ускорению процесса, полученный компост не оказывает негативного влияния на почву, а наоборот приобретает качества, соответствующие высококачественному органическому удобрению.

Таким образом эффективность использования эффективных микроорганизмов в сельскохозяйственном производстве подтверждена, однако остается проблема по точной дозировке данных препаратов на различных технологиях [6]. В нашей дальнейшей работе мы будет изыскивать направления и предлагать технические средства для точного дозированного ввода препаратов с микроорганизмами для технологических линий животноводства, птицеводства и растениеводства.

Список литературы

1. ЭМ-препараты: принцип действия, способы применения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://osadovod.ru/em-preparaty-princip-dejstviya-sposoby-primeneniya.html.
2. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве: Учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 178 с.
3. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства: Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции направленность (профиль подготовки: «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции») / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2023. – 343 с.
4. Чехунов О.А. Агрегат для приготовления компостов с использованием эффективных микроорганизмов / О.А. Чехунов, Г.С. Чехунова, В.В. Воронин // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 2 (38). – С. 80–85.
5. Чехунова Г.С. Эффективность биологически активной добавки Апи-Спира в животноводстве / Г.С. Чехунова, П.П. Корниенко // Достижения и перспективы развития животноводства. Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной памяти В.Я. Горина. 2019. – С. 118–120.
6. Чехунов О.А. Агрегат для трамбовки силоса и внесения консерванта / О.А. Чехунов, Г.С. Чехунова, В.В. Воронин // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 4 (40). – С. 68–76.

УДК 620.1:669.14.018.4

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И МИКРОСТРУКТУРЫ ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ОБРАЗЦОВ СТАЛИ 65Г

Погорелов М.С., Минасян А.Г.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Обработка почвы была и до сих пор является основой земледелия в сельском хозяйстве. Поверхностная обработка почвы осуществляется дисковыми боронами, выполняющими такие технологические операции, как рыхление, оборачивание, перемешивание, подрезание сорняков и т.д. В качестве рабочих органов дисковых борон применяют диски. Неоднородность качества металлопродукции для изготовления рабочих дисков является следствием эволюции структуры и дефектов в ходе достаточно длинного в металлургии технологического передела: от выплавки до окончательной термической обработки. Поэтому в агропромышленном комплексе (АПК) все большее внимание необходимо уделять совершенствованию производственного оборудования и повышению его работоспособности в течение всего срока эксплуатации [1, 2].

В настоящее время в отечественном сельскохозяйственном машиностроении практически все рабочие органы почвообрабатывающих машин изготавливаются из трех основных марок сталей: 65Г, 45, Л53 [3]. В качестве объектов исследования использовались опытные термообработанные образцы пластин из стали 65Г. Она относится к низколегированным рессорно-пружинным сталям.

Целью исследования является определение механических свойств опытных термообработанных образцов пластин из стали 65Г путем измерения их твердости и исследования микроструктур.

Отбор образцов осуществлен на предприятии при выполнении различных видов термической обработки по следующим вариантам: образцы № 1 и 2 – выполнены закалка в масле и в воде; образцы № 3 и 4 – закалка в масле и в воде с последующим отпуском.

Анализ результатов после испытания образцов на твердость показывает, что распределение твердости в образцах №1-4 неравномерно с разбросом от минимального до максимального значений в 2-2,6 раза, при этом, отчетливо выявляются зоны повышенной и пониженной твердости.

Испытаниями опытных термообработанных образцов на основе результатов измерения твердости и микроструктурного анализа установлены следующие результаты:

1) при испытании на твердость получены следующие средние значения: 22,4, 49,7, 17,9, 31,8 $HRC_э$ для образцов № 1-4, соответственно;

2) наиболее высокие показатели твердости получены для образца № 2, для которого после нагрева выполнена закалка в воде;

3) анализ микроструктур образцов № 1-№ 4 показал, что они не совсем соответствуют структурам стали 65Г после термической обработки;

4) несоответствие структуры объясняется вероятностью неправильного назначения режимов термической обработки.

Список литературы

1. Шовкопляс А.В. Дисковые рабочие органы борон: технология изготовления и восстановления // Лесотехнический журнал. 2016. Т. 6, № 1. – С. 203–211.

2. Водолазская Н.В., Стребков С.В. Надежность и эксплуатация технических систем: монография. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. – С. 151.

3. Кувандиков Ё.Т. Исследование выбора правильной ширины рабочего инструмента для культиватора // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. № 3 (120).

УДК 502.681.3

СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ

Ракитянский И.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Производство гидропонного зеленого корма является одним из перспективных направлений повышения продуктивности животноводства. Такой корм отличается высокой биологической ценностью: содержит до 28,93% белка, 96,73% жира, а также каротин и хлорофилл, при этом его себестоимость в 5-8 раз ниже традиционных кормов. Однако широкое внедрение технологии сдерживается отсутствием эффективных средств механизации, обеспечивающих стабильные условия проращивания и минимизацию ручного труда.

Анализ существующих конструкций показывает, что многие установки имеют недостатки: сложность конструкции, отсутствие систем рециркуляции и обеззараживания воды, невозможность непрерывного цикла проращивания [2]. Для устранения этих ограничений предлагается использовать установку, защищённую патентом [2]. Она содержит две ванны (верхнюю и нижнюю), соединённые трубопроводом с насосом, механический фильтр и ультрафиолетовый стерилизатор. На дне ванн установлены барботеры, обеспечивающие подачу воздуха и дополнительное ворошение зерна во время замачивания. Емкости для проращивания выполнены в виде перфорированных лотков с ручками, что позволяет легко перемещать их и встряхивать для предотвращения слеживания. Такая конструкция обеспечивает непрерывность процесса: пока в одной ванне идёт замачивание, в другой – зерно проращивается, а вода после очистки и обеззараживания повторно используется [2].

Важным элементом технологии является оптимизация питательной среды и освещения. Согласно патенту [3], орошение зерна гуминовым раствором концентрацией 0,1-0,5 мг/л каждые 3-4 ч в течение 7-9 суток в сочетании с люминесцентными лампами, имеющими максимумы излучения в красной (611 нм) и синей (450 нм) областях спектра, позволяет повысить содержание витаминов и каротиноидов в проростках. В частности, содержание витамина Е увеличивается на 15-39%, каротиноидов – на 25-135% по сравнению с орошением водой [3].

Современные установки требуют автоматизации контроля параметров. В работе [1] описана лабораторная система, включающая программируемый логический контроллер (PLC), датчики температуры и влажности, а также влагомер игольчатого типа для измерения влажности корневой части (диапазон 25-35%, периодичность контроля 2 раза в сутки). Сигналы от датчиков поступают в контроллер, который управляет подачей воды и освещением, обеспечивая поддержание оптимальных условий. Предусмотрено также удалённое управление через HMI-панель или веб-интерфейс.

Перспективным направлением совершенствования средств механизации является интеграция систем искусственного интеллекта (ИИ). Алгоритмы

машинного обучения могут анализировать данные, поступающие от датчиков температуры, влажности, освещённости и состояния корневой системы, и на основе этого прогнозировать оптимальные режимы проращивания для различных партий зерна. Это позволит не только автоматизировать управление, но и адаптировать процесс в реальном времени, повышая равномерность прорастания и качество корма. Внедрение ИИ в гидропонные установки открывает возможности для создания самообучающихся систем, способных минимизировать влияние человеческого фактора и снизить энергозатраты.

Таким образом, комплексное применение рассмотренных технических решений – двухванной установки с рециркуляцией воды, использования гуминового раствора, автоматизированной системы управления и элементов искусственного интеллекта – позволяет создать эффективное средство механизации для круглогодичного получения высококачественного гидропонного корма [5]. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию режимов работы для различных зерновых культур и интеграцию подобных установок в технологические линии животноводческих ферм.

Список литературы

1. Абдуллаева Д.А. Инновационный подход к подготовке гидропонных зеленых кормов / Д.А. Абдуллаева // Агрофорсайт. 2022. № 1. – С. 141–153.

2. Пат. 2741111 A01C 1/00 (2006.01), A01G 31/00 (2006.01). Установка для проращивания зерна / Вендин С.В., Саенко Ю.В., Походня Г.С., Широков М.С., Путиенко К.Н., Страхов В.Ю.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина. – № 2020125788; заявл. 28.07.2020; опубл. 22.01.2021, Бюл. № 3.

3. Пат. 2189734 A01G 31/00 (2000.01). Способ выращивания гидропонного зеленого корма / Околелова Т.М., Шевяков А.Н., Раздуев В.П., Бадаева Д.М.; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИТИП. – № 2000118056/13; заявл. 06.07.2000; опубл. 27.09.2002, Бюл. № 27.

4. Пат. 2472330 Российская Федерация, A01C1/00 (2006.01). Способ проращивания зерна и устройство для его осуществления [Текст] / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Вендин С.В., Макаренко А.Н., Саенко С.В., Сахнов А.В., Саенко Т.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА. – № 2011109467/21; заявл. 14.03.2011; опубл. 20.01.2013. – 13 с.

5. Вендин С.В. Экспериментальные исследования по применению ультрафиолетового излучения при предпосевной обработке семян сои для проращивания на витаминный корм / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Майский, 2021. № 2 (30). – С. 108–115.

УДК 62-97/-98

МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРУЖИНЫ РАСТЯЖЕНИЯ

Рощупкин Д.А., Минасян А.Г.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

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

В качестве объектов исследования использовались опытные образцы пружин растяжения винтовых цилиндрических из стали круглого сечения Ø 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 τ_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 данной цели решались следующие *задачи*: провели анализ механических свойств по измерению твердости; изучили микроструктуру образцов пружины; выполнили анализ и обобщили результаты экспериментальной части. Для оценки механических свойств путем измерения твердости на характерных участках пружины применяли универсальный твердомер марки ТР 5006. Методика измерений по ГОСТ 9013-59 (ИСО 6508-86) Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу. Микроструктурный анализ шлифов подготовленных образцов выполняли по методике ГОСТ 8233-56 Сталь. Эталоны микроструктуры. Микроструктурный анализ образцов при ×500 увеличении проведен на оптическом микроскопе МЕТАМ ЛВ-34 и при ×1000 увеличении на инвертированном металлографическом микроскопе GX53F.

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

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

Список литературы

1. Сталь на рубеже столетий / Белянчиков Л.Н., Бородин Д.И., Валавин В.С. [и др.]; Под научн. ред. Ю.С. Карабасова. – М. : МИСиС, 2001. – 663 с.

2. Водолазская Н.В., Пастухов А.Г., Минасян А.Г. Повышение ресурса оборудования молочно-перерабатывающей промышленности за счет использования композиционных материалов // Конструирование и производство изделий из композиционных материалов: труды Междунар. науч.-практ. конф. Караганда, 2015. – С. 15–16.

УДК 631.53

ГИДРОПОННЫЕ И АЭРОПОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Рощупкин Д.А., Бородин И.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Развитие новых агротехнологий в сельское хозяйство стало важнейшим направлением модернизации агропромышленного комплекса. Одной из наиболее прогрессивных тенденций являются гидропонные и аэропонные системы выращивания растений.

Гидропоника представляет собой технологию культивации растений без использования традиционного грунта. Вместо почвы используются специальные субстраты либо непосредственно раствор минеральных солей, обеспечивающих растения необходимыми элементами питания. Среди ключевых преимуществ гидропонной системы выделяются: Повышенная скорость роста растений. Выращивания растений круглогодично в закрытых помещениях. Сокращение расхода воды и удобрений.

Есть и минусы, связанные с необходимостью поддержания стабильной температуры, контролем уровня pH и регулярностью подачи питательных элементов. Наиболее распространенными видами гидропонных установок являются: 1. Система глубоководного потока. 2. Капельный полив. 3. Техника фитильного метода. 4. Аэродинамическая установка.

Аэропоника – это технология, основанная на выращивании растений исключительно в воздухе, без какого-либо субстрата. Питательные вещества поступают к корням посредством распыления мелкодисперсного раствора, что обеспечивает доступ кислорода.

Преимущества аэропонного способа: Минимальная вероятность заражения болезнями и насекомыми-вредителями. Легкость ухода и автоматизации всех процессов.

Гидропонные и аэропонные системы позволяют обеспечить потребителей свежими овощами и зеленью независимо от погодных условий и сезонности. Эти технологии демонстрируют высокую эффективность и перспективность, однако требуют вложения и тщательного планирования, квалифицированного персонала и постоянного обслуживания.

Список литературы

1. Нуриддинов Я.А. Продуктивность меристемного картофеля в искусственных средах аэропонных и гидропонных установок / Я.А. Нуриддинов, Э.Т. Ярова, О.Г. Мальчихина, Г.В. Тоболова, К.А. Колошина // Вестник Российской академии наук. 2018. Т. 88, № 9. – С. 773–784.

2. Волхонов М.С., Мамаева И.А., Беляков М.М. Классификация и определение эффективности известных способов предпосевной обработки семян // Вестник НГИЭИ. 2022. № 3. – С. 45–56.

3. Антонов А.М. Сравнительный анализ эффективности корнеобразования черенков в аэропонных и гидропонных системах / А.М. Антонов, Ю.В. Александрова, Н.О. Пастухова, А.И. Лютикова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. № 2. – С. 62–68.

УДК 631.171

СКРЕПЕРНЫЙ ПОДГРЕБАТЕЛЬ КОРМА НА КОРМОВОМ СТОЛЕ

Сазонов Н.И., Чехунов О.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для решения задачи продовольственной безопасности страны следует вести интенсивное наращивание производимого молока, при этом не только за счет строительства новых производственных мощностей, но и за счет повышения эффективности имеющегося поголовья, на которое в первую очередь оказывает влияние полнота кормления и ряд других зооветеринарных показателей [1, 2].

Анализ современного рынка оборудования для АПК показывает о растущей потребности отрасли в интеллектуальных машинах и оборудовании, включая автоматизированную технику, позволяющую вывести обслуживающий персонал за пределы технологических операций, исключив одновременно и «человеческий фактор» [3, 4].

Наблюдение за кормлением молочного скота, содержащегося без привязи и поедающим корм в виде кормовых смесей с кормовых столов, приготовление и раздача которых выполнялась мобильными кормораздатчиками, выявил следующий недостаток – при приеме корма коровы разгребают его мордой, при этом значительная часть отодвигается от грудного упора кормового стола, т.е. он оказывается в зоне недоступной животным [5]. Данную проблему в хозяйствах решают с помощью ручного сгребания при помощи метлы, кратность данной операции – не менее 4…6 раз в сутки. Таким образом для осуществления данной операции затрачивается значительное количество времени и трудозатраты.

Из этого нами ставиться задача разработки конструктивной схемы автоматического агрегата для подгребания корма на кормовых столах, что позволит свести к нулю ручные операции по сгребанию корма и улучшить его поедаемость, повысив в свою очередь молочную продуктивность и снизив остатки кормов, идущие на утилизацию. В целом решение указанной задачи повысит экономику хозяйства, снизив себестоимость производства.

Для подгребания кормов в коровнике применяют различные системы и оборудование, включая и роботизированные, однако их применение сопряжено со значительными капитальными вложениями, что зачастую делает производство молока не рентабельным [6].

Положительный опыт наблюдается при обслуживании навозных галерей коровников скреперными установками, типа УС, УСГ, УНС и других [2, 3]. Исходя из этого предлагается перенести опыт использования скреперов для навоза в область подгребания корма на кормовых столах коровников.

Нами спроектирован скрепер, включающий основание, на котором шарнирно на осях закреплены два крыла со щетками, которые при движении во время рабочего хода раскладываются, холостого – складываются. При работе этого устройства крылья со щетками, за счет силы трения о пол, раскладываются в рабочее положение, начинают подравнивать кормовую массу на ход крыльев,

а на обратном ходу складываются, упираясь основанием крыла в ограничители по бокам основания, не задевая на обратном ходу кормовые массы. Наличие одностороннего рабочего хода с возможностью холостого реверса и конструктивная невозможность рабочего хода в обе стороны предотвращает излишнее волочение корма из стороны в сторону по ходу устройства, что дает возможность избежать дальнейших потерь. При наличии кормовых масс за пределами кормовых столов при следующем рабочем ходе щетками эта порция корма подравниваются полностью. Крепление к приводной цепи или тросу исполняется двумя осями, к одной из которых присоединён талреп для стягивания и регулировки слабины такелажа посредством вилки, с резьбовым хвостиком которая закреплена за одну из осей.

Таким образом, замена ручного тяжелого труда на скреперный подгребатель кормов, который имеет массу положительных сторон как в экономическом плане, так и в продвижении предприятия в сторону механизации и автоматизации труда и различных операций. Так же стоит отметить факт перевзбивания части уже уложенной кормовой массы на столе что в своем роде может положительно повлиять на ее качество

Список литературы

1. Усовершенствование технологии выращивания телят в профилакторный период / Н.А. Маслова, А.П. Хохлова, О.А. Попова [и др.]. – Белгород : ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2024. – 256 с. – ISBN 978-5-98242-401-3.

2. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве: Учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 178 с.

3. Основы механизации сельскохозяйственного производства: учебное пособие для студентов среднего профессионального образования обучающихся по специальности 35.02.08 – Электрификация сельского хозяйства. / К.Н. Путиенко, Ю.В. Саенко, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 420 с.

4. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства: Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции направленность (профиль подготовки: «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции») / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2023. – 343 с.

5. Роботизированный агрегат для обслуживания кормовых столов и подкорма скота / О.А. Чехунов, В.В. Воронин, Г.С. Чехунова, К.В. Казаков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2024. № 4 (44). – С. 67–77.

6. Патрин П.А. Современные технологии и техника в АПК / П.А. Патрин, В.А. Новик, Д.С. Рудаков. – Новосибирск : НГАУ, 2024. – 96 с.

УДК 631.81

СЕПАРАТОР НАВОЗНОЙ МАССЫ

Сигида М.А., Чехунов О.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В России отмечается рост молочного поголовья, содержащегося с применением гидравлических систем навозоудаления, что приводит к образованию значительного количества животноводческих стоков, включающих навоз КРС и канализационные стоки от промывки доильного и молочного оборудования [1]. Кроме того, системы гидравлического навозоудаления практически повсеместно используются в свиноводстве, а также постепенно внедряются и для выращивания телят, в том числе и в профилакторный период [2].

Основное направления утилизации животноводческих стоков – использование на полях в качестве органического удобрения [3].

При утилизации бесподстилочного навоза (животноводческих стоков) возникает ряд трудностей, связанных с заделкой его в почву непосредственно после внесения, что рекомендуют агрономические службы (использование агрегатов для внутрепочвенного внесения сопряжено с высокими эксплуатационными расходами и капитальными затратами), необходимость наличия значительных объемов лагун для хранения и потенциальная экологическая угроза при попадании жидкой фракции в окружающую среду [4].

Изучены способы переработки жидкого навоза для внесения в качестве органических удобрений – компостирование, вермикомпостирование, разделение на фракции с последующей обработкой каждой фракции, биологическая очистка, анаэробная обработка и другие [5].

На основании выполненного обзора существующих технологий утилизации жидкого навоза нами предложена технологическая линия переработки животноводческих стоков для молочнотоварных ферм, в которые стоки с исходной влажностью 85…90% после карантинной выдержки и удаления механических включений разделяются на твердую и жидкую фракции влажностью 65…75% и 95…98% соответственно. Твердая фракция транспортируются в навозохранилище откуда после выдержки на вносится на поля посредством разбрасывателей. Жидкая фракция, пройдя биологическую очистку также вносится на поля посредством машин для внесения жидких органических удобрений или дождевальными установками при орошении.

Таким образом основной операцией в указанной линии выступает разделение навозных стоков на фракции, для чего применяют виброгрохоты, осадочные и фильтрующие центрифуги, дуговые сита в исполнении отдельной машины и в составе агрегатов, шнековые сепараторы, ленточные фильтр-прессы, вакуумные фильтры и другое оборудование [1, 4].

Рассмотрев оборудование для механического разделения жидких стоков установлено, что использование шнековых сепараторов имеет ряд преимуществ, обусловленные возможностью осуществления регулирования степени

сепарирования, высокой производительностью, возможностью автоматизации процесса, технической простотой и т.д. Выявлены недостатки большинства известных сепараторов, заключающихся в отсутствии средств для очистки фильтровальных элементов.

Для устранения выявленного недостатка предлагается спроектировать конструкцию шнекового сепаратора навозных стоков, в котором между витками шнеков предусмотреть щеточные очистители, ворс которых будет соприкасаться с перфорированной частью, что при работе даст дополнительную очистку от налипающего навоза на фильтрующем элементе. Использование шнекового сепаратора позволит разделять животноводческие стоки молочнотоварных ферм влажностью 85…90% на твердую и жидкую фракции, влажностью соответственно 65…75% и 95…98%.

Список литературы

1. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства: Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции направленность (профиль подготовки: «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции») / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2023. – 343 с.

2. Усовершенствование технологии выращивания телят в профилакторный период / Н.А. Маслова, А.П. Хохлова, О.А. Попова [и др.]. – Белгород : ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2024. – 256 с. – ISBN 978-5-98242-401-3.

3. Бондаренко А.М. Механизация процессов переработки навоза животноводческих предприятий в органические удобрения / А.М. Бондаренко, В.П. Забродин, В.Н. Курочкин. – Зерноград : АЧГАА, 2010. – 184 с.

4. Макаренко А.Н. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве / А.Н. Макаренко, О.А. Чехунов. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2012. – 64 с.

5. Чехунов О.А. Агрегат для приготовления компостов с использованием эффективных микроорганизмов / О.А. Чехунов, Г.С. Чехунова, В.В. Воронин // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 2 (38). – С. 80–85.

УДК 697.921.42

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ В ЛАЗЕРНЫХ УСТАНОВКАХ В АПК

Таранюк И.В., Слободюк А.П.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Использование лазерных установок на обрабатывающих предприятиях агропромышленного комплекса сопровождается образованием аэрозолей и газов, содержащих оксиды металлов и продукты термического разложения их покрытий. Надёжность систем аспирации, обеспечивающих удаление этих выделений из зоны резки, напрямую влияет на безопасность труда, качество технологического процесса и стабильность работы оборудования [1].

В условиях АПК аспирационные установки часто работают в режиме переменной загрузки: периоды интенсивной резки сменяются простоями и вспомогательными операциями (подготовка заготовок, сортировка деталей, ремонтные работы и т.п.). Неравномерная эксплуатация и повышенная загрязненность производственных помещений приводят к неравномерному загрязнению фильтрующих элементов. Как следствие, снижается расход отсасываемого воздуха, ухудшаются санитарно-гигиенические условия в рабочей зоне и повышаются эксплуатационные затраты.

К типовым причинам снижения эксплуатационной надёжности аспирационных систем лазерной резки относятся: (1) засорение предварительных и тонких фильтров и трубчатых магистралей; (2) падение производительности вентиляторного агрегата из-за засорения внутренних механизмов, износа подшипников и загрязнения проточной части (повышение требуемого давления установки); (3) подсос воздуха в местах стыков воздуховодов и в корпусах фильтровальных модулей (негерметичность системы); (4) отсутствие или нарушение регламентов технического обслуживания (несвоевременная очистка, неправильная замена фильтрующих элементов и неверная эксплуатация) [2].

Для повышения надёжности целесообразно внедрять систему планово-предупредительного обслуживания, ориентированную на фактическое состояние оборудования. Базовым диагностическим параметром является перепад давления на фильтрующих ступенях. При достижении заданных порогов следует выполнять регламентные операции: очистку/замену фильтров, проверку герметичности, осмотр пылесборных бункеров и ревизию приводов. Дополнительно рекомендуется периодический контроль скорости воздуха в магистрали и разрежения в зоне стола, что позволяет выявлять деградацию вентилятора и утечки до возникновения аварийных простоев.

Конструктивные мероприятия, повышающие ресурс аспирационных систем, включают применение кассетных фильтров с увеличенной площадью фильтрации и удобным быстросъёмным креплением; использование износостойких и коррозионностойких материалов (в том числе для участков, контактирующих с влажными аэрозолями); установку виброизоляции вентиляторных

агрегатов и организацию удобных люков для ревизии воздуховодов. Для предприятий АПК особенно важно обеспечивать своевременность обслуживания, что обеспечивается за счёт доступа к фильтрам, возможности безопасной выгрузки пыли и минимизации операций, выполняемых непосредственно в загрязнённой зоне.

Таким образом, повышение эксплуатационной надёжности систем аспирации в лазерных установках в условиях предприятий АПК достигается сочетанием регламентированного сервиса, диагностики по параметрам работы и конструктивных решений, снижающих скорость засорения и износ узлов. Реализация указанных мер позволяет увеличить межсервисный интервал, снизить внеплановые простои лазерного оборудования и обеспечить стабильное качество воздуха в рабочей зоне [3].

Список литературы

1. Таранюк И.В., Слободюк А.П. Зона выбросов и концентрация вредных веществ, выделяемых при лазерной резке металлов // VI Международная студенческая научная конференция «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК». – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 130–131.

2. Таранюк И.В., Слободюк А.П. Методы фильтрации воздуха от вредных выбросов на предприятии лазерной резки металлов // Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти д.т.н., профессора Вендина С.В. «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке». – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 171–172.

3. Яшина М.А. и др. К вопросу использования лазерного оборудования в цехах гибких автоматизированных производств // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12 (ч. 7). – С. 1301–1306.

УДК 629.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Тепляков Е.В., Кривцун Н.Н.
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия

Ключевым аспектом для получения высокой урожайности сильной пшеницы является оптимизация процесса внесения удобрений. Необходимость механизации этой операции, особенно при внесении основного удобрения, становится очевидной при анализе существующих технологий. Традиционные методы разбрасывания удобрений по полю, хотя и распространены, не всегда обеспечивают необходимое проникновение питательных веществ в почву, что негативно сказывается на продуктивности растений.

Современные системы земледелия, ориентированные на выращивание сильного зерна, предполагают более точечное и глубокое внесение удобрений. Для этого используются специальные приспособления, интегрированные с почвообрабатывающими орудиями, такими как плуги или дисковые бороны. Такой подход позволяет заделывать удобрения непосредственно в пахотный слой, обеспечивая их доступность для корневой системы пшеницы на ранних стадиях развития. Фокусировка на заделке фосфорных и калийных удобрений на дно борозды, а азотных – с перемешиванием по всему пахотному слою, подтверждает целенаправленный подход к питанию растений, который является краеугольным камнем в получении сильного зерна [1, 2].

Внесение минеральных удобрений машиной AMAZONE ZA-M 1200 выявило определенные трудности. Использование серийных дополнительных бортов для увеличения объема бункера приводит к опрокидыванию трактора. В этом случае резко возрастает усилие на заднюю ось трактора и при эксплуатации возможен случай запрокидывания трактора. Чтобы этого не произошло, применяют устройства, предназначенные для уменьшения нагрузки на заднюю ось трактора. Такие устройства также имеют различные конструкции и принципы действия. Нами предлагается устройство для разгрузки задней оси трактора. Основной элемент этого устройства – траверса треугольной формы на осях с опорными колесами. Трущиеся детали устройства следует упрочнить износостойкими покрытиями [3, 4]. При применении предлагаемого устройства, сельхозмашину соединяют с траверсой, у которой имеются опорные колеса. С противоположной стороны траверса соединяется со скобой верхнего кронштейна через специальные проушины и с нижними кронштейнами сцепного устройства трактора. В этом случае, при работе вся масса сельхозмашины приходится на опорные колеса устройства, при этом задние колеса трактора разгружаются. Предлагаемое нами приспособление разгрузочного устройства позволит использовать машину, как со стандартными дополнительными бортами, так и с изготовленными в условиях агропредприятия. Изготовленные самостоятельно дополнительные борта позволяют увеличить емкость бункера на 35%, что соответственно приведет к росту производительности агрегата и снижению эксплуатационных затрат.

Развитие и совершенствование таких технологий требует постоянного поиска инновационных решений. Предложенное устройство для разгрузки задней оси трактора является ярким примером такого подхода. Оно не только решает проблему перегрузки трактора при работе с массивными навесными машинами, но и открывает новые возможности для использования сельскохозяйственной техники, в том числе с самостоятельно изготовленными дополнительными бортовыми элементами, повышающими производительность и снижающими затраты [5]. Таким образом, комплексный подход, охватывающий как селекцию сильных сортов, так и совершенствование агротехники, включая инновационные решения в области внесения удобрений и эксплуатации техники, является фундаментом для получения высококачественного зерна пшеницы. Дальнейшие исследования и внедрение подобных разработок будут способствовать повышению эффективности растениеводства и достижению новых высот в производстве сильного зерна.

Список литературы

1. Юдина Е.М. Современные ресурсосберегающие технологии в растениеводстве // «Зеленая экономика» в агропромышленном комплексе: вызовы и перспективы развития: Мат. всероссийской науч. конф.. – Краснодар : ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ- филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2018. – С. 473–478.

2. Maslov G.G. et al. Modernization of engineering support of crop cultivation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia, 04-05 июля 2020 года. – Omsk City, Western Siberia, 2021. – P. 012107.

3. Гурьянов Г.В., Юдина Е.М., Кисель Ю.Е. Определение параметров микроструктуры электрохимических покрытий по их дилатации // Труды Кубанского ГАУ. 2013. № 43. – С. 295–299.

4. Юдина Е.М. Повышение ресурса восстановленных деталей сельскохозяйственной техники композиционными гальваническими покрытиями на основе железа: спец. 05.20.03: автореферат дис. на соискание учен.ст. к.т.н. – Москва, 1993. – 16 с.

5. Булавин С.А. Сеялка прямого посева / С.А. Булавин, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Сельский механизатор. № 6, 2007. – С. 16.

УДК 631.4

ТЕХНОЛОГИЯ НУЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Томилин Р.С., Мачкарин А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, 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 [2].

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 [3].

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 [4].

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 [5].

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. Основы механизации сельскохозяйственного производства: учебное пособие для студентов среднего профессионального образования обучающихся по специальности 35.02.08 – Электрификация сельского хозяйства. Протокол №964 от 18 октября 2021 г / К.Н. Путиенко, Ю.В. Саенко, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 420 с.

2. Мачкарин А.В. Повышение эффективности выращивания зерновых с разработкой и обоснованием оптимальных параметров сеялки прямого посева: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Мачкарин Александр Викторович. – Белгород, 2009. – 156 с.

3. Технологии механизированных работ в растениеводстве: Практикум по дисциплине Технологии механизированных работ в растениеводстве для студентов среднего профессионального образования по направлению подготовки 35.02.07 – Механизация сельского хозяйства / О.А. Чехунов, Е.А. Мартынов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 86 с.

4. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве: Учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 178 с.

5. Введение в профессиональную деятельность / Ю.В. Саенко, Е.А. Мартынов, К.В. Казаков [и др.]. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 226 с.

УДК 697.921.42

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ФИЛЬТРОВ И КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В ЗОНЕ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

Таранюк И.В., Слободюк А.П.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Эксплуатация лазерных установок на предприятиях агропромышленного комплекса сопровождается образованием аэрозолей и газообразных продуктов термического воздействия на металл. Стабильность работы систем аспирации определяется не только их конструктивными параметрами, но и своевременным контролем технического состояния фильтрующих элементов и параметров воздушной среды [1].

Одним из ключевых показателей состояния фильтров является перепад давления между входом и выходом фильтрующей ступени. Рост данного параметра свидетельствует о засорении фильтрующего материала и увеличении аэродинамического сопротивления системы. Установка датчиков дифференциального давления позволяет фиксировать критические значения и формировать сигнал о необходимости очистки или замены фильтрующих элементов.

Дополнительным элементом мониторинга является контроль концентрации пыли и аэрозольных частиц в рабочей зоне. Применение оптических или лазерных датчиков запылённости обеспечивает оперативную оценку качества очистки воздуха. При превышении допустимых значений концентрации система может передавать предупреждение оператору или инициировать автоматическое снижение мощности лазерной установки [2].

Контроль скорости воздушного потока в магистральных воздуховодах и разрежения в зоне стола резки позволяет оценивать фактическую производительность вентилятора и выявлять утечки в системе. Совместный анализ этих параметров даёт возможность прогнозировать деградацию оборудования и предотвращать аварийные остановки.

Интеграция датчиков в общую систему управления лазерным комплексом позволяет организовать автоматизированный журнал состояния оборудования, фиксировать периоды перегрузки фильтров и оптимизировать график технического обслуживания [3]. Для предприятий АПК, характеризующихся неритмичной загрузкой производственных мощностей, такой подход способствует снижению эксплуатационных затрат и повышению промышленной безопасности.

Таким образом, внедрение системы мониторинга состояния фильтров и качества воздуха в зоне лазерной резки является эффективным инструментом технического сервиса. Комплексный контроль перепада давления, запылённости и аэродинамических параметров позволяет обеспечить устойчивую работу аспирационной установки и поддержание нормируемых санитарно-гигиенических показателей воздушной среды.

Список литературы

1. Таранюк И.В., Слободюк А.П. Методы фильтрации воздуха от вредных выбросов на предприятии лазерной резки металлов // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке». – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 171–172.

2. Яшина М.А. и др. К вопросу использования лазерного оборудования в цехах гибких автоматизированных производств // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12 (ч. 7). – С. 1301–1306.

3. Федорец А.А., Колмаков Э.Э., Бакин П.Ю. Способ контроля запыленности воздуха. 2009.

УДК 631.51

ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Трембач А.А., Мачкарин А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Обработка почвы является основным звеном в технологической цепи возделывания сельскохозяйственных растений. Механическая обработка – это воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих орудий с целью улучшения сложения пахотного слоя, водопроницаемости, микробиологической активности почвы, снижения засоренности и др. [1].

В естественных условиях почва уплотняется под действием осадков, оседает под действием силы тяжести. Это естественное уплотнение. Оно вызывает снижение пористости почвы, пористости аэрации, биологической активности почвы, нитрификационной способности, водопроницаемости, увеличивает сток, водную эрозию и т.д. [2].

Свежее органическое вещество нуждается в заделке во влажные слои почвы. За сезон сельскохозяйственные машины и орудия проходят по полю от 5 до 20 раз, суммарная площадь следов колёс тракторов и орудий составляет 100-200% площади поля, т.е. почва прикатывается за сезон 2 раза. Это антропогенное уплотнение.

Поля зарастают сорной растительностью. Важным средством борьбы с ней является обработка почвы. Она способствует уничтожению вредителей и болезней растений, улучшению фитосанитарного состояния почвы. Обработка, улучшая водопроницаемость, снижает сток воды и смыв почвы, в той или иной степени препятствует развитию эрозионных процессов. В результате ежегодного смыва из верхнего плодородного слоя почвы исчезает 5,4 млн т азота, 1,8 млн т фосфора, 3,6 млн т калия. Со стоком ежегодные потери влаги на склоновых землях составляют 50-60 млрд $м^3$. Этого количества влаги достаточно для производства 50 млн т зерна [3].

Обработка почвы обеспечивает поддержание уровня плодородия, улучшение водного и воздушного режимов, а также фитосанитарное состояние. Поддержание плодородия почвы на высоком уровне предусматривает улучшение сложения пахотного слоя, усиление аэрации и повышение биологической активности, что способствует разложению свежего органического вещества.

Улучшение водного и воздушного режимов почвы способствует лучшему проникновению влаги и воздуха в рыхлую почву, обработка сокращает непроизводительные потери влаги [4].

Обработка очищает почву от сорных растений, их семян и вегетативных органов, а также возбудителей болезней и вредителей. Кроме основных задач, обработка почвы решает частные задачи: уничтожение корнеотпрысковых сорняков; заделка в почву растительных остатков, удобрений и гербицидов; выравнивание поверхности; создание условий для прорастания семян.

Сроки обработки почвы диктуются её технологическими свойствами. К ним относятся:

Связность почвы – способность противостоять механическому воздействию почвообрабатывающих орудий. Она зависит от влажности, солонцеватости и гранулометрического состава.

Пластичность – способность изменять и сохранять преданную почве форму без распада на комочки. Зависит от влажности.

Липкость – способность прилипать во влажном состоянии к рабочим органам почвообрабатывающих орудий. При обработке такой почвы происходит залипание рабочих органов, что значительно увеличивает тяговое сопротивление машин и орудия.

Связность, пластичность и липкость определяют сроки и качество обработки почвы. Существует узкий интервал оптимальной влажности, при которой связность и плотность наименьшие. При этой влажности почва легко обрабатывается. Интервал влажности, при котором почва во время обработки хорошо крошится и не прилипает к орудиям, называется физической спелостью [4].

При избыточной влажности на поверхность рабочих органов налипают комья почвы, которые при высыхании образуются глыбы, при недостаточной влаге почва плохо крошится и также образуются глыбы. В таких случаях качество обработки очень плохое.

Список литературы

1. Патент № 2300183 C1 Российская Федерация, МПК A01C 7/16. Вибрационный высевающий аппарат: № 2005135525/12: заявл. 15.11.2005: опубл. 10.06.2007 / С.А. Булавин, А.В. Мачкарин; заявитель ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия».

2. Мачкарин А.В. Повышение эффективности выращивания зерновых с разработкой и обоснованием оптимальных параметров сеялки прямого посева: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Мачкарин Александр Викторович. – Белгород, 2009. – 156 с.

3. Технологии механизированных работ в растениеводстве: Практикум по дисциплине Технологии механизированных работ в растениеводстве для студентов среднего профессионального образования по направлению подготовки 35.02.07 – Механизация сельского хозяйства / О.А. Чехунов, Е.А. Мартынов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 86 с.

4. Основы механизации сельскохозяйственного производства: учебное пособие для студентов среднего профессионального образования обучающихся по специальности 35.02.08 – Электрификация сельского хозяйства. Протокол №964 от 18 октября 2021 г / К.Н. Путиенко, Ю.В. Саенко, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 420 с.

УДК 697.921.42

СНИЖЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ И ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОГО СБОРА ОТХОДОВ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ ЛАЗЕРНЫХ УСТАНОВОК В АПК

Таранюк И.В., Слободюк А.П.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Эксплуатация систем аспирации в лазерных установках предприятий агропромышленного комплекса связана не только с обеспечением санитарно-гигиенических требований, но и с формированием существенных эксплуатационных затрат. Основными составляющими расходов являются замена фильтрующих элементов, потребление электроэнергии вентиляторными агрегатами и трудозатраты на обслуживание и удаление улавливаемых отходов [1].

Снижение эксплуатационных затрат возможно за счёт оптимизации режима работы аспирационной установки. Применение частотного регулирования электроприводов вентиляторов позволяет адаптировать производительность системы к фактической загрузке лазерного оборудования. При переменной интенсивности резки это обеспечивает уменьшение энергопотребления и снижение износа механических узлов.

Дополнительным направлением является использование фильтрующих кассет увеличенной площади с возможностью регенерации. Импульсная очистка фильтров сжатым воздухом позволяет продлить их срок службы и сократить частоту замены. Это особенно актуально для предприятий АПК, характеризующихся сезонностью и неравномерной загрузкой производственных участков [2].

Организация безопасного сбора отходов аспирационных систем представляет отдельную задачу. Улавливаемая пыль при лазерной резке может содержать оксиды металлов и продукты термического разложения покрытий. Для предотвращения вторичного пылеобразования целесообразно применять герметичные пылесборные контейнеры кассетного типа с возможностью быстрой замены без контакта обслуживающего персонала с загрязняющими веществами.

Эффективным решением является использование модульных пылесборных бункеров с системой шлюзовой выгрузки, исключающей выброс пыли при опорожнении. Дополнительно может предусматриваться увлажнение или брикетирование собранных отходов, что снижает их подвижность и упрощает дальнейшую передачу специализированным организациям для утилизации [3].

Комплексный подход, сочетающий энергосберегающие режимы работы, регенерацию фильтров и безопасную систему накопления отходов, позволяет снизить эксплуатационные расходы и трудоёмкость обслуживания аспирационных установок. В результате повышается экономическая эффективность функционирования лазерных участков и обеспечивается соблюдение требований промышленной безопасности [2].

Список литературы

1. Таранюк И.В., Слободюк А.П. Методы фильтрации воздуха от вредных выбросов на предприятии лазерной резки металлов // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке». – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 171–172.
2. Рамалданов Г.Г., Ткаченко Н.Ю. Фильтр кассетный непрерывного действия. 2018.
3. Павлечко В.Н. Энергоэффективное оборудование и системы в химической промышленности: учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов». 2014.

УДК 631.348.4

РАСТВОРНЫЙ УЗЕЛ ПРИГОТОВЛЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Улимбашев М.М., Чехунов О.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

При ведении интенсивного сельскохозяйственного производства неизбежно возникновение дефицита питательных веществ, особенно при выращивании овощей в закрытом грунте, что объясняется их активным потреблением культурными растениями и инфильтрации в нижние слои почвы при механической обработке [1]. Негативность данных процессов можно нивелировать путем внешнего вмешательства в агроценоз за счет добавления биогенных веществ, т.е. путем внесения удобрений. Специалисты сходятся во мнении, что высокую экономическую целесообразность представляют комплексные удобрения.

Мировой опыт показывает, что применение удобрений на культурных полях позволяет оптимизировать баланс питательных веществ и структуру почвы, что в свою очередь положительно сказывается на урожайности возделываемых растений и качестве получаемой продукции растениеводства [2].

С другой стороны, использование удобрений – «удар» по экологии [3]. Снизить данное негативное влияние можно путем оптимизации доз внесения удобрений, а также путем оптимальной их доставки к растениям.

В тепличных комплексах (при выращивании культур в закрытом грунте) данным требованиям наиболее полно соответствуют комплексные растворы удобрений, которые более равномерно распределяются и быстро просачиваясь попадают в корнеобитаемый слой, что позволяет растениям их интенсивно усваивать и как следствия давать высокие урожаи. Широкое применение комплексных растворов удобрений сдерживает их относительная дороговизна [4]. Таким образом снижение эксплуатационных затрат при приготовлении растворов удобрений непосредственно сельхозтоваропроизводителями – актуальная задача.

Рассмотрев функциональные схемы современных тепличных комплексов установлено, что основополагающими линиями производства выступают системы питания растений (системы приготовления и подвода питательного раствора к матам, где произрастают овощи) [5]. Основной недостаток большинства систем – использование для каждой теплицы своей установки для приготовления раствора удобрений, работающая не более 1,5…2 часа в сутки; растворно-смесительный узел гидравлического типа, что не позволяет качественно перемешивать удобрения (наблюдается накопление осадка на дне емкости); высокие капитальные затраты.

Проведя анализ технических решений установлено, что известные установки для приготовления растворов удобрений либо не обеспечивают высокое качество готового раствора, либо не могут быть применены в мобильных версиях такого типа машин [2, 4, 6].

Для приготовления качественного раствора удобрений, включающей в том числе карбамид и аммиачную селитру, предложена конструктивно-технологическая схема растворного узла, смонтированного на раме, который посредством автокранов можно установить в кузов транспортного средства. При этом приготовления растворов удобрений в нем может происходить как на стационаре с использованием механических загрузчиков компонентов, так и в кузове автотранспорта с ручной загрузкой компонентов.

Проектируемый агрегат оснащен растворно-смесительным узлом, оборудованным двухлопастной мешалкой и системой подогрева раствора, что исключит процесс кристаллизации при смешивании карбамида и аммиачной селитры, а также выпадение осадка.

Список литературы

1. Технические средства в сельском хозяйстве: учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль – Электрооборудование и электротехнологии. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 316 с.

2. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве: Учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 178 с.

3. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 364 с.

4. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (профили подготовки: «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в АПК») / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, К.В. Казаков [и др.]. – ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 390 с.

5. Современная сельскохозяйственная техника: Учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (профиль подготовки: «Интеллектуальные машины в АПК») / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 479 с.

6. Золотарева О.И. Направления развития аграрного образования в университете / О.И. Золотарева, Г.С. Чехунова // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 321–322.

УДК 636.086.5

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ ЖИВОТНЫМ

Фатеев С.А., Казаков К.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Механизация проращивания зерна для витаминного корма животным позволяет решить ряд проблем, связанных с традиционными технологиями, такими как загнивание отдельных порций зерна, неравномерность прорастания, большие затраты ручного труда и низкая производительность [1-3].

Разработка технологий и технических средств, обеспечивающих предварительную сушку пророщенного зерна и смешивание его с комбикормом, помогает обеспечить эффективное использование и сохранность продукта до скармливания. Для повышения содержания витаминов применяют проращивание зерна.

Добавление в корм пророщенного зерна существенно повышает его питательную и витаминную ценность. В то же время следует отметить, что известные технологии не обеспечивают необходимой равномерности проращивания зерна, в процессе проращивания возможно загнивание зерна, отсутствуют средства механизации проращивания, а существующие технологии проращивания зерна малопроизводительные. Кроме того, пророщенное зерно необходимо скормить животным в течение 1-1,5 часов.

Использование механизированных систем проращивания, приготовления и раздачи зерна животным способствует повышению витаминной полноценности рационов и качества готового продукта. Пророщенное зерно – скоропортящийся продукт, следовательно, важно обеспечить эффективность его использования и сохранность до скармливания [2, 4].

Это возможно за счет разработки технологий и технических средств, обеспечивающих предварительную сушку пророщенного зерна и смешивание его с комбикормом.

Поэтому производство кормовых смесей с использованием пророщенного зерна является важной народно-хозяйственной проблемой.

Развитие животноводства требует постоянного совершенствования технологий производства кормов, обеспечивающих животных необходимыми витаминами и микроэлементами. Одним из перспективных направлений является механизированное проращивание зерна с целью повышения его биологической ценности и улучшения усвоения питательных веществ животными [2, 4].

Основные тезисы.

1. Необходимость добавления натуральных витаминов в корма. Витамины играют ключевую роль в обмене веществ животных, влияя на рост, развитие и продуктивность. Недостаточное поступление витаминов ведет к снижению иммунитета, ухудшению репродуктивных функций и увеличению заболеваемости.

2. Преимущества пророщенного зерна: Пророщенное зерно отличается высоким содержанием витаминов группы В, С, Е, микроэлементов и ферментов, улучшающих пищеварение и повышающих усвояемость корма.

3. Технология механизации процесса: Современные технологии позволяют автоматизировать процесс проращивания зерна, обеспечивая равномерное увлажнение, вентиляцию и поддержание оптимальных условий температуры и влажности.

4. Экономическая эффективность: Использование механизированных установок позволяет снизить затраты ручного труда, повысить производительность и качество конечного продукта, что положительно сказывается на рентабельности производства продукции животноводства и птицеводства.

5. Экологические преимущества: Проращивание зерна способствует уменьшению количества отходов и повышению экологической устойчивости агропромышленного комплекса.

Таким образом, внедрение механизированных технологий проращивания зерна представляет собой эффективный способ улучшения качества кормов и повышения продуктивности животноводческих хозяйств [5, 6].

Список литературы

1. Юдаев И.В. Выращивание листового салата в светодиодной облучательной камере // Сельский механизатор [Текст] / И.В. Юдаев, Д.И. Чарова, А.С. Феклистов, И.Н. Воротников, Ш.Ж. Габриелян. 2017, № 1. – С. 20–21.

2. Вендин С.В. Исследование эффективности применения кормовых смесей с использованием пророщенного зерна в рационах свиней на откорме / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, М.А. Семернина // Вестник Курской ГСХА. 2019. № 3. – С. 80–86.

3. Булавин С.А. Скармливание пророщенного зерна свиньям в промышленных условиях / С.А. Булавин, Ю.В. Саенко // Кормопроизводство. 2014. № 8. – С. 37–39. – EDN SJVCQX.

4. Вендин С.В. Исследование влияния различных способов предпосевной обработки на проращивание зерна пшеницы и ячменя / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Майский, 2019. № 2. – С. 15–30.

5. Булавин С.А. Расчет параметров конвейерной сушилки пророщенного зерна / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко / Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Майский, 2015. № 2. – С. 3–8.

6. Пат. RU 2642511 Российская Федерация С1 А01С 1/02 (2006.01) Конвейер для проращивания зерна Вендин С.В., Саенко Ю.В., Саенко С.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина – № 2017107674; заявл. 07.03.2017, опубл. 25.01.2018 Бюл. № 3 – 9 с.

УДК 631.53

ПОСЕВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Федорченко Е.С., Мачкарин А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Озимая пшеница чрезвычайно требовательна к срокам посева. Культуры не хватает запаса прочности на позднее кущение или восстановление после неудачного начала: если она не успеет сформировать 2-4 побега до наступления холодов, велика вероятность, что она вымерзнет или весной будет ослаблена [1].

Время посева определяется не только календарными датами, но и температурой воздуха и продолжительностью светового дня. Важно, чтобы до устойчивых заморозков растение прошло два этапа: прорастание и укоренение (5-7 дней), а также формирование кущения (2-3 недели). При благоприятных погодных условиях этот процесс занимает около 30 дней вегетации. Если посеять семена слишком рано, пшеница перерастет и выпреет. При позднем посеве всходы не успеют окрепнуть, а погода играет ключевую роль: оптимальная среднесуточная температура на момент сева составляет 12-15°С.

Нарушение сроков посева негативно сказывается на качестве растений. При раннем посеве кущение становится слишком активным, растения перерастают и хуже переносят зиму. Если посев запоздал, озимая пшеница не успевает сформировать полноценную корневую систему, и ослабленные растения чаще погибают. При посеве в сухую погоду всходы появляются с опозданием, а кущение задерживается [2].

Правильная норма высева – это баланс между потенциальной урожайностью и устойчивостью посевов. Норма высева озимой пшеницы измеряется в миллионах всхожих зерен на гектар и обычно составляет 4,0-6,5 млн шт./га, в зависимости от условий выращивания.

На эту норму влияют несколько факторов: тип сорта (короткостебельный, слабо кустящийся или мощный кустящийся); репродукция и размер семян; уровень увлажнения осенью; срок посева (чем позже, тем выше норма); метод посева (рядовой, узкорядный, ленточный); подготовка почвы и точность работы сеялки; состояние поля (риск вымывания, уплотнения, засоренности) [3].

Не стоит завышать норму высева, так как это может привести к загущению посевов, вытягиванию и ослаблению растений, а также к плохой перезимовке. Заниженная норма снижает продуктивность колоса и увеличивает риск появления сорняков в междурядьях.

Глубина заделки семян. Даже при правильно выбранной норме высева неправильное заглубление семян может существенно повлиять на урожайность. Для озимой пшеницы это особенно важно. Оптимальная глубина заделки составляет 3,5-5 см, в зависимости от влажности и типа почвы. На легких почвах можно углубить семена до 4-5 см, а на тяжелых глинистых лучше ограничиться 3-3,5 см.

Слишком мелкая заделка увеличивает риск вымерзания и плохого укоренения, особенно на открытых участках. При глубокой заделке возможны задержки

всходов, вытянутость и ослабление проростков, а также снижение энергии роста [4].

Важно обеспечить одинаковую глубину заделки по всему полю. Это возможно только при выровненной поверхности, использовании калиброванных семян и исправной сеялки. После заделки рекомендуется прикатывание поверхности, что улучшает контакт семян с влагой и снижает испарение.

Озимая пшеница требует точного соблюдения всех технологических параметров посева, включая тип сеялки и давление прикатывающих катков.

Хорошая сеялка должна обеспечивать равномерную заделку на заданную глубину, постоянство междурядий, минимальное повреждение семян и стабильную подачу по всей ширине захвата.

При использовании нулевой технологии или на тяжелых почвах важна устойчивость сошников и контроль давления. Рекомендуется использовать сеялки с возможностью индивидуальной регулировки глубины или функцией параллелограммов [5].

Контроль качества посева. Поле не должно оставаться без внимания после посева. От первых 10-14 дней зависит, насколько хорошо пшеница укоренится, успеет ли она куститься и насколько равномерно она войдет в зиму.

Важно проверить: глубину заделки на разных участках (особенно на поворотах и в загонах); равномерность распределения (отсутствие «пустых полос» и «скоплений»); плотность заделки (семя должно быть в уплотненном ложе, а не на поверхности).

Список литературы

1. Мачкарин А.В. Повышение эффективности выращивания зерновых с разработкой и обоснованием оптимальных параметров сеялки прямого посева: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Мачкарин Александр Викторович. – Мичуринск – Наукоград, 2009. – 17 с.

2. Подготовка тракторов и сельскохозяйственных машин и механизмов к работе / А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – 140 с.

3. Технологии механизированных работ в растениеводстве: Практикум по дисциплине Технологии механизированных работ в растениеводстве для студентов среднего профессионального образования по направлению подготовки 35.02.07 – Механизация сельского хозяйства / О.А. Чехунов, Е.А. Мартынов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 86 с.

4. Технологии и средства механизации уборки, переработки и утилизации навоза / А.Н. Макаренко, С.А. Булавин, В.Н. Любин [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. – 334 с.

5. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве: Учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 178 с.

УДК 631.171

РУЧНОЙ КОРМОРАЗДАТЧИК ВЛАЖНОГО КОРМА

Хачатурян С.Л., Макаренко А.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Свиноводство на современном этапе – одна из наиболее развитых отраслей животноводства, имеющая значительный производственный потенциал. Это обуславливается высокой селекционной работой (при интенсивном разведении от одной свиноматки можно получить 18...20 поросят в год, или 1,8...3 тонн мяса), эффективными технологиями производства и переработки продукции, быстротой возврата вложенных средств, высоким спросом на рынке и т.д. [1].

Следует отметить, что современная промышленность, выпускающая оборудование для свиноводческих ферм, направлена в основном на крупных производителей, хотя мелкие производители тоже занимают свою нишу на рынке. Трут таких производителей практически не механизирован [2, 3]. Поэтому разработка оборудования для свиноводческих мини-ферм является актуальной задачей (в работе рассмотрен вопрос кормления свиней путем разработки ручного кормораздаточного агрегата).

Актуальность разведения свиней на мини-фермах, т.е. в К(Ф)Х состоит в следующем: высокий спрос на «домашнюю свинину»; объем государственных закупок свинины первой категории (беконной свинины) составляет 1,5...2% при необходимости в районе 10%; уровень рентабельности производства в более 40%; приток денежных средств в хозяйство наступает примерно через полгода (от начала реализации); стабильная и благоприятная для развития ценовая конъюнктура на рынке; скороспелость отрасли, обусловленная относительно короткими сроками выращивания животных до убоя (6...9 месяцев); высокая плодовитость свиноматок; возможность повышения рентабельности путем расширения ассортимента продукции; возможность получения субсидированных кредитов и грантов на строительство или развитие свиноводческой мини-фермы [4, 5].

Произведем анализ средств механизации для кормления свиней на мини-фермах. ООО «Диалог-агро» выпускает кормораздаточную тележку с электрическим приводом, оборудованную органами управления, электронным устройством контроля скорости, устройством дозированной выдачи кормосмеси. Недостаток тележки – невозможность производить выдачу жидкой кормосмеси.

ООО «Деловой фермер» выпускает кормораздаточную тележку ТУ-300, служащую для транспортировки сухих и жидких кормов на животноводческих фермах. Тележка выполнена в виде корытообразной емкости, смонтированной на раме с тремя пневматическими самоустанавливающимися колесами. Грузоподъемность тележки 300 кг. Такую же грузоподъемность и назначение имеет кормораздаточная тележка ТРК-300, отличающаяся от тележки ТУ-300 тем, что у нее четыре пневматических самоустанавливающихся колеса, расположенных в виде ромба [5].

Основным недостатком рассмотренных кормораздаточных тележек

выступает отсутствие в них перемешивающих устройств. Это приводит к тому, что в процессе транспортировки происходит расслоение кормосмеси по фракциям, а, следовательно, ее качество. Кроме того, для разгрузки таких тележек в кормушки необходимо использовать дополнительный инвентарь. Поэтому разработка кормораздаточной тележки для влажной кормосмеси с перемешивающим и выгрузным устройствами является актуальной. Кроме того, эксплуатация известных кормораздаточных тележек требует использования дополнительного инвентаря для разгрузки, что травмоопасно [6].

Таким образом перспективным направлением развития данной техники является проектирование агрегата с ручным приводом для выдачи влажных кормовых смесей свиньям применительно к условиям мини-ферм, оснащенного перемешивающими системами и выгрузным устройством.

Список литературы

1. Чехунова Г.С. Пути повышения эффективности свиноводческой промышленности / Г.С. Чехунова, М.Л. Коротенко, Ф. Мамедов // Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы IV национальной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Майский, 10 ноября 2023 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 129–132.

2. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве: Учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 178 с.

3. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства: Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции направленность (профиль подготовки: «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции») / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2023. – 343 с.

4. Роботизированный агрегат для обслуживания кормовых столов и подкорма скота / О.А. Чехунов, В.В. Воронин, Г.С. Чехунова, К.В. Казаков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2024. № 4 (44). – С. 67–77.

5. Механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства. Практикум / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 195 с.

6. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 364 с.

УДК 637.116

К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕНОСНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ

Холин Д.В., Мартынов Е.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Автоматизированные системы доения и полуавтоматические устройства прочно вошли в практику современного молочного животноводства. Сердцем любой такой системы является манипулятор, выполняющий ключевые операции: от помощи оператору машинного доения при надевании доильного аппарата на вымя, до контроля за процессом доения и снятия доильного аппарата.

Для небольших предприятий более приемлемо применение стационарных доильных установок. А здесь уже возникаем вопрос доильных аппаратов, которые не позволяют обеспечивать автоматический контроль за интенсивностью выведения молока из вымени, автоматизацию режима функционирования доильного аппарата с учётом физиологических особенностей животных, стабилизацию вакуума в доильных стаканах.

Наиболее рациональный путь повышения эффективности отрасли молочного скотоводства по нашему мнению – применение имеющихся в хозяйствах технологий содержания коров с использованием существующих доильных установок, комплектуемых адаптивными доильными аппаратами [1, 2].

В последние годы активно ведётся поиск конструктивных решений, простых по конструкции, надёжных и при этом максимально отвечающих физиологии животных. Безусловно, новые конструкции доильных манипуляторов оказывают прямое и значительное влияние на здоровье вымени коров. Это влияние проявляется в нескольких ключевых аспектах: от снижения риска заболеваний до повышения общего комфорта животных, что, в свою очередь, положительно сказывается на их здоровье.

Конструкция доильного аппарата, по результатам анализа литературных источников, должна отвечать ряду условий [3, 4]:

1. Машинный додой по каждой доле вымени коров в отдельности. Обусловлено неравномерностью развития долей вымени коров.

2. Снижение вакуума до порогового значения в доильном стакане на выдоенном соске, обеспечивающее щадящий режим работы при малой интенсивности молокоотдачи, тем самым сохраняя здоровье коров.

3. Снятие доильных стаканов с вымени животного при снижении интенсивности потока молока ниже 50 мл/мин.

4. Бережная и аккуратная работа при снятии доильного аппарата. Подвергая животное стрессу – приводит к выбросу гормонов, которые могут подавлять иммунитет и ухудшать молокоотдачу, создавая застойные явления в вымени, что также провоцирует мастит.

Предполагаемые преимущества конструкции переносного манипулятора:

Повышение продуктивности: Оптимизация процесса доения для каждой коровы позволяет максимизировать выход молока.

Снижение риска мастита: Более мягкое и щадящее доение снижает риск травм вымени и развития мастита. Быстрое отключение аппарата при отсутствии молока снижает вероятность «передоя».

Улучшение здоровья вымени: Индивидуальная адаптация процесса доения способствует сохранению здоровья вымени и увеличению продолжительности продуктивной жизни коровы.

Снижение стресса для животных: Более комфортное доение снижает стресс для животных, что положительно сказывается на их здоровье и продуктивности [5].

Экономия времени и ресурсов: Автоматизация процесса доения позволяет снизить трудозатраты и повысить эффективность использования ресурсов.

Раннее выявление проблем: Мониторинг различных параметров молока позволяет выявлять проблемы на ранних стадиях и принимать меры по их устранению.

Улучшение качества молока: Снижение риска мастита и более тщательная обработка вымени перед доением способствуют улучшению качества молока.

Будущее доильных манипуляторов - за интеллектуальными, адаптивными и максимально бережными системами. Устройства нового поколения будут не просто выполнять механическую работу, а станут «умными» помощниками, способными найти индивидуальный подход к каждой корове.

Список литературы

1. Кирсанов В.В. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок / В.В. Кирсанов, К.С. Щукин, В.Н. Легеза // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 1. – С. 64–65.

2. Борозенцев В.И. К разработке алгоритма управления манипулятора доения коров / В.И. Борозенцев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 4 (32). – С. 73–80.

3. 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.

4. Мартынов Е.А. Переносной адаптивный манипулятор доения коров / Е.А. Мартынов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 11. – С. 15–16.

5. Содержание телят. Современные технологии и средства механизации / О.А. Чехунов, В.Ф. Ужик, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2020. – 385 с.

УДК 66.028.2

БУДУЩЕЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДОЗАТОРОВ ЖИДКОСТЕЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Цыганков А.В., Колесник В.В., Колесников А.С.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современное производство движется по пути автоматизации и оптимизации процессов. Одним из ключевых элементов производственного цикла является точное дозирование жидких компонентов. Дозаторы жидкости играют важную роль в обеспечении качества конечного продукта, сокращении отходов и оптимизации затрат [1]. Рассмотрим основные тенденции и перспективы развития оборудования для дозирования жидкостей на производстве.

Активное развитие аддитивных технологий, таких как 3D-печать, открывает новые горизонты для создания дозаторов жидкостей. Это позволит разрабатывать дозаторы, которые будут соответствовать уникальным потребностям конкретных производственных процессов. Например, возможно создание дозаторов с конструкциями, адаптированными под специфические условия эксплуатации, такие как экстремальные температуры или высокое давление [2]. Этот подход позволит не только повысить эффективность, но и значительно сократить время вывода на рынок новых продуктов.

Помимо этого, интеграция дозаторов с системами мониторинга состояния окружающей среды и производственного оборудования является, не менее перспективным направлением. Датчики, встроенные в дозатор, смогут отслеживать изменения атмосферного давления, влажности, температуры, а также другие параметры. Полученные данные будут использоваться для автоматической коррекции параметров дозатора, для стабильности процесса независимо от внешних факторов [3].

Кроме того, значительный потенциал имеет интеграция дозаторов с системами Интернета вещей (IoT). Это позволит осуществлять удаленный мониторинг, сбор данных и централизованное управление парком дозаторов, что повысит прозрачность производства и снизит вероятность ошибок.

Список литературы

1. Цыганков А.В., Колесник В.В., Колесников А.С. Проблемы и решения при работе со свекловичным пектином в производственных условиях // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы VII Международной студенческой научной конференции. – Майский, 2025. – С. 121–122.

2. Черняева А.А., Клёсов Д.Н. Автоматизация дозирования жидких продуктов в АПК // Национальная научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные проблемы Агроинженерии в XXI веке». – Майский, 2025. – С. 296–297.

3. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 364 с.

УДК 338.314:66.028.2

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДОЗАТОРА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Цыганков А.В., Колесник В.В., Колесников А.С.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В современном производственном процессе важным аспектом является оптимизация всех этапов, включая использование материалов и ресурсов. Одним из эффективных инструментов для достижения этой цели являются дозаторы жидкостей [1].

Одной из главных причин экономической выгоды от использования дозаторов является снижение потерь сырья. Традиционные методы ручного наливания или использования неавтоматизированных систем часто приводят к избыточному расходу материалов. Дозаторы обеспечивают высокую точность измерений, что позволяет минимизировать отходы и оптимизировать использование ресурсов.

Более того, повышение точности дозирования напрямую влияет на качество конечного продукта. Стабильность свойств, соответствие заявленным характеристикам, снижение брака – всё это следствия точного соблюдения рецептур.

Автоматизация процессов с помощью дозаторов способствует и увеличению производительности. Устройства способны работать быстрее и с большей точностью, чем человек, что позволяет ускорить производственные циклы [2].

Так же, использование дозаторов жидкостей позволяет сократить количество необходимых работников для выполнения операций, связанных с наливом и дозировкой. Это не только снижает затраты на заработную плату, но и освобождает рабочую силу для выполнения более квалифицированных задач, что в итоге повышает общую эффективность предприятия.

Экономическая выгода от использования дозаторов жидкостей на производстве очевидна. Они не только снижают затраты и потери, но и повышают качество продукции и производительность [3]. В условиях жесткой конкуренции на рынке автоматизация процессов становится неотъемлемой частью успешной стратегии любого предприятия. Инвестиции в дозаторы жидкостей могут оказаться одним из самых разумных решений для повышения эффективности и прибыльности бизнеса.

Список литературы

1. Цыганков А.В., Колесник В.В., Колесников А.С. Выбор дозатора для производства свекловичного пектина // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы VII Международной студенческой научной конференции. – Майский, 2025. – С. 119–120.

2. Булатов С.Ю., Пронин А.Н. Результаты исследований шнекового дозатора сухих сыпучих компонентов комбикорма // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024. Том 25, № 1.

3. Мачкарин А.В. Теоретические исследования вибрационных смесителей кормов / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Техника и технологии в животноводстве. 2023. № 1 (49). – С. 71–77.

УДК 621.65.01:681.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДОЗИРОВАНИЯ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ КРС

Черняева А.А.[1], Клёсов Д.Н.[2]
[1]ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия
[2]МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, Россия

Автоматизация технологического процесса представляет собой совокупность методов и средств, позволяющих управлять производственными процессами. Для увеличения эффективности и безопасности производственного процесса необходимо предусмотреть: повышение контроля качества, улучшение эргономических показателей рабочих мест операторов, дополнительное использование контрольных устройств, эксплуатирующих электронную технику и методы вычислений, фиксирование информации о выполнении технологического процесса и форс-мажорах [1].

Приготовление кормовых смесей для ферм крупного рогатого скота относится к наиболее трудоёмкой технологической операции, которая при существующих средствах механизации и автоматизации составляет большую часть от общих затрат на единицу продукции [3].

Простые кормовые смеси из нескольких видов зернофуража, сбалансированные по составу, дают значительно больший эффект, чем простая дерть, приготовленная из одной культуры. Поэтому совершенствование технических средств механизации дозирования в кормоприготовлении являются важной и актуальной задачей [4].

С точки зрения теории управления, системы дозирования могут быть разделены на системы непрямого и прямого действия в зависимости от способа формирования управляющего воздействия [2].

Системы непрямого действия используют измерение расхода с последующим управлением исполнительным органом по принципу обратной связи. В условиях нестабильных параметров среды и наличия запаздывания такие системы демонстрируют рост систематической ошибки управления и снижение воспроизводимости доз.

Системы прямого действия, ориентированные на прямое измерение объёма подачи, позволяют упростить модель объекта управления и снизить влияние внешних возмущений. Однако при их использовании необходимо учитывать инерционность исполнительных механизмов, которая без специальной компенсации приводит к переливу дозы.

Анализ существующих решений показывает, что повышение точности дозирования невозможно исключительно за счёт совершенствования измерительного канала и требует синтеза алгоритмов управления с учётом динамических свойств системы.

Список литературы

1. Бей Д.Н., Вольвак С.Ф. Автоматическая система управления технологическим процессом / Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК» (25-27 февраля 2025 года). Т. 1 – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025 – С. 12.

2. Ковалёв Д.А., Шаряков В.А., Шарякова О.Л. Теория автоматического управления: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2020 – 79 с.

3. Мануйленко Р.Н., Вольвак С.Ф. Автоматизация линии производства кормов / Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК» (25-27 февраля 2025 года). Т. 1 – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025 – С 40.

4. Сабиев У.К., Амрин Р.Н., Кушнерик А.Н. Краткий анализ многокомпонентных дозаторов сыпучих кормов // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (22). – С. 238–241. EDN WJTEZZ.

УДК 004.9

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВЕТЕРИНАРИИ

Чехунов А.О., Бережная И.Ш.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

На сегодняшний день аддитивные технологии (3D-печать) находят широкое применение в ветеринарии как для домашних, так и для промышленных животных и птицы, позволяя создавать протезы, импланты, хирургический инструмент и т.д. [1].

Специалисты Центра аддитивных технологий общего доступа Белгородского ГАУ обуславливают активное развитие 3D-моделирования и 3D-печати для нужд ветеринарии следующими факторами [2, 3]:

- индивидуальность, т.е. возможность создание решений пот конкретные потребности применительно к конкретному животному;
- точность, т.е. получение решений (изделий ветеринарного назначения) высокой точности;
- прочность, т.е. получение изделий заданной прочности;
- универсальность, т.е. возможность получения изделий, находящих применение в лечении от мелких непродуктивных животных, например, хомяков, до крупных животных, например, слонов или КРС;
- визуализация, т.е. возможность создания 3D-моделей «пациента», что дает возможность планирования лечения, включая хирургические вмешательства;
- позиционирование, т.е. возможность быстрого и точного расположения протезов и имплантов на основе цифровых моделей, что снижает риски для животного, сокращая время реабилитации;
- биосовместимость, т.е. возможность получения изделий из материалов, не вызывающих отторжение со стороны иммунной системы или тканей организма животного, например, титановых сплавов или биосовместимых полимеров;
- гладкость, т.е. возможность получения изделий с низкой шероховатостью, например, путем двухэтапной обработки протезов (гидроаброзивной и лазерной), полученных путем порошковой 3D-печати, что снизит травмируемость тканей и бактериальное заражение и увеличит срок службы;
- скорость, т.е. получение изделий в том числе сложной формы в кротчайшие сроки;
- доступность, т.е. возможность получения конкретных решений непосредственно в условиях ветеринарных клиник;
- низкая себестоимость, т.е. возможность получения уникальных изделий по низкой цене (по сравнению с заказом в специализированных центрах, занимающихся изготовлением протезов).

Проведя обзор литературы и открытых интернет-источников выявлены основные направления и примеры применения аддитивных технологий в ветеринарной практике: ортопедия и хирургия (изготовление эндопротезов суставов, краниопластика, индивидуальные фиксаторы и т.д.), протезирование

(реконструкция поврежденных внешних костно-роговых элементов (клювов птиц, панцирей черепахи, копыт скота и т.д.)), стоматология и челюстно-лицевая хирургия (изготовление индивидуальных дентальных имплантов, хирургических шаблонов для точного позиционирования и т.д.), хирургическое планирование и обучение (создание точных анатомических цифровых моделей по данным компьютерной томографии для предоперационного планирования и отработки навыков), индивидуальные вспомогательные устройства (протезы, ортопедические бандажи и другие устройства для реабилитации).

Определенный интерес вызывают направления, связанные с созданием базы 3D-моделей, что позволит ветеринарным клиникам применять быстрые решения, что особенно актуально в экстренных ситуациях [4, 5].

Основные материалы, используемые в аддитивных технологиях для ветеринарии – титан и его сплавы, нержавеющая сталь, биосовместимые полимеры, PLA, PETG, нейлон (полиамид), фотополимерные и эпоксидные смолы, термополиуретан и другие [2, 5].

Список литературы

1. Механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства. Практикум / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 195 с.

2. Бережная И.Ш. 3D-моделирование как фактор повышения качества агроинженерного образования / И.Ш. Бережная // Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Актуальные проблемы животноводства: Материалы международной научно-практической конференции, в честь 5-летия Центра Российско-Белорусского сотрудничества, дополнительного образования, содействия трудоустройству обучающихся, Нижний Новгород, 26 сентября 2019 года. – Нижний Новгород : ФГБОУ ВО «Нижегородская ГСХА», 2020. – С. 13–16.

3. Золотарева О.И. Направления развития аграрного образования в университете / О.И. Золотарева, Г.С. Чехунова // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 321–322.

4. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 364 с.

5. Михайлов Ю.В. Аддитивные технологии в сельском хозяйстве: новые горизонты для устойчивого производства / Ю.В. Михайлов, И.Ш. Бережная // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы VII Международной студенческой научной конференции. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – С. 140–141.

УДК 631.3

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ КОТЕЛЬНЫХ

Чихичин В.С.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Способ повышения эффективности предприятий энергетического сектора, а также других промышленных объектов, на которых используется оборудование, сжигающее ископаемое топливо (паровые, водогрейные котлы, технологические печи и т.д.), вопрос использования потенциала дымовых газов поднимается не в самую первую очередь. Между тем, опираясь на существующие нормы расчёта, разработанные десятки лет назад, и сложившиеся стандарты выбора ключевых показателей работы подобного оборудования, эксплуатирующие организации теряют деньги, выпуская их в прямом смысле в трубу. Ключевой параметр, определяющий КПД котельного агрегата, – температура уходящих газов. Тепло, теряемое с уходящими газами, составляет значительную часть всех тепловых потерь (наряду с потерями тепла от химического и механического недожога топлива, потерями с физическим теплом шлаков, а также утечек тепла в окружающую среду вследствие наружного охлаждения). Эти потери оказывают решающее влияние на экономичность работы котла, снижая его КПД. Таким образом, мы понимаем, что чем ниже температура дымовых газов, тем выше эффективность котла [1].

Оптимальная температура уходящих газов для разных видов топлива и рабочих параметров котла определяется на основании технико-экономических расчётов на самом раннем этапе его создания. При этом максимально полезное использование тепла уходящих газов традиционно достигается за счёт увеличения размеров конвективных поверхностей нагрева, а также развития хвостовых поверхностей – водяных экономайзеров, регенеративных воздухоподогревателей. Но даже несмотря на внедрение технологий и оборудования для наиболее полной утилизации тепла, температура уходящих газов, согласно действующей нормативной документации, должна находиться в диапазоне 120-130°С для котлов на природном газе. Уходящие газы котлов, работающих на природном газе, в основном состоят из следующих продуктов сгорания: водяных паров (H_2O), углекислого газа (CO_2), угарного газа (CO) и несгоревших горючих углеводородов CnHm (два последних появляются при неполном сгорании топлива, когда режим горения не отлажен) [2].

Всё это приводит к тому, что при определённых погодных условиях предприятия могут специально подогревать дымовые газы перед выбросом их в атмосферу. Хотя, понимая состав уходящих газов котла, работающего на природном газе (он детально разобран выше), становится очевидно, что белый «дым», который идёт из трубы (при правильной настройке режима горения), – это по большей части пары воды, образующиеся в результате реакции горения природного газа в топке котла [3].

С целью повышения эффективности тепла дымовых газов в мировой практике в качестве ключевого элемента системы всё чаще применяются инновационные решения на базе тепловых насосов. В отдельных секторах промышленности (например, в биоэнергетике) такие решения применяются на большинстве вводимых в эксплуатацию котлов. Дополнительная экономия первичных энергоресурсов в этом случае достигается за счёт применения нетрадиционных парокомпрессионных электрических машин, а более надёжных и технологичных абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов (АБТН), которым для работы нужна не электроэнергия, а тепло (зачастую это может быть не используемое бросовое тепло, которое в избытке присутствует практически на любом предприятии). Такое тепло стороннего греющего источника активизирует внутренний цикл АБТН, который позволяет преобразовывать располагаемый температурный потенциал уходящих газов, и передавать его более нагретым средам [4].

Полученного тепла вполне достаточно, чтобы подогреть воду для нужд химводоподготовки, подпитки, горячего водоснабжения и даже теплосети. Экономия топлива при этом может достигать 5-10%, а повышение КПД котельного агрегата – 2-3%. Таким образом, внедрение описанной технологии позволяет решать сразу несколько задач: максимально полное и полезное использование тепла дымовых газов, ликвидация дымового факела. Целесообразность применения подобных решений - возможность полезной утилизации имеющегося тепла дымовых газов, а также стоимости энергоресурсов на предприятии.

Список литературы

1. Казаков К.В. Энергетический источник биогаза / К.В. Казаков, А.С. Колесников // 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 государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 494–497.

2. Казаков К.В. Энергосберегающая сушильная установка для свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. № 1. – С. 13–15.

3. Булавин С.А. Безотходная энергосберегающая технология сушки и переработки свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2009. № 4. – С. 38–41.

4. Булавин С.А. Энергосберегающая технология получения растительно-белкового витаминного концентрата из свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2011. № 3. – С. 28–29.

УДК 631.171

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Шадрин К.А., Макаренко А.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

На продуктивность коров и качество выдаиваемого молока оказывает влияние целый комплекс взаимосвязанных факторов, начиная от генетики скота и заканчивая используемыми средствами механизации [1]. Из всего широкого разнообразия применяемых в скотоводстве машин особое место занимает доильное оборудование, поскольку именно оно имеет непосредственный контакт с животными, а, следовательно, и может привести к негативным последствиям при неправильном использовании. Соответственно и рациональная, адаптивная к животным эксплуатация доильных аппаратов позволит не только сохранить молочную продуктивность коров, определяемую их генетикой, условием содержания и кормления, но и повысить ее при сохранении, а лучше повышении качественных показателей молока [2].

Основная проблема при эксплуатации доильных аппаратов – рост заболеваний коров маститом [3]. Основные причины – погрешности эксплуатации доильного оборудования: высокий вакуум, передержка стаканов на пустых долях вымени, неправильная сборка и регулировка аппарата, что сокращает срок эксплуатации коров (3...4 года вместо 9...10).

Индивидуальные особенности коров вызывают необходимость и в индивидуальном подходе к выбору режимов машинного доения. В такой ситуации возникают предпосылки к автоматизации управления процессом доения коров.

По данным Карташова Л.П. регулирование технологических режимов работы доильных аппаратов в зависимости от скорости молоковыведения позволит увеличить удои коров до 14% и снизить время доения на 1,2 минуты [4]. Для решения данных проблем освоен выпуск доильных аппаратов, способных управлять режимными параметрами в зависимости от изменяющейся во времени молокоотдачи.

Проанализировав работу известных доильных аппаратов, можно сделать выводы: двухтактные аппараты требуют меньше времени на подготовку и сам режим доения, но не соответствуют физиологии скота. Трехтактные аппараты затрачивают большее время на доение, ухудшают качество молока. Доильные аппараты с управляемым режимом соответствуют физиологии, качеству молока и времени работы, однако имеют высокую стоимость.

Анализ литературных источников позволил выявить ряд недостатков, присущих большинству конструкций современных доильных аппаратов [2-4]: для машинного доения следует отбирать коров по анатомическим и морфологическим признакам; наползание доильных стаканов в процессе работы на соски, приводящее к перекрытию соскового канала и снижению или прекращению молокоотдачи; циклический режим работы соковой резины вызывает обратный ток молока и образование внутри стакана аэрозолей, что способствует проникно-

вению патогенной микрофлоры в полость вымени и приводит к заболеваниям; периодическое (циклическое) ударное воздействие сосковой резины на сосок приводит к его травмированию; изменение механических характеристик сосковой резины в процессе эксплуатации так же оказывает негативное влияние на соски вымени.

Таким образом наиболее уязвимой точкой доильного оборудования выступают контактирующие с выменем животных доильные стаканы, конструкция которых, в подавляющем большинстве, включает сосковую резину, негативно воздействующую на соски вымени. Отсюда очевиден вывод о целесообразности исключения данного узла из конструкции доильных аппаратов, однако в таком случае изменяется и традиционно выработанный подход к самой процедуре доения. Следовательно, актуальным на наш взгляд, выступает разработка доильного аппарата, в которым бы отсутствовала сосковая резина, а режимные параметры самого аппарата были приближены к естественным условиям [5].

Список литературы

1. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве: Учебное пособие для обучающихся направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – 178 с.

2. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства: Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции направленность (профиль подготовки: «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции») / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Белгород: Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2023. – 343 с.

3. Доильный аппарат с однокамерными доильными стаканами и управляемым режимом доения / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляров [и др.] // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. – 2004. – Т. 13, № 2. – С. 197-202.

4. Карташов Л.П., Соловьев С.А. Повышение надежности системы «человек – машина – животное». – Екатеринбург: УрО РАН, 2000. – 276 с.

6. Патент № 2250605 С1 Российская Федерация, МПК A01J 5/00. Доильный аппарат: № 2004110091/12: заявл. 02.04.2004: опубл. 27.04.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляров [и др.]; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия (Белгородская ГСХА).

УДК 636.086.5

ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Широков М.С., Саенко Ю.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Освещение оказывает значительное влияние на рост растений. Для нормального роста и развития растения нуждаются в определенном количестве света необходимой интенсивности и спектра. Свет является источником энергии для фотосинтеза – процесса, благодаря которому растения преобразуют солнечную энергию в химическую форму, необходимую для питания клеток и тканей. Недостаток освещения замедляет рост растений, ухудшает качество урожая и снижает урожайность зерновых культур. Оптимальное количество солнечного света способствует укреплению иммунитета растений, улучшает их устойчивость к болезням и внешним факторам окружающей среды.

Для каждого растения нужна индивидуальная система освещения: длительность светового дня, сила освещения, цветовой спектр и температура света существенно влияют на результативность процесса выращивания [1].

Эти факторы воздействуют на растение весь период проращивания. Грамотно подобранные условия освещения ускоряют развитие, однако ошибки в выборе характеристик могут привести к замедлению или даже полному прекращению роста.

Например, овощи лучше растут при натуральном свете, но, если используется искусственное освещение, оно должно обеспечивать постоянное мощное излучение, которое обеспечивают лишь белые светодиоды [2]. Листовые растения, привыкшие развиваться в тени, напротив, обходятся менее интенсивными источниками вроде обычных ламп накаливания.

Различают три типа освещения: естественное (солнечное), искусственное (электрическое) и досвечивание, когда при нехватке естественного света его компенсируют искусственным. Для промышленных условий, где важны строгие стандарты и контроль параметров, чаще применяют именно искусственные источники света или досвечивание.

Досвечивание является мощным инструментом положительно воздействовать на рост и развитие растений во время снижения интенсивности и продолжительности солнечного освещения. Также досвечивание по сравнению с искусственным освещением позволяет снизить затраты на электроэнергию.

Проводились эксперименты, демонстрирующие воздействие разных видов ламп на развитие зерновых культур ячменя и пшеницы [3]. Критерием оценки служила длина ростков семян после проращивания. Наиболее эффективными оказались светодиодные лампы, поскольку они обладают широким спектром излучения, позволяющим подобрать оптимальный вариант освещения для каждого типа растений, и имеют больший КПД по сравнению с другими типами ламп. Осветительная лампа – это устройство, которое преобразует электрическую энергию в световой поток. От того, какая часть от поступившей

электрической энергии преобразуется в световую, а какая переходит в тепловую зависит коэффициент полезного действия лампы и ее энергоэффективность. На развитие культуры оказывает влияние цвет излучения или длина световой волны. Подбирая спектр излучения, можно повысить величину поглощения световой энергии растением и ускорить его развитие [3, 4].

Красный свет стимулирует фотосинтез, прорастание семян и цветение, но в отдельных случаях стебли растений могут сильно вытягиваться.

Синий цвет необходим для сдерживания вытягивания, формирования плотных листьев и запуска выработки антиоксидантов. Это повышает питательную ценность микрозелени.

В результате получили, что длина всходов при использовании обычных ламп накаливания и люминесцентных оказалась примерно равной. Тогда как применение светодиодных ламп увеличило длину всходов в два-три раза до значения около 4 мм. Исходя из анализа данных, можно заключить, что использование светодиодных ламп является наилучшим вариантом искусственного освещения благодаря высоким показателям роста при минимальных затратах энергии, обеспечивая максимальный прирост массы проросших семян [5, 6].

Список литературы

1. Юдаев И.В. Выращивание листового салата в светодиодной облучательной камере // Сельский механизатор [Текст] / И.В. Юдаев, Д.И. Чарова, А.С. Феклистов, И.Н. Воротников, Ш.Ж. Габриелян. 2017, № 1. – С. 20–21.

2. Гиль Л.С. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта. Практическое руководство [Текст] / Л.С. Гиль, А.И. Пашковский, Л.Т. Сулема. – Житомир, Рута. 2012. – 468 с.

3. Кунце В. Технология солода и пива [Текст] / Пер. с нем. / Г.О. Мит. – Санкт-Петербург : Профессия, 2001. – 153 с.

4. Коба В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства [Текст] / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М. : Колос. 1999. – 526 с.

5. Вендин С.В. Технология и оборудование для получения и подготовки пророщенного зерна на корм животным / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.С. Широков [и др.]. – Москва; Белгород : ООО «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2021. – 204 с.

6. Пат. RU 2642511 Российская Федерация C1 A01C 1/02 (2006.01) Конвейер для проращивания зерна Вендин С.В., Саенко Ю.В., Саенко С.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина – № 2017107674; заявл. 07.03.2017, опубл. 25.01.2018 Бюл. № 3 – 9 с.

УДК 631.331

СОВРЕМЕННЫЕ ПОСЕВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Шостак И.В., Артамонова О.А.
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Развитие и совершенствование технологий сельскохозяйственного производства в современном мире, это одна из важнейших задач. Наиболее актуальным при этом является реализация продовольственного потенциала самообеспечения страны продуктами питания и экспорт сельскохозяйственной продукции. В связи с этим посевная техника должна соответствовать ряду требований [1, 2].

Посевной комплекс – это многофункциональная земледельческая машина, которая выполняет посев семян с одновременным добавлением удобрений. Она осуществляет несколько операций, таких как, предпосевная обработка почвы, формирование семенного ложа, высев семян с одновременным внесением удобрений, закрытие семян и удобрений, уплотнение почвы, удаление сорных растений и другие [3, 4].

Рассмотрим посевной комплекс «AGRATOR ANCER 7300», который предназначен для посева без обработки (нулевой посев) и для посева на обработанных участках для всех типов почв. Отлично работает на каменистых и тяжелых почвах. Имеет следующие преимущества [4]:

- анкерные сошники создают уплотнение семенное ложе;
- усиленный каток обеспечивает необходимую глубину заделки семян, прикрывает семена и удобрения рыхлым слоем почвы;
- создает оптимальные условия для прорастания и роста семян;
- инновационная стойка сошника из пружинного материала и кронштейн с двойной пружиной обеспечивают копирование рельефа, не ломается при наезде на препятствия;
- универсальный бункер для семян и удобрений. Автономный привод вентилятора. Собственный шнек-загрузчик с гидроприводом;
- неприхотливый в эксплуатации и обслуживании, применены качественных комплектующие и износостойкие материалы.

В линейке сельскохозяйственных машин и орудий компании Amazon есть посевной комплекс Cirrus 6003-2 с усовершенствованными сошниками Twintec+.

Система двухдисковых сошников Twintec+ имеет бесступенчатую гидравлическую настройку давления на сошник в пределах от 15 до 100 кг, позволяющую быстро и легко регулировать давление в соответствии с изменениями почвенных условий. Использование гидравлической циркуляции масла позволяет выдерживать постоянную глубину хода сошников даже при неровностях почвы. Глубина обработки отрегулируется независимо от давления с помощью централизованного механизма смещения. Управление осуществляется механически с помощью вращающихся рукояток [5, 6].

Таким образом, в следствие проведенного анализа современных посевных комплексов, следует отметить преимущества данного типа агрегатов. К которым

можно отнести возможность осуществления целого спектра технологических операций, таких как предпосевная обработка почвы с подготовкой жесткого семенного ложа, высев семян с одновременным внесением удобрений, закрытие борозды и прикатывание, удаление сорных растений и т.д.

Проведение такого количества операций за один проход агрегата снижает давление на почву и уплотнение ее поверхности колесами агрегата, вследствие уменьшения количества проходов. Это способствует сохранению почвенного плодородия, уменьшению экономических издержек и, как следствие снижению себестоимости готовой продукции. Исходя из чего, данное направление можно считать актуальным, требующим дальнейшей разработки.

Список литературы

1. Артамонова О.А. Совершенствование технологии подготовки и посева семян бобовых трав селекционной сеялкой с торсионно-штифтовым высевающим аппаратом: дис. … канд. Тех. Наук: 05.20.01 Оренбург, 2021. – 167 с.

2. Крючин Н.П., Котов Д.Н., Артамонова О.А., Теоретическое исследование процесса перемещения замоченных семян рабочими органами торсионно-штифтового высевающего аппарата // Известия Оренбургского ГАУ, 2020. № 2. – С. 148–152.

3. Болоев П.А., Поляков Г.Н., Шуханов С.Н. Оценка глубины заделки семян зерновых культур посевными комплексами. Пермский аграрный вестник. 2016. № 1 (13). – С. 45–50.

4. Рыжков А.В. Дисковый почвообрабатывающий агрегат для внесения растворов концентратов микроорганизмов / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: Материалы VI Международной научно-практической конференции, Тамбов, 16-18 октября 2019 года. Том 1, Выпуск 6. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2020. – С. 88–93.

5. Посевной комплекс AGRATOR ANCER 7300 для нулевой технологии [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://sel-teh.ru/posevnoj-kompleks-dlya-nulevoj-tehnologii-agrator-ancer-7300.

6. Посевной комплекс Cirrus 6003-2 теперь также с двухдисковыми сошниками TwinTeC+ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://amazone.ru/ru-ru/сервис-и-поддержка/для-сми-/пресс-релизы/пресс-архив-2016/посевной-комплекс-cirrus-6003-2-теперь-также-с-двухдисковыми-сошниками-twintec—376830.

УДК 631.313.72

РОТАЦИОННАЯ БОРОНА

Юдин А.А., Рыжков А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В системе агротехники сельскохозяйственных культур ротационные бороны занимают одно из главных мест. В результате обработки почвы, пахотному слою придается необходимое, благоприятное для возделывания растений сложение и строение (плотность, твердость; структурность и т.д.) заделываются удобрения; уничтожаются сорные растения; выравнивается поверхность почвы. Применение игольчатых дисков позволит рыхлить почвенную корку, сохраняя влагу, удалять нитевидные отростки сорняков, снижая применение гербицидов [1].

За счет использования дисков с иглами в процессе рыхления посевов многочисленных культур, в т.ч. такой культуры, как озимая пшеница, обеспечивается срыв почвенной корки. Кроме того, использование указанных дисков позволяет удержать влагу в почвенном слое. Обеспечивается удаление сорной растительности, ее нитевидных отростков. Снижается потребность в применении гербицидов [2].

По данным ученых, применение аналогов предлагаемого дискового рыхлителя, позволило получить положительные результаты. В фазе весеннего кущения было проведено сравнение по процентному накоплению и содержанию азота для озимой пшеницы из воздуха, в сравнении с участком, где была внесена аммиачная селитра, из расчета 60 кг/га. Отбор растений на анализ был проведен на 15-й и на 35-й дни после обработки. По результатам анализов видно, что содержание азота в растениях озимой пшеницы находятся на одном уровне обеспеченности [3, 4].

Исходя из особенностей возделывания озимой пшеницы, предлагается дисковый рыхлитель, состоящий из рамы, на которой крепятся секции с рабочими органами – игольчатыми дисками, расположенными в два ряда на пружинных стойках. Дисковый рыхлитель позволяет получить качественное рыхление почвы со снижением сопротивления и забиваемости за счет вибрации стоек. Этот агрегат является универсальным: в зависимости от состояния и структуры почвы, его рабочие агрегаты взаимозаменяемы. Дисковый рыхлитель состоит из рамы с навесным устройством и двух рядов игольчатых дисков. На раме последовательно закреплена 51 секция с рабочими органами.

Ротационные игольчатые диски деформируют почву иглами вследствие того, что происходит отрыв (растяжение). Проникновение игл в почву обеспечивается прокалыванием. Энергетическая емкость и тяговое сопротивление обработки почвы снижаются. Снижение обеспечивается за счет того, что предел прочности почвы на растяжение является существенно более низким [4].

Если в конструкцию ротационной игольчатой машины внести незначительные конструктивные изменения, она может применяться практически при всех обработках поверхности почвы.

При движении трактора диски начинают самопроизвольно вращаться (по типу дисковых орудий), заглубляются в почву на глубину 3-5 см, за счет чего разрушается поверхностная корка. На выходе луча колеса из земли получается микровзрыв, благодаря которому происходит нагнетание воздуха в почву. В результате чего азот, содержащийся в воздухе, переходит в плодородный слой почвы и усваивается растениями. Рабочими органами создается идеальный фон для начального развития корневой системы растений, разрушается почвенная корка, тем самым, сохраняется влага.

Список литературы

1. Припоров Е.В. Анализ дисковых орудий для поверхностной обработки почвы / Е.В. Припоров, Р.С. Марушко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). – С. 112–115.

2. Рыжков А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и CAE анализ их рабочих органов / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: Материалы IV Международной научно-практической конференции, Тамбов, 15-17 ноября 2017 года. Том Выпуск 4, Том I. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2017. – С. 191–196.

3. Булавин С.А. Агрегат для биотехнологической обработки почвы / С.А. Булавин, А.В. Рыжков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 1. – С. 3–5.

4. Припоров Е.В. Анализ дисковых рабочих органов для минимальной обработки почвы / Е.В. Припоров, А.И. Больбат // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 123. – С. 1683–1695.

УДК 631.313.72

ЦЕПОЧНО-ДИСКОВЫЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ

Ямпольский Д.А., Рыжков А.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В системе обработки почвы большое место отводится дисковым почвообрабатывающим машинам: лущильникам, тяжелым (болотным), полевым и садовым боронам, плугам, лункообразователям, мульчировщикам, дискаторам [1].

Известные конструкции дисковых лущильников включают батареи, с размещенными на осях рабочими органами. Из-за специфики конструкции дисковые батареи имеют ограниченную возможность копирования микрорельефа почвы. Проблема повышения качества лущения почвы является важной задачей [2].

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. Существуют различные способы крепления и размещения рабочих органов дисковых почвообрабатывающих машин. Проведенный анализ конструкций и патентный поиск показал, что существующие дисковые орудия в своей конструкции имеют три варианта крепления подшипниковых узлов [3].

Существуют различные способы крепления и размещения рабочих органов дисковых почвообрабатывающих машин. Проведенный патентный поиск показал, что существующие дисковые орудия в своей конструкции имеют четыре варианта крепления подшипниковых узлов. 1. Батарейное на двух стойках с подшипниковыми узлами (копирование микрорельефа ограничивается размерами батареи). 2. Каждый диск крепится на индивидуальной стойке со своим подшипниковым узлом. (крепление и форма стоек может быть различной, но при этом каждый рабочий орган должен иметь свой подшипниковый узел, что усложняет конструкцию). 3, 4. Когда диски попарно и по четыре крепятся на индивидуальных стойках с подшипниковыми узлами. По аналогии с предыдущим вариантом стойки могут крепиться по-разному, но, при этом, на каждые пару или четыре диска должен приходиться подшипниковый узел. Из-за специфики конструкции дисковые батареи известных лущильников имеют ограниченную возможность копирования микрорельефа почвы [4].

Анализируя данные конструкции крепления дисков и принимая во внимание вышеизложенные недостатки, нами был предложен цепно-дисковый лущильник, который включает четыре секции дисков с креплением в двух подшипниковых узлах на концах секций. Предлагаемый почвообрабатывающий агрегат, в отличие от аналогов, осуществляет обработку в два следа. 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 лущильника позволит лучше копировать

микрорельеф почвы, снизить число подшипниковых узлов, а также быстро производить замену дисков.

Кроме того, на наш взгляд, это позволит улучшить технико-экономическую эффективность процесса лущения почвы.

Список литературы

1. Рыжков А.В. Агрегат для обработки почвы при биологизации земледелия / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). – С. 57–63.

2. Патент № 2352095 C1 Российская Федерация, МПК A01C 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 Белгородская ГСХА.

3. Патент на полезную модель № 27981 U1 Российская Федерация, МПК A01B 21/08. Дисковая борона: № 2002104210/20: заявл. 18.02.2002: опубл. 10.03.2003 / С.А. Булавин, В.Н. Любин, А.В. Рыжков; заявитель Белгородская ГСХА.

4. Ожерельев В.Н. Совершенствование конструкции дисковых почвообрабатывающих орудий / В.Н. Ожерельев, В.В. Никитин, А.М. Гринь // Наука в центральной России. 2020. № 5 (47). – С. 5–11.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 681.5:664.34

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

Беляев К.Г.
Научный руководитель Вольвак С.Ф.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Непременным условием ускорения технического перевооружения перерабатывающей отрасли и повышения её эффективности [1] является обеспечение предприятий современными средствами автоматизации, которые базируются на научно-обоснованных параметрах технологического процесса.

Сельскохозяйственные товаропроизводители получили полную свободу в определении структуры производства, реализации произведённой продукции и приобретении материально-технических ресурсов. Открыты возможности для конкуренции, приватизированы предприятия сферы переработки сельскохозяйственной продукции, торговли и услуг [2].

В проекте предлагается развитие сети малотоннажных линий по производству подсолнечного масла непосредственно в хозяйствах, занимающихся выращиванием подсолнечника, с последующей доставкой подсолнечного масла на головное предприятие для реализации и использования при производстве других видов продукции. При этом на предлагаемой линии будет возможна переработка для получения масла и других сельскохозяйственных культур, таких как рапс, соя, лен, конопля, а при модернизации и клещевины.

В сельском хозяйстве важное значение имеют решения по автоматизации технологических процессов, в том числе при производстве подсолнечного масла. На основе проведённого анализа литературных источников [3] и требований нормативной документации выбрано технологическое оборудование, выполнен выбор пускозащитной аппаратуры и кабелей, составлена схема электрическая принципиальная управления технологическим процессом производства подсолнечного масла.

Определение параметров оптимального хода технологического процесса, разработка функциональной схемы автоматизации, выбор технических средств автоматизации, анализ структурных схем автоматизации и построение структурной схемы АСУТП отжима масла позволят повысить производительность прессового оборудования и улучшить качество масла.

Список литературы

1. Драгилев А.И., Дроздов В.С. Технологические машины и аппараты пищевых производств. – М. : Колос, 1999. – 376 с.

2. Кошевой Е.П. Технологическое оборудование производства растительных масел. – М. : Юрайт, 2019. – 365 с. – URL: https://urait.ru/index.php/bcode/438837_

3. Щербатюк М.В., Вендин С.В., Вольвак С.Ф. Электротехника и электроника : Учебно-методическое пособие. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – 102 с. – EDN SRRQHZ.

УДК 631.563.9:546.214

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ ОЗОНИРОВАНИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Бережной Е.С., Фролов Н.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для обеспечения высокой производительности в отраслях агропромышленного комплекса, таких как мясное и молочное животноводство, а также птицеводство, современные технологии предполагают перевод производства в закрытые помещения с автоматизацией большинства процессов. При высокой концентрации животных особую важность приобретает соблюдение гигиенических и санитарных норм.

Поддержание чистоты требует регулярной мойки и дезинфекции помещений – это позволяет снизить риск возникновения очагов заболеваний у животных и птиц. Сегодня в АПК чаще используют химические средства дезинфекции, которые совмещают мойку и очистку. Их популярность отчасти обусловлена активной рекламой: производители подчёркивают безопасность соединений и экономию за счёт совмещения двух процессов в одном. Однако у такого подхода есть существенный недостаток: остатки химикатов могут сохраняться на поверхностях (стенах, полу, в труднодоступных щелях). Это негативно влияет на здоровье животных и персонала, а в итоге – на качество продукции, поступающей к потребителю [1, 2].

Более прогрессивной и экологичной альтернативой выступает электротехнология озонирования – очистки воздуха с помощью газообразного озона, мощного окислителя. Этот метод выделяется не только высокой эффективностью, но и простотой обслуживания, а также позволяет сократить затраты на эксплуатацию очистного оборудования. По сравнению с дезинфекцией ультрафиолетом озонирование оказывается значительно эффективнее и экономичнее [2-4].

Электротехнология озонирования работает по следующему принципу – в помещении устанавливают генератор озона, который вырабатывает озон из кислорода атмосферного воздуха. В процессе важно удалять излишнюю влагу, чтобы предотвратить образование азотной кислоты в устройстве. Озон, распространяемый мощным вентилятором, заполняет весь объём помещения, проникая даже в труднодоступные места. Взаимодействуя с микроорганизмами и химическими веществами, он окисляет их, а затем превращается в обычный кислород. Продукты окисления могут переходить в газообразную фазу или выпадать в осадок [3].

Для дезинфекции производственных помещений эффективным можно считать режим: 1 минута обработки на 1 м^2. После процедуры помещение проветривают: 30 минут при наличии приточно-вытяжной вентиляции; 90 минут при

отсутствии искусственной вентиляции. Заходить в помещение можно через 30 минут после обработки (за это время озон распадается на кислород) [2-5].

Электроозонаторные устройства использоваться для: дезинфекции животноводческих и птицеводческих помещений, а также других объектов АПК; профилактики вирусных и бактериальных заболеваний растений в теплицах; обеззараживания семян и рассады перед посадкой; обработки сельхозпродукции для продления срока хранения; дезинфекции туш скота и птиц на мясоперерабатывающих предприятиях.

Преимущества озонирования: уничтожение вирусов, микробов и бактерий; устранение неприятных запахов; скорость воздействия на микроорганизмы в сотни раз выше, чем у других дезинфекторов.

Недостатки озонирования: высокая стоимость генераторов озона; ограниченная эффективность против фенольных соединений; невозможность хранения и транспортировки озона.

Регулярное озонирование способствует стабильной работе предприятий АПК, минимизируя риски заболеваний животных и инфекций в продукции. Технология позволяет за одну обработку решить сразу несколько задач: устранить запахи, продезинфицировать помещение, провести дезинсекцию, дератизацию и уничтожить споры плесени.

Список литература

1. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.С. Новицкий. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 204 с.

2. Вендин С.В. Санитарная обработка животноводческих помещений озоном / С.В. Вендин, А.Н. Мануйленко // Энергосберегающие технологии в АПК: сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Ярославль : ФГБОУ ВО Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 17–21.

3. Мануйленко А.Н. Результаты экспериментальных исследований автономного модуля электрического озонатора воздуха для животноводческих помещений / А.Н. Мануйленко, Ю.Н. Ульянцев, С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). – С. 42–50.

4. Мануйленко А.Н. Озонирование животноводческих помещений / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 526–530.

5. Vendin, S. Results of research on development of electric air ozonizer for livestock rooms / S. Vendin, A. Manuylenko, V. Strakhov // VI International Conference on Actual Problems of the Energy Complex and Environmental Protection (APEC-VI-2023), Karshi, 14-16 июня 2023 года. Vol. 411. – Les Ulis: EDP SCIENCES S A, 2023. – P. 02018. – DOI 10.1051/e3sconf/202341102018.

УДК 681.5:664.71

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА ЯБЛОЧНОГО СОКА

Боровец И.Е., Вольвак С.Ф.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Производство соков имеет большое значение для человека. Все знают, что для здоровья необходимо получать витамины, а в соках содержится их необходимое количество. Например, витамин С, витамин Р, фолиевая кислота, провитамин А – каротин в основном содержатся только в плодах и овощах.

Натуральный яблочный сок является практически безалкогольным напитком без каких-нибудь добавок сахара, а также любых вкусовых, ароматических или красильных веществ.

Ценность яблочного сока как диетического пищевого продукта является наличие в нём сахара, которые хорошо усваиваются – глюкозы и фруктозы, а также органической кислоты, которая придаёт соку приятный освежающий вкус. В яблочном соке содержатся экстрактивные вещества и минеральные соли, сами по себе полезные для организма и регулирующие физиологическое действие кислот. Диетическое и врачебное свойства яблочного сока обусловлены содержанием в нем ферментов и витаминов. Благодаря большому содержанию сахара яблочный сок имеет высокую калорийность, которая превышает почти в два раза калорийность молока.

Вкусовые достоинства яблочного сока определяются прежде всего содержанием сахаров (которое обычно составляет от 6-15%) и органических кислот (0,4-0,8%). Кстати, наиболее богаты витаминами и железом соки из кислых сортов яблок, особенно антоновки. Однако, как водится, полезное не всегда бывает вкусным: большинство потребителей предпочитают более сладкие яблочные соки. Большинство исследованных образцов являются скорее сладкими, чем кислыми, соками. Однако в любом случае эти напитки очень полезны [1].

Поэтому производство яблочного сока необходимо развивать, совершенствовать технологию переработки и технические средства механизации, электрификации и автоматизации.

Таким образом, актуальным вопросом является разработка схемы электрической принципиальной [2] системы автоматизированного управления технологическим процессом производства яблочного сока.

Список литературы

1. Пейте соки. [Электронный ресурс]. – URL: https://spbkontrol.ru/ekspertizy-2004/171-92?showall =1&limitstart= (дата обращения: 10.02.2026).

2. Щербатюк М.В., Вольвак С.Ф., Добрунова А.И. Электротехника и электроника : учебно-методическое пособие. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. – 146 с. EDN GQHGHP.

УДК 621.384.3

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В АГРАРНОЙ СФЕРЕ

Горбачев Р.М., Ульянцев Ю.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Использование оптического излучения в сельскохозяйственной отрасли открывает новые горизонты для повышения эффективности и устойчивости производства. Данная технология, хотя и требует внимательного подхода к настройке параметров, предлагает значительные преимущества.

Низкая эффективность использования энергетических ресурсов особенно наглядно проявляется в настоящее время в электротехнологических процессах сельского хозяйства [1]. Однако, в связи с уникальностью действия энергии оптического излучения (ОИ) на живой организм, альтернативы его применению в животноводстве нет.

Бесспорна роль излучения видимого диапазона (380…760 Нм), которое используется для создания нормируемых условий световой среды в животноводческих помещениях. Применение различных режимов регулирования оказывает большое влияние на продуктивность живых организмов, что особенно характерно для птицеводства.

Меняя длину волны, можно возбуждать и фотохимически модифицировать различные биомолекулы. На этом основана избирательность действия излучения – важнейшая черта фотобиологии.

Инфракрасное (ИК) излучение (диапазон спектра > 780 нм) так же оказывает влияние на организм животного. Действуя на нервную систему организма через тепловые рецепторы кожи, излучение улучшает функции желез, кроветворных органов и кровоснабжение тканей тела, усиливает биологические процессы в их организме, способствует повышению тонуса и резистентности, а следовательно, улучшению состояния, развития, прироста и сохранности животных. Важно отметить, что инфракрасный обогрев – это единственный способ, который позволяет осуществлять локальный обогрев рабочего места или зоны в помещении. С помощью инфракрасного обогрева появляется возможность поддерживать различные температурные режимы в различных частях помещения и полностью отключать приборы в отдельных зонах.

Совместное использование ИК и УФ излучений является перспективным направлением [2-5]. По исследованиям ВИЭСХа, совместное применение излучений увеличивает массу поросят при отъеме на 13%, что в 3 раза превосходит эффект применения ИК и в 1,8 раза – УФ облучений при их раздельном использовании.

Тем не менее, существуют и определенные сложности. Неправильный подбор спектра, интенсивности или продолжительности освещения может привести к обратному эффекту, негативно сказаться на развитии или спровоцировать стресс. Следовательно, для успешного применения данной технологии необ-

ходимо глубокое понимание физиологии и точное соблюдение рекомендаций по настройке оборудования.

Таким образом, оптическое излучение представляет собой мощный инструмент в арсенале современного агрария, позволяющий добиваться реальных результатов при грамотном и осознанном подходе к его использованию.

Список литературы

1. Мануйленко А.Н. Результаты экспериментальных исследований автономного модуля электрического озонатора воздуха для животноводческих помещений / А.Н. Мануйленко, Ю.Н. Ульянцев, С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). – С. 42–50.

2. Вендин С.В. Анализ влияния УФ облучения на зерно перед проращиванием / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов // Актуальные вопросы энергетики, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 14–16.

3. Патент на полезную модель № 206252 U1 Российская Федерация, МПК A01C 1/00. Устройство для ультрафиолетовой обработки семян : № 2021116372 : заявл. 04.06.2021 : опубл. 02.09.2021 / С.В. Вендин, В.Ю. Страхов, С.В. Килин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

4. Малахов А.Н. Актуальность применения электрофизических методов для обеззараживания зерна и продуктов растениеводства / А.Н. Малахов // 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. 39-40. – EDN LUXXYS.

5. Влияние продолжительности освещения на скорость проращивания и химический состав зерна сои и люпина / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.С. Широков, В.Ю. Страхов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2021. Т. 68, № 1 (42). – С. 93–98.

УДК 628.91:62-791.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИММЕРНЫХ УСТРОЙСТВ

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

В условиях актуализации задач энергосбережения особую значимость приобретает оптимизация потребления электроэнергии в электрических системах. Одним из эффективных направлений является внедрение автоматизированных систем управления электрооборудованием, в частности – осветительными установками [1].

Диммеры (светорегуляторы) – специализированные устройства для плавной регулировки яркости свечения источников света. Их применение допустимо для широкого спектра осветительных приборов: ламп накаливания; галогенных ламп; люминесцентных ламп; светодиодных источников (при наличии соответствующей совместимости). Диммеры реализуют принцип управления, аналогичный схеме с двустабильным реле: кнопки управления включены параллельно; количество управляющих элементов не ограничено [2].

Для обеспечения электробезопасности диммер подключается через автоматический выключатель. Допустимая суммарная мощность нагрузки – до 600 Вт.

Для ламп накаливания и галогенных источников используется единый тип регулятора. Для люминесцентных ламп требуется специализированный регулятор, учитывающий особенности их пуско-регулирующей аппаратуры. Для светодиодных источников света не существует единого универсального типа диммера – выбор зависит от конструкции светильника/ленты и схемы питания.

Диммеры представлены в двух основных исполнениях [3-5]:

– Промышленные модели – монтируются на DIN-рейку в распределительных шкафах.

– Бытовые модели – устанавливаются в стандартные посадочные места вместо традиционных выключателей (соответствуют типовым габаритам).

Регулировка яркости осуществляется двумя способами:

– Аналоговым – вращением ручки потенциометра (по часовой стрелке – увеличение яркости, против – уменьшение).

– Дискретным – с помощью кнопочного управления.

Ключевой силовой элемент схемы – симистор, обеспечивающий коммутацию и регулирование тока через нагрузку. При замене традиционных выключателей на диммеры необходимо учитывать два типа схем подключения:

1)Диммеры с разрывом фазы (подключаются аналогично стандартному выключателю; не требуют дополнительных линий; предпочтительны при модернизации существующей электропроводки без её реконструкции).

2) Диммеры с постоянным питанием (требуют наличия нулевого проводника в монтажной коробке; нуждаются в прокладке дополнительного нулевого провода при отсутствии такового).

Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что диммеры представляют собой эффективный инструмент энергосбережения в системах электрического освещения. При модернизации существующих систем освещения предпочтительны диммеры с разрывом фазы, не требующие изменения конфигурации электропроводки.

Список литература

1. Нестерова Н.В. Проблемы энергетического сбережения и энергетической эффективности жилых зданий на территории РФ / Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий: Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию Горского ГАУ. – Владикавказ : Горский государственный аграрный университет, 2018. – С. 331–334.

2. Малахов А.Н. Повышение равномерности светодиодного освещения в птичнике / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Молодёжный аграрный форум – 2018: Материалы международной студенческой научной конференции. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 267.

3. Улыбышева С.А. Автоматизированное управление освещением: устройства и анализ их технических параметров / С.А. Улыбышева, С. О. Чиркин, Н. В. Картечина // Наука и Образование. 2023. Т. 6, № 2.

4. Светильник со стабилизацией температурного режима источника света / В.Ю. Страхов, А.П. Ковтун, Д.А. Лукинов, А.Н. Малахов // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 4 (68). – С. 110–115.

5. Кураков И.А. Автоматизация работы систем освещения / И.А. Кураков, В.Ю. Страхов // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14-15 марта 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 70.

УДК 681.5:664.71

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ МУКИ

Заскалько В.В., Вольвак С.Ф.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Основным направлением развития отрасли переработки продукции растениеводства является техническое переоснащение существующих предприятий на основе новой техники с применением новейших технологий.

К продуктам переработки зерна относят муку, крупу, хлебобулочные и макаронные изделия, которые занимают в рационе человека значительное место [1]. Мука – порошкообразный продукт, полученный при измельчении зёрен хлебных злаков (ржи, пшеницы и др.) [1]. С каждым годом увеличивается ассортимент продукции, появляются новые виды пищевых продуктов, составляющими которых является мука.

Для достижения высокого уровня развития отрасли возникает необходимость в сокращении технологических циклов и внедрении рациональных проектных решений, которые позволят существенно снизить энергозатраты на производство единицы продукции.

Переход изготовления сельскохозяйственной продукции на промышленную основу сопровождается резким ростом потребления электрической энергии и насыщенности хозяйств электрооборудованием.

В связи с этим необходимо ускорить внедрение нового, более эффективного, экономичного и экологически безопасного оборудования по первичной обработке продукции, и, в первую очередь, многофункциональной техники, которая выполняет несколько операций.

Для успешного решения поставленной задачи – производства муки с наименьшими потерями необходима не только организация массового выпуска соответствующего электротехнического оборудования сельскохозяйственного назначения, а и повышение уровня технической эксплуатации электрооборудования, технического обслуживания электрооборудования с целью обеспечения не только надёжной работы, а и высокого качества продукции.

Таким образом, актуальным вопросом является разработка электрической схемы [2] и совершенствование системы управления электрооборудованием цеха по производству муки.

Список литературы

1. Тариченко А.И., Козликин А.В., Скрипин П.В. и др. Товароведение однородных групп продовольственных товаров : учебное пособие. – Персиановский : Донской ГАУ, 2019. – 190 с.
2. Щербатюк М.В., Вольвак С.Ф., Добрунова А.И. Электротехника и электроника : учебно-методическое пособие. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. – 146 с. EDN GQHGHP.

УДК 631.22:628.8.001.76

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПТИЦЕФЕРМ

Звягинцев В.С., Страхов В.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современное птицеводство является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей агропромышленного комплекса, обеспечивающих население ценными продуктами питания – яйцом и мясом. В условиях импортозамещения и растущего спроса на продукцию, ключевыми задачами становятся повышение рентабельности производства и сохранение поголовья. Одним из критических факторов, напрямую влияющих на продуктивность птицы (яйценоскость, привесы, конверсию корма) и ее здоровье, является микроклимат в птичниках, в частности, температурно-влажностный режим.

Птицы, в отличие от млекопитающих, обладают более интенсивным обменом веществ и высокой температурой тела, но при этом имеют менее совершенную систему терморегуляции из-за отсутствия потовых желез. В связи с этим они крайне чувствительны к перегреву. В условиях повышения среднегодовых температур и учащения аномально жарких периодов, проблема отвода избыточного тепла из птичников становится особенно острой. Традиционные системы вентиляции, основанные только на воздухообмене, часто перестают быть эффективными в летний период, что приводит к тепловому стрессу у птицы. Тепловой стресс, в свою очередь, влечет за собой падеж молодняка, снижение яйценоскости у кур-несушек, ухудшение качества скорлупы и потерю мышечной массы у бройлеров, что наносит значительный экономический ущерб хозяйствам [1].

На сегодняшний день накоплен значительный опыт в проектировании систем вентиляции и охлаждения для животноводческих помещений. Однако большая часть исследований сосредоточена либо на устаревших методах (повышение кратности воздухообмена), либо на узкоспециализированных промышленных решениях, не всегда адаптированных для реконструируемых ферм. Требуется систематизация и анализ именно современных, энергоэффективных способов охлаждения, применимых в условиях различных климатических зон.

Традиционные системы вентиляции часто не способны эффективно справляться с перегревом в жаркую погоду. В связи с этим широкое распространение получили системы испарительного охлаждения, в частности, панельного типа (Pad Cooling). Данные системы отличаются экономичностью, простотой конструкции и высокой эффективностью при правильном проектировании и эксплуатации [2].

Принцип работы системы панельного испарительного охлаждения базируется на фундаментальном физическом законе – охлаждении при фазовом переходе воды из жидкого состояния в газообразное (пар). Для испарения воды требуется затратить тепловую энергию, которая отбирается от окружающего воздуха. Горячий наружный воздух с помощью мощных вытяжных вентиляторов протягивается через специальные увлажненные сотовые панели. Вода,

циркулирующая по панелям, испаряется, забирая тепло у проходящего воздушного потока. В результате температура воздуха на выходе из панели значительно снижается, а его влажность повышается. Эффективность охлаждения напрямую зависит от начальной температуры и, главным образом, от влажности наружного воздуха: чем суше воздух, тем интенсивнее происходит испарение и тем больше снижается температура. В типичных условиях система позволяет снизить температуру воздуха на 6-15°С.

Наибольшая эффективность панельного испарительного охлаждения достигается при его интеграции с системой туннельной вентиляции.

В жаркую погоду все приточные отверстия в птичнике закрываются, и воздух может поступать только через специальные проемы, в которых смонтированы охлаждающие панели (Pad Cooling). На противоположной стороне здания включаются все вытяжные вентиляторы. Воздух с высокой скоростью проходит через увлажненные панели, охлаждается и движется вдоль всего птичника единым мощным потоком, вытесняя нагретый воздух наружу. Такая организация воздухообмена создает эффект «ветра» и позволяет эффективно снимать тепло, выделяемое птицей, по всей длине помещения [3].

Ключевым условием эффективности является полная герметизация птичника. Любые щели или неплотности в стенах или кровле приводят к подсосу воздуха в обход охлаждающих панелей, что резко снижает эффективность системы.

Правильно спроектированная и смонтированная система в сочетании с туннельной вентиляцией способна нейтрализовать негативные последствия теплового стресса. Это выражается в сохранении здоровья поголовья, повышении его продуктивности (привесов, яйценоскости) и улучшении экономических показателей предприятия за счет лучшей конверсии корма и снижения падежа. Несмотря на необходимость регулярного технического обслуживания, связанного с очисткой панелей и контролем качества воды, преимущества от использования панельного испарительного охлаждения делают его стандартом для современных птицеводческих ферм, особенно в регионах с жарким климатом.

Список литературы

1. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 153 с.

2. Вендин С.В. Проектирование электромеханических систем : Учебное пособие по подготовке к практическим работам / С.В. Вендин, В.Ю. Страхов. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 58 с.

3. Взаимодействие с умной техникой / Ю.В. Саенко, Е.А. Мартынов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 175 с.

УДК 504.064

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ

Калиниченко Е.Г., Страхов В.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современное сельское хозяйство находиться на пути коренной трансформации. Для повышения эффективности и объемов получаемого урожая необходимо не только увеличивать посевные площади и использовать качественный семенной материал, но и иметь точную информацию о состоянии почвы. Продуктивность сельскохозяйственных культур определяют физико-химические параметры плодородного слоя, а они как известно не стабильны и могут меняться. Внедрение систем автоматического контроля качества почвы позволит рационально использовать удобрения и своевременно получать информацию для принятия решений [1].

В настоящее время применяют методы агрохимического анализа. Они точны, но достаточно трудоемки, основаны на отборе проб и исследованиях образцов в лаборатории. Для получения общей картины по всему полю нужно подготовить много проб. Преодоление данных недостатков возможно через применение автоматизированных систем [2].

Развитие средств автоматического контроля прошло сложный путь от простейших механических устройств до современных датчиков. Сейчас для аграриев доступны датчики влажности на основе диэлектрических измерений, датчики pH с ион-селективными мембранами позволяют проводит непрерывные измерения в почве, особое внимание заслуживают датчики для определения содержания азота, фосфора и калия [3, 4].

Большие площади полей затрудняют ручную установку датчиков. Разработки дистанционного зондирования почв помогут проводить мониторинг на обширных площадях даже без установки наземных приборов.

Разработки отечественных ученых и тенденции мировой науки открывают решения, которые несколько лет назад казались фантастическими. Новые открытия связаны с применением биоразлагаемых сенсоров контроля качества почвы. Такие элементы не нужно извлекать из почвы, по окончании сельскохозяйственного сезона они разлагаться в почве [5, 6].

Средства автоматического контроля состояния почвы находятся в периоде бурного развития Одни открытия сменяются более прогрессивными. Пока отдельные предприятия обходятся традиционными методами лабораторных анализов проб, общемировые тенденции направлены на создание биоразлагаемых датчиков. Ограничения в их применении связаны с высокой стоимостью оборудования и отсутствием квалифицированных специалистов. Дельнейшее развитие связывают с удешевлением компонентов и разработкой энергонезависимых источников питания для датчиков. Большие объемы посевных площадей подразумевают анализ колоссальных данных, подобный объем работы не под силу

человеку. Внедрение методов машинного обучения для анализа поможет точно определять состояние почвы.

Список литературы

1. Производство и сортовой подбор озимой пшеницы в Белгородской области / Е.Г. Котлярова, С.В. Андреев, О.С. Кузьмина, Е.В. Ковалева // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 3 (35). – С. 162–174.

2. Ковалева Е.В. Применение камерального дешифрирования при выявлении деградационных процессов на землях сельскохозяйственного назначения при землеустройстве / Е.В. Ковалева, О.С. Кузьмина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2021. № 2. – С. 138–143.

3. Влияние земледельческого освоения на морфологические признаки почв Центральной лесостепи с помощью катенного подхода / Е.В. Ковалева, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). – С. 188–200.

4. Изучение мощности гумусового профиля почвенных катен Центральной лесостепи / Е.В. Ковалева, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин [и др.] // Аграрный научный журнал. 2021. № 7. – С. 16–20.

5. Мониторинговые исследования почвенно-эрозионных процессов на пахотных землях центральной лесостепи / Е.В. Ковалева, Н.А. Лопачев, И.Ю. Вагурин [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 2 (30). – С. 152–161.

6. Восстановление плодородия карбонатных почв в ландшафтных системах земледелия / Е.Г. Котлярова, А.В. Акинчин, С.А. Линков, О.С. Кузьмина // Аграрный научный журнал. 2024. № 4. – С. 26–33.

УДК 631.53.027.3

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН СОИ ПЕРЕД ПОСЕВОМ

Калиниченко Е.Г., Фролов Н.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Обработка семян сои перед посевом играет важную роль в повышении урожайности культуры и устойчивости растений к неблагоприятным условиям окружающей среды.

Для примера возьмем метод химической обработки семян. Он обладает следующими преимуществами: повышение иммунитета растений благодаря эффективной защите семян от вредных насекомых и патогенных микроорганизмов, снижает заболеваемость и повышая сопротивление к стрессовым факторам; протравленные семена показывают высокую всхожесть и однородность в развитии, обеспечивая более плотное покрытие поля растениями и оптимизацию процессов уборки урожая. Но несмотря на все плюсы такой метод обладает значительными недостатками: применение химикатов негативно влияет на микрофлору почвы и может привести к накоплению вредных веществ в почве, семенах и растениях; неправильное обращение с препаратами может привести к отравлению работающего с семенами персонала; закупка и хранение специализированных препаратов требуют больших финансовых вложений.

Помимо химического метода обработки семян применяется электрофизический метод. В отличие от предыдущего он не имеет недостатков, приводящих к загрязнению почвы и травмам рабочего персонала.

Преимуществами электрофизического метода являются его экологичность, так как не используются химические соединения, что уменьшает нагрузку на почву и делает продукцию безопасной для потребителей; такой метод не требует больших финансовых затрат на закупку расходных материалов, так как используется лишь электроэнергия и специальное оборудование, а затраты быстро окупаются за счет прироста урожая и снижения риска потери посевов [1, 2].

Примером использования электрофизического метода служит устройство ультрафиолетовой обработки семян. Устройство может быть использовано для обеззараживания сыпучих материалов, продуктов питания, комбинированных кормов. Составные части устройства: бункер; распределительный транспортер; ленточный конвейер; электропривод ленточного конвейера; электропривод распределительного транспортера; частотный преобразователь; камера с отражающим покрытием; параболический отражатель; ультрафиолетовая лампа; счетчик импульсов; датчик интенсивности ультрафиолетового облучения; пульт управления; датчик уровня семян; рама [3].

Принцип работы устройства описан ниже. В бункер подают семена. Оператор устанавливает требуемую подачу семян из бункера на ленточный конвейер. Оператор устанавливает скорость перемещения ленточного конвейера посредством частотного преобразователя и высоту подвеса параболического отражателя с ультрафиолетовой лампой. Из бункера семена дозированно подают на

ленточный конвейер. При помощи ленточного конвейера семена перемещают до распределительного транспортера. Распределительным транспортером выравнивают заданную высоту слоя семян на ленточном конвейере. По ленточному конвейеру семена поступают в камеру с отражающим покрытием. В камере с отражающим покрытием происходит обеззараживание семян от микроорганизмов и плесени. Обеззараживание осуществляется посредством излучения от ультрафиолетовой лампы. Излучение от ультрафиолетовой лампы подают на семена и датчик интенсивности ультрафиолетового излучения. Информация с датчика интенсивности ультрафиолетового излучения отображается на пульте управления. Уровень семян в бункере контролируют датчиком уровня семян. После облучения семена готовы для последующей посадки или проращиванию [4, 5].

Подводя итог можно сказать, что электрофизическая обработка семян позволяет исключить риск накопления вредных веществ в семенах и растениях, снизить расходы за счет ненадобности закупки специализированных препаратов и ненадобности их хранения.

Список литературы

1. Страхов В.Ю. Предпосевная УФ-обработка семян сои: проращивание на витаминный корм / В.Ю. Страхов, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 6. – С. 46–52. – DOI 10.26897/2687-1149-2023-6-46-52.

2. Вендин С.В. Перспективы использования УФ обработки семян при проращивании зерна на корм животным / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 26-27 ноября 2018 года. Том Часть I. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 498-502.

3. Патент на полезную модель № 206252 U1 Российская Федерация, МПК A01C 1/00. Устройство для ультрафиолетовой обработки семян : № 2021116372 : заявл. 04.06.2021 : опубл. 02.09.2021 / С.В. Вендин, В.Ю. Страхов, С.В. Килин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

4. Вендин С.В. Анализ влияния УФ облучения на зерно перед проращиванием / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов // Актуальные вопросы энергетики, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 14–16.

5. Малахов А.Н. Конструкция устройства и способ управления СВЧ обработкой семян на конвейерной ленте / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). – С. 51–56. – EDN XJJZUH

УДК 631.371

АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Карайченцев Н.М., Ульянцев Ю.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Во всех отраслях народного хозяйства главным направлением развития электропривода остается все более широкое использование регулируемого электропривода. Анализ существующих проблем и определение приоритетных направлений для решения – важная задача для инженеров и исследователей. Использование регулируемого электропривода позволяет следующее:

- обеспечение требований технологического процесса;
- высокий уровень качества производимой продукции;
- энергосбережение.

Особое внимание следует уделить системам горячего и холодного водоснабжения [1]. Привод насосного оборудования потребляет значительную долю энергии, составляющую около 18-20% от общего объема выработки. Примечательно, что расходы на электроэнергию в структуре себестоимости водопроводной воды достигают 45%. При этом практика подтверждает, что переход от нерегулируемых электродвигателей насосов к регулируемым системам гарантирует ощутимую экономию электроэнергии. Важным достоинством плавного регулирования скорости мощных насосных агрегатов является повышение сохранности механического и гидравлического оборудования, в том числе исключение порывов трубопроводов;

Однако их эксплуатация и дальнейшее совершенствование сталкиваются с рядом существенных вопросов. Широкое использование частотно-регулируемого электропривода дает несомненные технико-экономические положительные результаты, при этом может вызвать серьезные трудности, связанные с вопросами электроснабжения и влиянием преобразователей частоты на питающую сеть [2].

Суть проблемы состоит в том, что в линиях питания полупроводниковых преобразователей происходит искажение формы токов, в составе которых появляются высшие гармоники. Это приводит ко многим негативным последствиям, связанным с нарушением качества электроэнергии в сети, питающей преобразователи, главные из которых:

– перегрев силовых трансформаторов;

– влияние преобразователей друг на друга при их работе от одной распределительной сети;

– нарушение работы других приемников электроэнергии, питающихся от данной сети;

– дополнительные потери электроэнергии.

Для устранения текущих трудностей и предотвращения их в будущем требуется разработка и внедрение технических решений. Рассматриваются следующие основные подходы:

– разработка преобразователей частоты, минимизирующих воздействие на электросеть, например, с использованием активных выпрямителей;

– проектирование систем электропитания и распределения, изначально учитывающих специфику нелинейных нагрузок и оснащенных оборудованием для подавления гармонических искажений, что потребует дополнительных инвестиций;

– изучение и реализация концепций, направленных на перевод распределения электроэнергии внутри производственных объектов на постоянный ток, что является перспективным направлением.

Таким образом, развитие регулируемых электроприводов требует комплексного подхода, включающего совершенствование систем управления, повышение энергоэффективности, а также обеспечение высокой надежности и долговечности [3-5]. Решение этих задач позволит значительно расширить области применения и повысить эффективность использования электрических приводов в различных отраслях промышленности.

Список литературы

1. Гидромеханизация сельскохозяйственных процессов / С.Ф. Вольвак, Ю.Н. Ульянцев, Д.Н. Бахарев, М.В. Щербатюк. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 197 с.

2. Трифонов И.С. Энергетическое сбережение на предприятиях АПК / И.С. Трифонов, А.Н. Мануйленко // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14-15 марта 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 132–133.

3. Вендин С.В. Проектирование электромеханических систем : Учебное пособие по подготовке к практическим работам / С.В. Вендин, В.Ю. Страхов. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 58 с.

4. Проектирование электромеханических систем / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Н. Малахов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 194 с.

5. Кузьменко Р.Ю. Специфика организации обслуживания и ремонта электрооборудования / Р.Ю. Кузьменко, А.Н. Малахов // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14-15 марта 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 67–68. – EDN ASYRHU.

УДК 621.3:628.91

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГРУППОВЫХ СЕТЯХ ОСВЕЩЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СВЕТОДИОДНЫЕ LED-СВЕТИЛЬНИКИ

Ковтун А.П., Ковтун И.А., Стребков С.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современный этап развития светотехники характеризуется доминированием светодиодных технологий. Изменение парадигмы проектирования систем освещения смещает акцент в сторону энергоэффективности, управления спектром и интенсивностью светового потока. Это открывает широкие перспективы для применения светодиодов в промышленности и сельском хозяйстве (теплицы, животноводческие комплексы, производственные цеха). Однако сдерживающими факторами остаются высокая стоимость качественных изделий и проблемы с надежностью, особенно в мощных групповых сетях.

Проведенные нами исследования показали, что традиционные топологии импульсных источников питания (ИИП) в одиночных светильниках генерируют значительные броски пускового тока. При включении заряд электролитических конденсаторов во входных цепях вызывает кратковременное превышение номинального тока до 12 раз [1]. Для мощных светильников (свыше 50 Вт) и особенно для групп светильников (до 20 шт., согласно СП 31-110-2003) это создает серьезные риски для коммутационной аппаратуры и защиты, требуя применения автоматических выключателей с характеристиками C и D, а также устройств плавного пуска с задержкой включения групп.

Критическим фактором, влияющим на ресурс работы, являются переходные процессы в питающей сети. На примере инцидента на маслоэкстракционном заводе нами зафиксирован массовый выход из строя светодиодных светильников, вызванный не только пусковыми токами, но и коммутационными перенапряжениями от мощного электродвигательного оборудования. Высокая реактивная составляющая сетей в сочетании с резонансными и импульсными явлениями приводит к пробою силовых ключей ИИП и выходу светильников из строя [2, 3].

В качестве мер защиты оборудования предлагается:

1.Установка ограничителей перенапряжения (ОПН) и реакторов со стороны питания для подавления грозовых и коммутационных импульсов.

2. Внедрение устройств плавного пуска (софт-стартеров) или реле времени с задержкой включения для каждой группы светильников, чтобы исключить одновременный пуск.

Кардинальным решением проблемы видится изменение самой схемотехники светильников. Разрабатываемая нами архитектура питания направлена на отказ от электролитических конденсаторов как наименее надежных элементов в условиях высоких пульсаций и перепадов температур. Предлагаемый переход на схемы трехфазного питания импульсных источников позволяет не только снизить реактивную составляющую потребляемой мощности, но и исключить из

цепи «сглаживающие» емкости, тем самым повышая общую надежность и ремонтопригодность светильника [4-6].

Таким образом, для повышения надежности систем светодиодного освещения в промышленности необходим комплексный подход: от грамотного подбора аппаратуры защиты на этапе проектирования до внедрения принципиально новых схемных решений питания светильников, устойчивых к воздействию реактивных нагрузок и коммутационных перенапряжений.

Список литературы

1. Кобылин Е. Пусковые токи импульсных источников питания в сетях переменного тока / Е. Кобылин // Силовая электроника. 2025. № 2 (109). – С. 30–37. – EDN EAZLZA.

2. Ву У. Как выбрать ограничитель пусковых токов и прерыватель цепи для импульсных источников питания / У. Ву // Электроника: Наука, технология, бизнес. 2019. № 8 (189). – С. 62–67. – DOI 10.22184/1992-4178.2019.189.8.62.66. – EDN RHUABQ.

3. Современное состояние и решение проблемы плавного пуска импульсных источников питания / К.К. Крутиков, В.В. Рожков, И.Е. Леонов [и др.] // Практическая силовая электроника. 2018. № 4 (72). – С. 42–46. – EDN YTOPAL.

4. Светильник со стабилизацией температурного режима источника света / В.Ю. Страхов, А.П. Ковтун, Д.А. Лукинов, А.Н. Малахов // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 4 (68). – С. 110–115. – DOI 10.35694/YARCX.2024.68.4.016.

5. Малахов А.Н. Повышение равномерности светодиодного освещения в птичнике / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Молодёжный аграрный форум – 2018 : Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 20–24 марта 2018 года. Том 1. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 267. – EDN RRTHGR.

6. Стребков С.В. Надежность технических систем : учебное пособие / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.В. Сахнов. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 185 с.

УДК 621.43

ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ НАГРУЗОЧНОГО РЕЖИМА ОБКАТОЧНО-ТОРМОЗНОГО СТЕНДА ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Козацкий В.В., Ажиппо А.Г.
ФГБОУ «ЛГУ им. В. Даля», г. Луганск, Россия

Анализ опубликованной научно-технической информации показал, что для проведения обкатки и испытаний дизельных двигателей мощностью не более 300 кВт наиболее широкое применение получил стенд обкаточно-тормозной СОТ300(АС180). Стенд позволяет осуществлять обкатку с частичным и полным нагружением. СОТ300(АС180) сконструирован на базе балансирной асинхронной машины с фазным ротором мощностью 180 кВт, обладает механизмом возврата энергии в режиме торможения, укомплектован жидкостным реостатом и обеспечивает режимы холодной обкатки и горячей обкатки без нагрузки и под нагрузкой [1, 2].

При работе стенда в режиме номинальной мощности тепловая нагрузка на жидкостный реостат достигает достаточно высоких значений.

Опираясь на закон Джоуля-Ленца, расчетным путем было выявлено, что при мощности двигателя до 200 кВт и объёме электролита порядка 0,2 м³, скорость нагрева раствора при отсутствии принудительного охлаждения достигает 10-15°С в минуту. Вследствие этого температурный режим работы реостата становится нестабильным.

Рост температуры электролита приводит к увеличению его электропроводности и снижению сопротивления, что вызывает отклонение фактической нагрузки от заданной. Это негативно влияет на устойчивость тормозного момента нагрузочной машины и снижает точность определения эффективной мощности двигателя в процессе испытаний [1-3]. Кроме того, перегрев ограничивает продолжительность непрерывной работы стенда и ускоряет износ элементов реостата.

Целью работы является повышение стабильности нагрузочного режима стенда обкатки двигателей за счёт термостабилизации жидкостного реостата. Для достижения поставленной цели проведен анализ теплового баланса реостата и обоснована необходимость внедрения системы принудительного охлаждения. В качестве рационального решения рассматривается применение кожухотрубного теплообменника, обеспечивающего эффективный отвод тепловой мощности, сопоставимой с максимальной мощностью стенда.

Результаты расчётной оценки показывают, что применение принудительного водяного охлаждения позволяет обеспечить тепловой баланс при мощности до 200 кВт и снизить рабочую температуру электролита на 30-40°С. Это способствует стабилизации сопротивления реостата, уменьшению колебаний тормозного момента и увеличению времени непрерывной работы стенда [1, 4, 5].

В кожухотрубном теплообменнике предлагается использовать алюминиевый кожух и оребренные алюминиевые трубы. Это позволяет применять в

качестве охлаждающей жидкости антифризы G11 и G12. Принудительное прокачивание электролита и охлаждающей жидкости целесообразно осуществлять автомобильными помпами.

Разработка находится на стадии проектирования реостата с теплообменником и является основной конструктивной идеей выпускной квалификационной работы магистранта.

Предварительные поисковые исследования дают основание предполагать, что внедрение предлагаемой разработки позволит получить значительный экономический эффект. Следовательно, внедрение системы охлаждения жидкостного реостата стенда обкаточно-тормозного СОТ300(АС180) является эффективным способом повышения его технических характеристик, что в перспективе позволит обеспечить улучшение стабильности испытательных режимов и надёжности эксплуатации оборудования.

Список литературы

1. Морунков А.Н. Повышение эффективности обкаточного цикла динамического нагружения автотракторных дизелей / А.Н. Морунков, С.В. Тимохин // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 28-29 марта 2024 года. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 199–203. EDN KAUVTN.

2. Уханов А.П. Универсальный тормозной стенд с приводом от двигателя внутреннего сгорания / А.П. Уханов, И.Ю. Галенко, Н.Н. Галенко // Сурский вестник. 2025. № 3 (32). – С. 67–71. – DOI 10.36461/2619-1202_2025_03_012. EDN VLQIKT.

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. EDN IXVQAQ.

4. Studying the tribological properties of mated materials C61900-A48-25BC1.25BNO. 25 in composite oils containing geomodifiers / V. Aulin, A. Hrynkiv, S. Lysenko [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 5, No. 12-101. – P. 38–47. DOI 10.15587/1729-4061.2019.179900. EDN CUFEQT.

5. Технологии рационального природопользования на транспорте / Л.А. Губачева, Д.Ю. Чижевская, И.В. Макарова, А.А. Андреев // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2020. Т. 1, № 5. – С. 123–129. – DOI 10.23885/2500-395X-2020-1-5-123-129. EDN XKSZSR.

УДК 621.316.13

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ЗЕРНОХРАНИЛИЩЕ

Колесников Д.В., Ульянцев Ю.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

При сборе нового урожая зерна сельскохозяйственные предприятия сталкиваются с трудностями его сохранения. Причина кроется в том, что большинство существующих хранилищ не отвечают актуальным стандартам. Более того, имеющиеся склады не обеспечивают должного качества хранения, им не хватает вентиляционных систем, и зерно складируется насыпью. При такой высоте насыпи, достигающей одиннадцати метров в центральной части, температура внутри неминуемо сохраняется на изначальном уровне. Это создает благоприятную среду для стремительного саморазогрева зерна и активизации жизнедеятельности вредителей, поражающих запасы. Чтобы избежать подобных нежелательных последствий, крайне важно оборудовать зернохранилища системами принудительной вентиляции зерна [1]. Автоматизированный комплекс управления процессами в хранилище зерна представляет собой интегрированную систему, призванную оптимизировать все аспекты хранения зерновой продукции.

Данная система позволяет облегчить процесс хранения, что освобождает значительное число трудовых ресурсов. Эта система нагнетает воздух в зерновую массу, а также производит сушку зерна подогретым воздухом, что позволяет сохранить продукцию.

Установка активного вентилирования выполнена из перфорированных металлических воздуховодов, смонтированных рядами вертикально над распределительными наклонными воздуховодами, и обеспечивает горизонтальное продувание слоев насыпи [2, 3].

Наклонные распределительные каналы устроены в полу хранилища заподлицо с полом. Верхний конец канала при помощи переходного патрубка выводят за пределы хранилища, нижний заканчивают над нижней транспортерной галереей. Верхние концы каналов соединены с магистральными воздуховодами, находящимися с наружи зерносклада.

Вдоль каждого распределительного канала устанавливают вертикальные перфорированные каналы-стояки. Между стенами склада натянуты поперечные и продольные струны. К каркасу из струн крепят вертикальные перфорированные стояки, на струнах размешают датчики температуры и влажности зерна, благодаря которым логический контроллер получает информацию о параметрах хранящегося зерна. Измерители уровня заполнения секции зерносклада устанавливаются в центральных выгрузных бункерах каждой секции. Внутри каждого стояка установлены воздушные заслонки. Это помогает обеспечить равномерное распределение воздуха по обрабатываемой насыпи с любой конфигурацией ее поверхности.

Во время эксплуатации установки, в хранилище поступает зерно. При достижении определённой температуры насыпи автоматически активируются вентиляторы, соединённые с основными воздуховодами [4].

Таким образом, автоматизированный комплекс становится незаменимым инструментом для современных агропромышленных предприятий, стремящихся к максимальной эффективности и безопасности хранения зерна.

Список литературы

1. Малахов А.Н. Актуальность применения электрофизических методов для обеззараживания зерна и продуктов растениеводства / А.Н. Малахов // 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. 39–40.

2. Никулин Е.Ю. Использование зернового аэратора для активного вентилирования зерна на крытом току / Е.Ю. Никулин, Ю.Н. Ульянцев // Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 28-29 марта 2019 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 96.

3. Проектирование электромеханических систем / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Н. Малахов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 194 с.

4. Малахов А.Н. Применения методов для электрофизического обеззараживания зерна и продуктов растениеводства и их актуальность / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 16 декабря 2020 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 232–234. – EDN GECJBU.

УДК 621.3:631.172

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АПК

Колосов В.С., Мануйленко А.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В современных системах электроснабжения процессы производства, передачи и распределения электрической энергии неразрывно сопряжены с генерацией и распространением электромагнитных помех (ЭМП). Многообразие технических средств, функционирующих в единой электромагнитной среде электроэнергетической системы, создаёт двойственную ситуацию: каждое устройство потенциально выступает источником ЭМП за счёт особенностей своего электропотребления и переходных процессов; одновременно любое техническое средство подвергается воздействию помех, порождаемых соседними элементами сети [1, 2].

Среди всего спектра электромагнитных помех особое значение имеют кондуктивные помехи, проявляющиеся в следующих формах: нарушение симметрии трёхфазной системы напряжений и токов; искажение синусоидальной формы кривых напряжения и тока (появление высших гармоник); кратковременные провалы напряжения; импульсные перенапряжения.

Указанные явления напрямую влияют на качество электрической энергии – комплексный показатель, регламентируемый национальными и международными стандартами (ГОСТ 32144-2013). Снижение качества напряжения влечёт за собой цепочку негативных последствий: рост потерь, сокращение срока службы оборудования, сбои в работе автоматики и снижение общей энергоэффективности системы. Ключевой научно-технической задачей в этих условиях становится обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС). Под ЭМС понимается способность технического средства: безотказно функционировать с заданными показателями качества в конкретной электромагнитной обстановке; не создавать недопустимых помех для иных устройств, подключённых к той же сети [2, 3].

Проблема ЭМС носит междисциплинарный характер, поскольку тесно связана с тремя фундаментальными аспектами электроэнергетики [1-4]:

1) Надёжность электроснабжения – устойчивость работы системы при наличии помех.

2) Качество электроэнергии – соответствие параметров сети нормативным требованиям.

3) Энергетическая эффективность – минимизация потерь, вызванных несинусоидальностью и несимметрией.

Для снижения несимметрии напряжения применяются два основных подхода: уменьшение токов обратной и нулевой последовательности в

электрических сетях; снижение сопротивления нулевой последовательности отдельных элементов сети.

Для снижения несинусоидальности напряжения методы группируются в две категории: схемные решения – изменение конфигурации сети для минимизации гармонических искажений; применение специализированных технических устройств – использование оборудования, подавляющего высшие гармоники.

При выборе методов и средств снижения несимметрии и несинусоидальности необходимо учитывать: специфику электропотребления в сельском хозяйстве; особенности эксплуатации электрооборудования на сельхозпредприятиях; экономические ограничения.

Анализ существующих технических решений показывает, что в распределительных сельских сетях целесообразно применять: силовые трансформаторы со специальными схемами соединения обмоток – отличаются простотой конструкции, надёжностью и умеренной стоимостью; устройства, устойчивые к искажающим воздействиям со стороны нелинейной и несимметричной нагрузки.

Электромагнитные помехи, особенно кондуктивные, существенно влияют на качество напряжения и ЭМС в электроэнергетических системах. Несимметрия и несинусоидальность напряжения вызывают комплексные негативные последствия для всех элементов сети и потребителей. Эффективное снижение несимметрии достигается за счёт управления токами обратной и нулевой последовательности, а также оптимизации сопротивления нулевой последовательности. Для борьбы с несинусоидальностью применяют схемотехнические решения и специализированные устройства подавления гармоник. В сельских сетях приоритетны экономически обоснованные и надёжные решения – например, силовые трансформаторы с особыми схемами соединения обмоток, устойчивые к искажениям нагрузки.

Список литература

1. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 153 с.

2. Трифонов И.С. Энергетическое сбережение на предприятиях АПК / И.С. Трифонов, А.Н. Мануйленко // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной научной конференции. – Майский : Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, 2023. – С. 132–133.

3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 2014-07-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 20 с.

4. Эксплуатация электрооборудования / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 244 с.

УДК 621.3:614.487:631.22

ЭЛЕКТРОАЭРОЗОЛЬНАЯ ДЕЗИНФЕКЦИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

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

Современное животноводство характеризуется переходом к промышленным технологиям содержания животных с высокой концентрацией поголовья на ограниченных территориях. Такая интенсификация производства порождает серьёзные эпизоотические и экологические проблемы, среди которых ключевое значение имеет риск распространения инфекционных заболеваний [1].

Для обеспечения сохранности поголовья критически важна регулярная дезинфекция животноводческих помещений. Среди существующих методов обработки особую эффективность демонстрирует электроаэрозольная технология, основанная на: создании заряженных капель дезинфицирующих препаратов; электрическом осаждении частиц на поверхности объектов. Технология совместима с механическими и пневматическими способами распыления жидкости, что расширяет возможности её практического применения [2].

Исследования по применению электроаэрозолей для дезинфекции животноводческих помещений базировались на: анализе существующих технических решений; комплексном патентном поиске; моделировании физических процессов генерации и распределения заряженных частиц.

Процесс формирования электроаэрозоля включает три последовательных этапа: создание жидкостной плёнки, электрическая зарядка, распыление на отдельные заряженные капли [3].

Ключевой характеристикой потока частиц электроаэрозоля выступает ток переноса (конвекции) – электрический ток, возникающий при движении заряженных капель в электрическом поле. Его величина определяет: эффективность процесса зарядки частиц; размер капель при дроблении; интенсивность осаждения на обрабатываемые поверхности.

Эффективность технологии зависит от комплекса параметров [2-4]:

– электрофизических характеристик среды (диэлектрическая проницаемость, проводимость);

– напряжённости электрического поля при зарядке капель;

– кинематических параметров генератора (скорость вращения распылительных элементов);

– конструктивных особенностей оборудования (геометрия электродов, схема подачи жидкости).

Для описания процессов генерации электроаэрозоля применяются: условие сохранения электрического заряда; уравнение непрерывности плотности полного тока. Оптимальным решением является комбинация электрической зарядки частиц в поле с механическими/пневматическими методами распыления

жидкости. Это обеспечивает: равномерное распределение капель; контролируемый размер частиц; высокую скорость осаждения.

В высоковольтных выпрямительных устройствах широко используются схемы умножения напряжения. Они позволяют: избежать применения громоздких повышающих трансформаторов; получать на выходе напряжение, многократно превышающее напряжение вторичной обмотки [4, 5].

Проведённый анализ подтвердил высокую эффективность электроаэрозольной технологии для дезинфекции животноводческих помещений. Применение схем умножения напряжения в выпрямительных устройствах позволяет минимизировать габариты оборудования и повысить его энергоэффективность. Оптимизация электрофизических и кинематических параметров генератора даёт возможность адаптировать технологию под различные типы животноводческих объектов и дезинфицирующих средств. Внедрение электроаэрозольных систем способствует: снижению риска распространения инфекций; улучшению эпизоотической обстановки.

Список литература

1. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 153 с.

2. Прокопьев Л.Н. Роботизированная платформа для проведения дезинфекции животноводческих помещений / Л.Н. Прокопьев, П.Л. Лекомцев, В.А. Прокопьева // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2025. Т. 72, № 1 (58). – С. 68–72.

3. Распределение заряженных частиц, создаваемых генератором электроаэрозолей / А.В. Савушкин, П.Л. Лекомцев, Е.В. Дресвянникова, Л.А. Пантелеева // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3 (52). – С. 48–54.

4. Мануйленко Р.Н. Способы обработки воздушной среды в производственных помещениях / Р.Н. Мануйленко, А.Н. Мануйленко // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной научной конференции. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 83–84.

5. Vendin S. Results of research on development of electric air ozonizer for livestock rooms / S. Vendin, A. Manuylenko, V. Strakhov // VI International Conference on Actual Problems of the Energy Complex and Environmental Protection (APEC-VI-2023), Karshi, 14-16 июня 2023 года. Vol. 411. – Les Ulis: EDP SCIENCES S A, 2023. – P. 02018. – DOI 10.1051/e3sconf/202341102018.

УДК 631.371

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫВОДИМОСТИ ЯИЦ

Корнев И.А., Шахбазян Р.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Яйцо сельскохозяйственной птицы, особенно куриное является важнейшим продуктом питания и основным инкубационным материалом, от которого напрямую зависит развитие промышленного птицеводства и, как следствие, обеспечение населения конкурентоспособными отечественными продовольственными товарами. В этой связи в промышленном птицеводстве особое значение приобретает инкубация куриных яиц, что обусловлено стабильно высоким спросом на мясо и яйцо кур.

Существующие методы искусственной инкубации, направленные на повышение вывода цыплят, включают дезинфекцию и стимуляцию роста эмбриона. Их эффективность варьируется: механические способы обеспечивают прирост выводимости на 5,9-6,8%, химические на 4,0-5,5%, физические на 3,8-6,0%, биологические на 8-10%.

Наиболее результативным является электрофизический способ (прирост 8-10%), который, в отличие от аналогов, позволяет снизить материальные затраты, соответствует современным экологическим требованиям, обеспечивает комплексное воздействие на биологические объекты (включая дезинфекцию и стимуляцию) и повышает экономическую эффективность производства.

Эффективность реализации электрофизического метода напрямую зависит от параметров применяемой электротехнологической установки. Технологический регламент обработки яиц электрическим полем требует создания в зоне размещения лотков напряженности поля $E = 40$ кВ/м с выдержкой в течение $t = 10^{-6}$ с. Указанные значения являются минимальными пороговыми. Максимально допустимая напряженность составляет $E_{max} = 60$ кВ/м и ограничивается условиями пробоя вителлиновой оболочки яйца. Увеличение длительности воздействия сверх $t = 0,5$ с не приводит к росту положительного эффекта, при этом максимальная длительность обработки также ограничена значением 0,5 с [1].

Исходя из теоретических предпосылок и заданных технологических параметров, обоснован выбор рациональной схемы импульсного источника высокого напряжения (ИИВН) с динисторно-конденсаторной задающей цепью. Нагрузкой ИИВН являются электроды, в межэлектродном пространстве которых размещается лоток с инкубационным яйцом.

Список литературы

1. Рамазанов Э.М. Повышение выводимости куриных яиц за счет разработки и применения импульсного источника высокого напряжения: автореф. к.т.н. – Тольятти : 2008. – 26 с.

УДК 621.314.21

СПОСОБЫ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Кузьменко Р.Ю.[1], Килин, С.В.[2]
[1]ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия
[2]ВИНИТИ РАН, Москва, Россия

Изоляция трансформатора – это не просто защитный слой, это система, обеспечивающая безопасную и надежную работу трансформатора. Она сочетает в себе твердые материалы и жидкие диэлектрики. Вместе эти элементы обеспечивают электрическое разделение, механическую поддержку и терморегулирование внутри трансформатора. Качество изоляции напрямую влияет на работу трансформатора, безопасность, производительность и срок службы. Слабая изоляция может привести к перегреву, короткому замыканию или преждевременному выходу из строя, в то время как хорошо спроектированная система изоляции гарантирует десятилетия надежной работы в сложных электрических и экологических условиях [1, 2].

Современные способы изоляции обмоток силовых трансформаторов развиваются в направлении создания новых материалов с улучшенными характеристиками и совершенствования технологий обработки и контроля. В целом, их можно разделить на три основных направления: использование передовых изоляционных материалов, применение специальных технологий обработки и внедрение систем диагностики для контроля состояния изоляции.

Традиционная изоляция на основе целлюлозной бумаги и масла активно дополняется и замещается новыми материалами для повышения надёжности и срока службы. К современным изоляционным материалам можно отнести жидкие диэлектрики, такие как минеральные масла или жидкости на основе сложных эфиров, но альтернативы, такие как натуральные эфиры, синтетические эфиры и силиконовые жидкости становятся все более популярными благодаря своей пожарной безопасности и экологическим преимуществам. Различные целлюлозные и композитные материалы- крафт-бумага, прессшпан, эпоксидно-слюдяные композиты (ленты) [3, 4].

Кроме применения новых материалов применяют различные технологии обработки, направленные на максимальное удаление влаги и газов, которые являются главными врагами изоляции. Основными методами в этом случае являются вакуумная сушка, фильтрация и регенерация масла.

Современная защита изоляции невозможна без постоянного мониторинга её состояния. Основные методы включают: анализ растворенных газов, мониторинг частичных разрядов и защита от перенапряжений [5, 6].

Таким образом, современный подход к изоляции обмоток – это комплексная система, включающая: применение новых материалов, тщательную обработку и постоянный интеллектуальный мониторинги защиту от перенапряжений.

Список литературы

1. Страхов В.Ю. Эксплуатация электрооборудования / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 244 с. – EDN FOGRVE.

2. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.С. Новицкий. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 204 с. – EDN KZXOHT.

3. Соловьев С.В. Контроль технического состояния силовых трансформаторов / С.В. Соловьев // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28-29 мая 2018 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 137–139. – EDN UTNBTS.

4. Давыдов С.К. Методы диагностики изоляции силовых трансформаторов / С.К. Давыдов, В.В. Толмачев // Научный потенциал вуза – производству и образованию : Сборник статей по материалам IV Международной научно-практической конференции, Армавир, 11-12 февраля 2022 года / Куб ГТУ АМТИ. – Армавир : 2022. – С. 102–105. – EDN YJWYIW.

5. Романович К.А. Повышение надёжности силовых трансформаторов путём выбора лучших материалов для обмотки и изоляции / К.А. Романович // Технологии, энергетика и экономика : труды XXI Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов : в 3 т., Смоленск, 24-25 апреля 2024 года. – Смоленск : Универсум, 2024. – С. 77–80. – EDN VOSNNR.

6. Кузьменко Р.Ю. Специфика организации обслуживания и ремонта электрооборудования / Р.Ю. Кузьменко, А.Н. Малахов // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14-15 марта 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 67–68. – EDN ASYRHU.

УДК 631.171

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОНИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ И ПОЧВЫ

Кузьменко Р.Ю., Малахов А.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современное сельское хозяйство нуждается во внедрении инноваций для оптимизации растениеводства. Перспективным направлением выступают бионические сенсоры – устройства, интегрируемые с растениями для мониторинга их состояния в реальном времени. Они позволяют получать точные данные о физиологических процессах, открывая возможности для повышения урожайности, снижения затрат на удобрения и улучшения устойчивости к стрессам.

Бионические сенсоры – микро- или наноустройства, внедряемые в ткани растений или крепящиеся на их поверхности для измерения параметров: влаги, питательных веществ, температуры, газов и биохимических индикаторов. Их работа основана на физических и химических преобразователях, реагирующих на изменения среды и состояния растения. Данные передаются по беспроводным каналам (Wi-Fi, Bluetooth и др.), обеспечивая минимальное вмешательство и высокую точность.

Основные типы бионических сенсоров: физические – измеряют температуру, влажность, давление, освещенность; химические – анализируют ионный состав (калий, азот, фосфор) и pH; биосенсоры – определяют концентрацию биомолекул (гормоны, ферменты), отслеживая биохимические процессы и реакцию на патогены. Комбинация нескольких типов позволяет получить комплексный профиль состояния растения.

Современные технологии обеспечивают создание миниатюрных, чувствительных и биосовместимых сенсоров с использованием гибких полимеров, углеродных нанотрубок, графена. Интеграция в растения осуществляется микроиглами, нанесением пленок или через генетически модифицированные биоактивные вещества.

Проблема энергоснабжения решается за счет микроисточников, солнечных элементов и сбора энергии из окружающей среды (термоэлектрические, пьезоэлектрические генераторы). Передача данных реализуется через беспроводные протоколы, включая IoT, интегрирующие сенсоры с облачными системами для удаленного мониторинга и анализа.

Бионические сенсоры позволяют вести мониторинг в реальном времени, предотвращая патологии за счет раннего обнаружения дефицита питательных веществ, засухи или заражения [1, 2].

Сенсоры применяются в умном орошении, экономя воду, и для точечного внесения удобрений и средств защиты, снижая экологическую нагрузку.

В настоящий момент растет число проектов с бионическими сенсорами в разных культурах. Например, контроль температуры и влажности листа

винограда повысил качество урожая; отслеживание азота в тканях позволило сократить внесение удобрений на 20%, улучшив экономику производства.

Научные исследования направлены на повышение долговечности и точности сенсоров, создание платформ для интеграции данных и машинного обучения.

Инновационный подход дает ряд преимуществ, таких как непрерывный высокоточный сбор данных в реальном времени, снижение затрат на воду и удобрения, раннее выявление стрессов и заболеваний, интеграция в автоматизированные системы управления [3, 4].

Среди основных проблемных моментов можно отметить высокую стоимость разработки и внедрения, проблемы долговечности и биосовместимости, необходимость стандартизации протоколов и анализа больших данных, а также экологические и биоэтические вопросы.

Технологии бионических сенсоров активно развиваются, интегрируя наноматериалы, искусственный интеллект и IoT. В скором времени ожидается появление автономных, саморегенерирующихся систем, адаптируемых к разным растениям и климату. Развитие сенсоров станет ключевым фактором цифровой трансформации агросектора.

Бионические сенсоры для мониторинга растений – инновационное решение, повышающее эффективность и устойчивость сельского хозяйства. Они предоставляют ценную информацию для точечного управления выращиванием и своевременного реагирования на стрессы. В перспективе сенсоры станут важным элементом умного сельского хозяйства, способствуя сохранению ресурсов, росту урожайности и качества продукции.

Список литературы

1. Поликарпов М.Н. Методы и средства дистанционного мониторинга состояния почвы и сельскохозяйственных растений / М.Н. Поликарпов // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК : Сборник научных трудов международной научно-практической конференции молодых учёных, Санкт-Петербург-Пушкин, 27-28 февраля 2017 года. – Санкт-Петербург-Пушкин : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2017. – С. 282–285. – EDN YTLNYN.

2. Мониторинговые исследования почвенно-эрозионных процессов на пахотных землях центральной лесостепи / Е.В. Ковалева, Н.А. Лопачев, И.Ю. Вагурин [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 2 (30). – С. 152–161.

3. Изучение мощности гумусового профиля почвенных катен Центральной лесостепи / Е.В. Ковалева, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин [и др.] // Аграрный научный журнал. 2021. № 7. – С. 16–20.

4. Влияние земледельческого освоения на морфологические признаки почв Центральной лесостепи с помощью катенного подхода / Е.В. Ковалева, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). – С. 188–200.

УДК 631.371

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОММУТАТОР ОБМОТОК СТАТОРА МНОГОСКОРОСТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА

Кузьменко Р.Ю., Шахбазян Р.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В современном птицеводстве приоритетной задачей является снижение себестоимости продукции. Согласно исследованиям, продуктивность птицы зависит от параметров микроклимата в помещении на 20-30%. Под оптимальным микроклиматом подразумевается сбалансированное сочетание следующих факторов: температуры, влажности, газового состава воздуха и скорости его движения.

Эффективность воздухообмена в птичниках напрямую определяется характеристиками системы вентиляции. Среди методов регулирования производительности вентиляторов многоскоростной электропривод выделяется наилучшими энергетическими показателями. Однако его широкое внедрение сдерживается сложностью схем коммутации, включающих значительное количество контактных элементов.

Повышение конкурентоспособности этого способа возможно путём:

- повышения надёжности схемы управления за счёт внедрения бесконтактного блока коммутации обмоток двигателя;
- снижения материальных и эксплуатационных затрат посредством использования современной электронной компонентной базы;
- увеличения общей эффективности регулирования микроклимата благодаря реализации «шахматного» режима работы вентиляторов – с индивидуальными блоками переключения обмоток для каждого устройства.

Ключевым ограничением эксплуатации многоскоростных двигателей выступает техническая сложность переключения обмоток, необходимого для изменения частоты вращения. Данный процесс реализуется посредством контактной коммутационной аппаратуры, содержащей значительное количество механических компонентов. Их присутствие закономерно приводит к снижению надёжности и износостойкости устройств. Перспективным решением обозначенной проблемы является внедрение электронных коммутирующих элементов [1].

Для реализации указанного подхода предложена схема комбинированного коммутатора статорной обмотки многоскоростного двигателя привода вентилятора с использованием электронных ключей.

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. – 156 с.

УДК 631.371

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Кулумбегов Т.И., Ульянцев Ю.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Насосные установки широко используются в различных отраслях промышленности, а также в сфере жилищно-коммунального хозяйства. Они отличаются значительным разнообразием выполняемых задач, конфигураций объединения насосов для совместной работы, настраиваемых параметров, классов надежности и прочих характеристик.

Насосные станции являются комплексными электрогидравлическими системами, состоящими из построек и устройств, предназначенных для преобразования электрической энергии в кинетическую энергию движущейся жидкости и контроля данного процесса [1]. Их ключевые цели включают:

- поддержание заданного режима подачи жидкости как в штатных, так и в нештатных ситуациях;
- минимизация расходов на строительство, оснащение и текущее обслуживание;
- обеспечение необходимого уровня надежности;
- облегчение эксплуатации за счет широкого применения автоматизированных систем;
- способность функционировать при постоянно меняющемся расходе воды.

В настоящее время существуют хозяйства, использующие устаревшие технологии в водоснабжении, что приводит к повышенному расходу электроэнергии и менее эффективному производству.

Данную проблему можно решить с помощью автоматизации процесса водоснабжения [2]. В отличие от старого способа, при котором насосные агрегаты станции работали с постоянной скоростью, не зависимо от давления в системе, новый, автоматизированный способ водоснабжения, за счёт плавного регулирования числа оборотов электродвигателей насосов, позволяет поддерживать необходимую величину давления в системе, в зависимости от расхода воды.

Для осуществления плавной регулировки скорости вращения электродвигателя, в данной 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 объему водопотребления в системе. Снижение частоты вращения двигателя может осуществляться вплоть до его полной остановки [3, 4].

Внедрение средств автоматического управления позволяет уменьшить габариты зданий насосных станций, снизить расходы на их отопление, освещение и сократить объем напорно-регулирующей емкости или совсем отказаться от нее, к тому же, используя данную систему, становится возможным существенно сократить расходы воды, электроэнергии, уменьшить затраты на текущий ремонт, вследствие улучшенной защиты оборудования.

Список литературы

1. Гидромеханизация сельскохозяйственных процессов / С.Ф. Вольвак, Ю.Н. Ульянцев, Д.Н. Бахарев, М.В. Щербатюк. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 197 с.

2. Попкович Г.С., Гордеев М.А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. – М. : Высш. шк. 1986.

3. Вендин С.В. Проектирование электромеханических систем : Учебное пособие по подготовке к практическим работам / С.В. Вендин, В.Ю. Страхов. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 58 с.

4. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.С. Новицкий. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025.

УДК 681.5:631.365.2

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СУШКОЙ ЗЕРНА

Кульпин В.Ю., Вольвак С.Ф.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Главная задача сегодняшнего дня состоит в повышении темпов и эффективности развития экономики на базе ускорения научно-технического прогресса, технического ускорения и реконструкции производства, интенсивного использования созданного производственного потенциала.

В современных условиях оптимизация производственных процессов становится ключевым фактором успеха сельскохозяйственных предприятий. Особое внимание уделяется вопросам энергосбережения и рационального использования ресурсов, что особенно актуально для энергоёмкого зерносушильного оборудования. Сушка зерна является критически важным этапом послеуборочной обработки, поскольку «свыше 50% урожая основных зерновых культур имеют повышенную уборочную влажность и нуждаются в сушке. Только после того, как из свежеубранной зерновой массы будет удалена вся избыточная влага и зерно доведено до сухого состояния, можно рассчитывать на его последующую сохранность» [1].

Интенсивность использования зерносушилки можно повысить за счёт применения прогрессивных режимов сушки, строгого соблюдения заданных режимов, осуществления необходимого контроля главных параметров и оперативного управления, также применения автоматизированных систем управления технологическим процессом сушки зерна в потоке.

Стоит отметить что основной целью применения АСУ процессом сушки зерна является сохранение урожая энергосбережение и эффективное использование энергоресурсов за счёт оптимального управления процессом сушки зерна В то же время относительная простота и невысокая стоимость проектирования и инсталляции, а также возможность поэтапного наращивания системы делают её привлекательной и оптимальной для задач управления и реконструкции уже используемых для сушки зерна шахтных зерносушилок [2].

Таким образом, актуальным вопросом является разработка электрической схемы [3] управления технологическим процессом сушки зерна.

Список литературы

1. Технология сушки зерна и семян. [Электронный ресурс] URL: https://rukovodstvo3.ru/exspl/27672/index.html. (Дата обращения 12.02.2026).

2. Муравьёв А.В., Осипов В.В., Светлаков А.А. Анализ процесса сушки зерна с целью создания адаптивной системы управления. [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-protsessa-sushki-zerna-s-tselyu- sozdaniya -adaptivnoy-sistemy-upravleniya. (Дата обращения 12.02.2026)

3. Щербатюк М.В., Вольвак С.Ф., Добрунова А.И. Электротехника и электроника : учебно-методическое пособие. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. – 146 с. – EDN GQHGHP.

УДК 631.371

ОЗОНИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ КАК ТЕХНОЛОГИЯ САНАЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ

Лобанов К.С., Корнев И.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В условиях промышленного производства яиц и мяса птицы большое скопление поголовья в ограниченном пространстве создаёт серьёзные вызовы для поддержания оптимального микроклимата. Качество воздуха в птичниках напрямую влияет на здоровье птицы и экономические показатели предприятия.

Неблагоприятный микроклимат в корпусах или моноблоках приводит к ощутимым экономическим потерям: снижение яйценоскости кур-несушек до 25%; уменьшение среднесуточного привеса на 10%; рост заболеваемости птицы из-за накопления патогенной микрофлоры; вредных газов (аммиака, сероводорода, углекислого газа); высокая концентрация органической и неорганической пыли; распространение неприятных запахов, осложняющих работу персонала [1, 2].

Традиционные методы вентиляции, хотя и помогают частично решить проблему, сопряжены с высокими энергозатратами и не обеспечивают должной степени очистки и дезинфекции воздуха.

Одним из наиболее перспективных решений для улучшения качества воздуха в птичниках является озонирование. Этот метод позволяет не только очищать и дезинфицировать воздух, но и снижать эксплуатационные затраты за счёт внедрения оборота очищенного воздуха. Озон мощный окислитель с выраженными антимикробными свойствами, который эффективно уничтожает: бактерии; вирусы; грибки и их споры; прочие патогенные микроорганизмы. При этом озон быстро разлагается до кислорода, не оставляя токсичных остатков, что делает его экологически безопасным решением [3].

Система оборота воздуха с применением электротехнологии озонирования включает два последовательных этапа [4, 5]:

– Загрязнённый воздух из птичника подаётся в специальную камеру, где обрабатывается озоно-воздушной смесью. В процессе озонирования: происходит окисление и разрушение вредных газов (аммиак, сероводород и т.д.) до безопасных соединений; уничтожается до 95% патогенной микрофлоры; устраняются неприятные запахи; осаждается пыль и аэрозольные частицы.

– После обработки воздух проходит фильтрацию и возвращается в помещение птичника для повторного использования. Это позволяет: существенно снизить затраты на вентиляцию; поддерживать стабильную температуру и влажность; минимизировать теплопотери в холодное время года.

Для реализации процесса озонирования воздуха применяются электроозонаторы, работающие по принципу коронного, барьерного разряда. Концентрация озона регулируется в диапазоне 5…20 мг/м^3 для безопасной и эффективной обработки, а современные установки могут работать в автоматическом режиме с контролем параметров микроклимата.

Теоретический анализ практического применения систем озонирования на птицефабриках показал следующие результаты: снижение содержания аммиака и сероводорода на 80…85%; сокращение бактериальной обсеменённости воздуха на 80-90%; улучшение показателей здоровья птицы: снижение заболеваемости бронхолёгочными инфекциями; повышение продуктивности: рост яйценоскости и привесов в пределах прогнозируемых потерь; экономия энергоресурсов за счёт сокращения объёмов принудительной вентиляции.

Внедрение озонирования воздуха в птицеводческих хозяйствах это современный, экологичный и экономически выгодный подход к решению проблемы микроклимата. Технология электроозонирования не только улучшает условия содержания птицы и повышает её продуктивность, но и позволяет снизить эксплуатационные затраты. Дальнейшее развитие и оптимизация озоновых систем открывает широкие перспективы для повышения эффективности промышленного птицеводства.

Список литература

1. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 153 с.

2. Нестерова Н.В. Использование электротехнологии озонирования на предприятиях АПК / Н.В. Нестерова, А.Н. Мануйленко // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы IX международной научно-практической конференции. – Саратов : ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2018. – С. 159–160.

3. Мануйленко А.Н. Озонирование животноводческих помещений / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 526–530.

4. Мануйленко, А.Н. Результаты экспериментальных исследований автономного модуля электрического озонатора воздуха для животноводческих помещений / А.Н. Мануйленко, Ю.Н. Ульянцев, С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). – С. 42–50.

5. Vendin S. Results of research on development of electric air ozonizer for livestock rooms / S. Vendin, A. Manuylenko, V. Strakhov // VI International Conference on Actual Problems of the Energy Complex and Environmental Protection (APEC-VI-2023), Karshi, 14-16 июня 2023 года. Vol. 411. – Les Ulis : EDP SCIENCES S A, 2023. – P. 02018.

УДК 636.23

АВТОМАТИЗАЦИЯ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Лукинов Д.А., Страхов В.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Потребности в обеспечении населения страны качественными молочными продуктами стимулируют постоянное развитие молочного животноводства. Увеличение производства молочной продукции прописано требованиями доктрины продовольственной безопасности. Прирост должен быть не только количественным, выражающимся в увеличении поголовья и надоев, но и качественным. Современная, эффективная ферма оценивается не только большим поголовьем и качественной кормовой базой. Одним из ключевых признаков развития становиться автоматизация и цифровизация технологических процессов. Рентабельность животноводческих предприятий зависит от масштабов технического оснащения [1, 2].

Ключевое направление автоматизации выступает роботизация доения. Модернизация компаний по всей стране сопряжена с внедрением автоматизированных систем доения. Современное доильное оборудование не просто заменяет доярок, но и обеспечивает более щадящее почетвертное выдаивание. Робот способен провести автоматическую обработку вымени до доения и после него. Датчики позволяют обнаруживать наличие соматических клеток в выдоенном молоке и осекать его, в случае необходимости, от потока в отдельные линии. Система собирает информацию о каждом животном, его надоях, признаках мастита в молоке. Для специалистов предприятия, ветеринарных врачей информация по каждому животному доступна в базе. Цифровые системы управления стадом основаны не только на контроле качества молока и уровня молокоотдачи, но и способны оценивать период «охоты», что критически важно для своевременного осеменения [3, 4].

Технологии из промышленного производства переходят в сельское хозяйство. В обозримом будущем новый виток автоматизации будет связан с внедрением беспилотных летательных аппаратов в качестве пастухов. Такие системы уже контролируют скот на огромных площадях пастбищ в Аргентине.

Автоматизация животноводческих предприятий должна обеспечивать повышение качества продукции и снижение нагрузки на работников. Автоматизация процессов доения, охлаждения, хранения молока позволит снизить потери молока, которое не доходит до переработки и используется на предприятиях как «нетоварное молоко» [5, 6].

Текущую ситуацию можно оценивать, как период активного внедрения автоматизированных систем. Много предприятий работают без современных роботов для доения или систем оценки качества молока. Это обосновано в первую очередь высокой стоимостью оборудования. Будущее однозначно за полностью автоматизированными животноводческими комплексами от роботов дояров до

корморазда тчиков и беспилотных пастухов. Это позволит качественно повысить продукцию, уменьшить ее себестоимость.

Список литературы

1. Ковалева Е.В. Опыт Европейского союза и России в процессах цифровизации АПК / Е.В. Ковалева, О.С. Кузьмина // Практический опыт и перспективы использования цифровых технологий в растениеводстве : Сборник докладов научно-производственной конференции, Белгород, 24 марта 2021 года. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 35–37.
2. Переносной манипулятор с почетвертным управляемым режимом доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаева, С.И. Некипелов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 4 (36). – С. 51–56.
3. Патент № 2695868 C1 Российская Федерация, МПК A01J 7/00. Переносной манипулятор для доения коров : № 2018139401 : заявл. 06.11.2018 : опубл. 29.07.2019 / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».
4. К обоснованию параметров молоколовушки манипулятора для доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаева, А.И. Тетерядченко // Техника и оборудование для села. 2020. № 1 (271). – С. 28–35.
5. К обоснованию параметров молоколовушки переносного манипулятора доения коров с почетвертным управлением режимом доения / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаева, А.И. Тетерядченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). – С. 89–109.
6. Моделирование рабочего процесса поплавковых датчиков потока молока переносного адаптивного манипулятора доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаева, Ю.А. Китаев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13, № 2 (65). – С. 55–64.

УДК 631.363

ДОСВЕЧИВАНИЕ ПРИ ПРОРАЩИВАНИИ ЗЕРНА НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ

Лукинов Д.А., Страхов В.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для восполнения дефицита витаминов в животноводстве применяют добавки в виде пророщенного зерна. В процессе проращивания в зерне повышается содержание витаминов и микроэлементов. Такой корм благоприятно влияет на обмен веществ у животных и повышает их продуктивность. Преимущества пророщенного зерна заключаются в высокой биологической ценности такого корма и возможности получения в любое время года непосредственно на предприятии. Низкое распространение данной технологии обусловлено небольшим выбором оборудования для проращивания зерна, отсутствием специалистов в данной области и необходимостью значительных начальных капитальных вложений для запуска собственного производства. Себестоимость мясной и молочной продукции при использовании кормовых добавок из пророщенного зерна может быть незначительно выше, однако качество продукции будет превосходить всех конкурентов [1, 2].

В настоящее время спрос на пророщенное зерно имеется среди компаний, производящих экологически чистую продукцию сельскохозяйственного производства, племенных ферм (например, выведение «чистых линий» в птицеводстве), конноспортивных комплексов, в питании домашних животных, пророщенное зерно востребовано и для пищевой промышленности, так набирают популярность хлебные изделия на основе пророщенного зерна.

Технология проращивания требует соблюдения оптимальных параметров микроклимата, в том числе правильное досвечивание [3, 4].

Досвечивание выступает стимулирующим фактором роста при проращивании зерна. В отличии от хранения зерна, где свет не рекомендован, в технологии проращивания досвечивание благоприятно воздействует на рост. Запускаются процессы фотосинтеза что приводит:

- образованию в ростках хлорофилла. При отсутствии света ростки остаются белыми;
- активизации выработки антиоксидантов и витаминов группы В, С, Е;
- регулировки направления роста при формировании проростков, предотвращения полегания.

При отсутствии света проростки начинают быстро расти, наблюдается удлинение стебля, что делает его более тонким и склонным к полеганию. Воздействие света в период прорастания позволяет активизировать рост боковых корешков. Важное значение имеет спектральный состав. Исследования по применению различных источников света показали существенные отличия в их эффективности. Для растильни необходимы светильники с оптимальным сочетание красного и

синего спектра. Именно эти спектры света оказывают влияние на фоторецепторные системы растений [5, 6].

Таким образом, технология получения пророщенного зерна изначально применялась для получения витаминного корма для отрасли животноводства, сейчас витаминная добавка из пророщенного зерна набирает стремительную популярность среди населения, вегетарианцев, владельцев домашних животных. Исследования по влиянию досвечивания при проращивании необходимы как для промышленного получения витаминного корма, так и для бытового использования в небольших сити-фермах.

Список литературы

1. Исследование эффективности применения кормовых смесей с использованием пророщенного зерна в рационах свиней на откорме / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, М.А. Семернина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. – С. 80–86.

2. Конвейерная установка для проращивания зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, М.А. Семернина // Сельский механизатор. 2019. № 12. – С. 26–27.

3. Патент № 2741111 C1 Российская Федерация, МПК A01C 1/00. Установка для проращивания зерна : № 2020125788 : заявл. 28.07.2020 : опубл. 22.01.2021 / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, Г.С. Походня [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

4. Влияние продолжительности освещения на скорость проращивания и химический состав зерна сои и люпина / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.С. Широков, В.Ю. Страхов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2021. Т. 68, № 1 (42). – С. 93–98.

5. К расчету конструктивных и режимных параметров конвейера для проращивания зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, Е.А. Мартынов, В.Ю. Страхов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2019. № 3 (43). – С. 84–88.

6. Малахов А.Н. Применения методов для электрофизического обеззараживания зерна и продуктов растениеводства и их актуальность / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 16 декабря 2020 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 232–234. – EDN GECJBU.

УДК 631.459

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПОЧВЕННО-ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Лукинов Д.А., Страхов В.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В условиях Белгородской области почвенная эрозия представляет серьезную угрозу для устойчивости агроландшафтов. Потери плодородного слоя от действия водной и ветровой эрозии приносят значительный ущерб сельскому хозяйству. Для противостояния разрушительному влиянию эрозии необходимо изучение механизмов этого процесса. Исследования в данной области проводятся с применением измерительных приборов, использование только визуальных наблюдений уходит в прошлое. Современное развитие науки характеризуется широким внедрением электрооборудования во все отрасли сельского хозяйства. Актуальность темы обоснована внедрением приборов, способных в реальном времени регистрировать смыв почвы и критическую скорость ветра. Специальное электрооборудование при исследовании эрозионных процессов должно выполнять три основные задачи: регистрировать физические параметры, обеспечивать создание контролируемых воздействий на почвенные образцы и фиксировать результаты [1, 2].

Для изучения водной эрозии применяю специальные электротехнические устройства с датчиками, функционирующие в установке для определения противоэрозионной стойкости почвогрунтов.

При исследованиях ветровой эрозии необходимо создание контролируемых воздушных потоков для измерения критических скоростей перемешивания почвенных частиц. Для этих целей существуют специальные устройства, имитирующие естественные воздушные потоки [3, 4].

Изучение эрозионных процессов в полевых условиях сопряжены с длительными экспериментами и наблюдениями за поверхностными стоками и смывами почвы, последующей обработкой значительного числа данных. Для облегчения данной работы применяют специальные приборы – стокографы. Современные конструкции стокографов включают датчики уровня (емкостные или ультразвуковые), что дает возможность наблюдать за показаниями в реальном времени [5-7].

В современных исследованиях почвенно-эрозионных процессов электрооборудование играет ключевою роль. Применение современных устройств позволяет автоматизировать измерения, обеспечить непрерывный мониторинг. Анализ существующих патентов и научных публикаций показал, что развитие электрооборудования в данной области идет по пути уменьшения размеров, повышения чувствительности, внедрения каналов связи для удаленного управления и считывания показаний. Перспективным направлением выступает интеграция методов машинного зрения для распознавания, в том числе с использованием беспилотных летательных аппаратов, участков с высокой эрозионной склонностью.

Долговременные наблюдения за почвами и очагами эрозии позволять выйти на более качественный уровень понимания механизмов эрозии и способов противостоять им.

Список литературы

1. Мониторинговые исследования почвенно-эрозионных процессов на пахотных землях центральной лесостепи / Е.В. Ковалева, Н.А. Лопачев, И.Ю. Вагурин [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 2 (30). – С. 152–161.

2. Производство и сортовой подбор озимой пшеницы в Белгородской области / Е.Г. Котлярова, С.В. Андреев, О.С. Кузьмина, Е.В. Ковалева // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 3 (35). – С. 162–174.

3. Ковалева Е.В. Применение камерального дешифрирования при выявлении деградационных процессов на землях сельскохозяйственного назначения при землеустройстве / Е.В. Ковалева, О.С. Кузьмина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2021. № 2. – С. 138–143.

4. Влияние земледельческого освоения на морфологические признаки почв Центральной лесостепи с помощью катенного подхода / Е.В. Ковалева, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). – С. 188–200.

5. Изучение мощности гумусового профиля почвенных катен Центральной лесостепи / Е.В. Ковалева, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин [и др.] // Аграрный научный журнал. 2021. № 7. – С. 16–20.

6. Мелиоративное обустройство агроландшафтов / Е.Г. Котлярова, А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2024. – 266 с.

7. Малахов А.Н. Биофизические аспекты применения ЭМП СВЧ для предпосевной обработки семян / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года / Председатель оргкомитета: Стребков С.В. Заместитель председателя Голованова Е.В. Члены оргкомитета: Водолазская Н.В. Ломазов В.А. Миронов А.Л. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 28–30. – EDN BPRNMY.

УДК 631.371

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Макаров М.А., Шахбазян Р.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

После проведения капитального ремонта дизельный двигатель подлежит обязательным стендовым испытаниям в соответствии с программой, определяемой типом агрегата. Программа предусматривает работу двигателя на различных частотах вращения коленчатого вала и при варьируемой нагрузке в течение регламентированных временных интервалов.

Режим холодной обкатки реализуется путем подключения двигателя к электромотору, обеспечивающему принудительное вращение коленчатого вала с заданной частотой в течение определенного времени. При горячей обкатке двигатель функционирует автономно на различных оборотах и под нагрузкой, при этом сопряженный с ним электродвигатель выступает в роли нагрузочного устройства.

Регистрация угла опережения впрыска топлива осуществляется посредством прибора, функционирующего совместно с триггером. Момент поступления сигнала о начале впрыска инициирует счет импульсов, генерируемых фотодатчиком с дискретностью два градуса поворота коленчатого вала.

Программно-аппаратный комплекс стенда обеспечивает поддержание, измерение и регистрацию следующих параметров дизельного двигателя: число оборотов коленвала двигателя при холодной обкатке двигателя; число оборотов коленвала двигателя при горячей обкатке двигателя; величину нагрузки, создаваемой электродвигателем; угол опережения впрыска топлива; измерение температуры в семи точках; измерение давления в шести точках; измерение массового расхода топлива [1, 2].

Контроль давления производится с использованием шестиканального регулятора, к входам которого подключены соответствующие датчики давления. Согласование выходных сигналов датчиков с входными цепями обеспечивается делителями напряжения.

Определение массового расхода топлива выполняется в мерной емкости, из которой топливо подается в двигатель в течение фиксированного интервала времени. Измерение проводится при максимальных оборотах и предельной нагрузке.

Программное обеспечение испытательного стенда, согласно [3, 4], включает три функциональных модуля:

- модуль управления алгоритмами испытаний, обеспечивающий создание и модификацию алгоритмов для дизельных двигателей различных типов. Каждый алгоритм может содержать три режима (холодная обкатка, горячая обкатка, измерение расхода топлива) с возможностью исключения любого из них. Каждый режим, в свою очередь, состоит из одного или нескольких этапов, для которых задаются продолжительность, частота вращения и мощность на валу;
- модуль визуализации, отображающий ход испытаний в реальном времени;
- модуль работы с архивными данными, предоставляющий доступ к результатам ранее проведенных испытаний и позволяющий формировать отчеты в виде таблиц с детализацией по всем этапам обкатки.

По завершении испытаний программный комплекс формирует итоговый отчет, содержащий полную информацию о параметрах работы двигателя.

Список литературы

1. Глан И.К. Стенд для испытания дизельных двигателей // Автоматизация и производство. 2007. № 3. – С. 15–17.
2. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.С. Новицкий. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 204 с.
3. Оборудование для автоматизации. Каталог «Овен» Официальный сайт компании «Овен» – URL: http://www.owen.ru/catalog (дата обращения: 02.02.2026.).
4. Проектирование электромеханических систем / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Н. Малахов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 194 с. – EDN JSDBHH.

УДК 001.895:620.9

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

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

В условиях нарастающего дефицита традиционных энергоресурсов и усиления экологических вызовов глобальная энергетика переживает этап принципиальной трансформации. Ключевым направлением этой трансформации выступает развитие альтернативных (возобновляемых) источников энергии (АИЭ) – технологий, позволяющих получать энергию из практически неисчерпаемых или возобновляемых природных ресурсов [1, 2].

Потребители электроэнергии в первую очередь ценят надежность и стабильность энергоснабжения. Эти факторы зачастую снижают интерес к альтернативным источникам энергии, особенно в условиях умеренно-континентального климата, где среднегодовая продолжительность солнечного сияния составляет лишь около 2300 часов, а средняя скорость ветра не превышает 5 км/ч. Тем не менее, существуют весомые аргументы в пользу развития нетрадиционной энергетики. Преимущества альтернативных источников [2-4]:

– Автономность и экономия. Бытовые альтернативные источники энергии, такие как ветрогенераторы (например, 2 кВт) и солнечные батареи с аккумуляторами, требуют минимального обслуживания и обеспечивают полную автономию. Это позволяет экономить на электроэнергии, например, для нагрева воды бойлером или освещения в вечернее время.

– Решение проблем энергоснабжения в удаленных районах. Для местностей, куда сложно или дорого доставлять электроэнергию, автономные источники, не требующие топлива, становятся настоящим спасением.

– Синергия от комбинирования. Эффективность альтернативной энергетики значительно повышается при комбинировании различных источников. Например, солнечная активность часто коррелирует с отсутствием ветра, и наоборот – пасмурная погода может сопровождаться сильными порывами ветра. Согласованное использование таких источников позволяет компенсировать недостатки одного за счет преимуществ другого.

– Долгосрочная перспектива. Важно помнить, что традиционные источники энергии, такие как нефть, не являются неисчерпаемыми и их запасы сокращаются.

На пути внедрения энергоэффективных решений, в том числе в альтернативной энергетике, возникают проблемы, связанные с энергозатратами и стоимостью. Так, производство гелиоколлекторов из меди, хоть и обеспечивает низкую теплоемкость, пока не имеет массовой и более доступной альтернативы. Подобная ситуация наблюдается и с солнечными батареями: самые распространенные кремниевые панели с КПД 10-25% уступают лабораторным образцам на

основе трехслойных фотоэлементов (индиево-галий-арсенидных), достигающим почти 45% КПД, но значительно дороже. Экстенсивное наращивание производства таких дорогих технологий может сделать их менее привлекательными по сравнению с оплатой услуг энергокомпаний, особенно учитывая, что установка ветрогенератора может быть в 2-3 раза дороже [1-3].

Для повышения эффективности солнечных батарей, снижающейся при перегреве, применяется система водяного охлаждения. Проблема затемнения отдельного модуля солнечной батареи, когда он перестает вырабатывать энергию и становится паразитной нагрузкой, решается путем подключения модулей по байпасу. Для максимальной эффективности ВЭУ могут быть оснащены системами, ориентирующими их против направления ветра.

В итоге можно сказать, что оптимизировать работу устройств альтернативной энергетики можно, внедряя автоматическую систему диспетчерского управления, что позволит оперативно снимать показатели по выработке электроэнергии каждым из источников.

Список литература

1. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 153 с.

2. Малахов А.Н. Генераторы ветроэнергетических установок / А.Н. Малахов, С.Ф. Вольвак // Материалы Международной студенческой научной конференции, Белгород, 09-10 февраля 2016 года / Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. Том 2. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – С. 180.

3. Фанин Н.С. Перспектива применения ветроэлектрических установок в условиях Белгородской области / Н.С. Фанин, А.Н. Мануйленко // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы VI Международной студенческой научной конференции. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 34–35.

4. Голиусов А.И. Энергосбережение в осветительных установках / А.И. Голиусов, В.Ю. Страхов // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной научной конференции. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 32.

5. Страхов В.Ю. Энергосбережение в Белгородской области / В.Ю. Страхов, Н.В. Нестерова // Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 31 марта – 01 апреля 2015 года. Том 2. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – С. 238.

УДК 631.363:636.086.5

ОЗОНИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Мануйленко Р.Н., Фролов Н.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Воздушная среда в помещениях для содержания животных нередко содержит целый спектр загрязнителей – от аммиака и сероводорода до пыли, аллергенов и патогенных микроорганизмов, которые представляют серьёзную опасность как для здоровья самих животных, так и для людей, контактирующих с ними. Накопление вредных веществ обусловлено естественными процессами жизнедеятельности, недостаточной вентиляцией, нерегулярной уборкой и другими факторами способными провоцировать респираторные заболевания, аллергические реакции и распространение инфекций. В связи с этим особую актуальность приобретает изучение источников загрязнения воздушной среды при содержании животных и разработка эффективных мер по минимизации связанных с ним рисков для обеспечения безопасных и здоровых условий содержания [1, 2].

Улучшить качество воздушной среды при содержании животных можно за счёт организации эффективной вентиляции (естественной, принудительной или смешанной), регулярной уборки и дезинфекции помещений, применения осушителей подстилки и ферментационных подстилок, использования воздухоочистителей с фильтрами, контроля микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха), а также использования электрофизических способов обработки воздушной среды [3].

Одним из перспективных методов обработки можно считать электроозонирование, представляющее собой электрофизический метод обработки воздушной среды с использованием озоно-воздушной смеси, которая эффективно уничтожает бактерии, вирусы, грибки и споры, разрушает органические загрязнители и устраняет неприятные запахи. После обработки помещения газообразный озон распадается на кислород в течение 10…40 минут. Стоит отметить, что при высоких концентрациях более 0,1 мг/м³ озон токсичен для животных и персонала. Поэтому во время озонирования воздушной среды животноводческих помещений следует использовать 2 режима [1-4]:

– оздоровление воздушной среды в помещении при нахождении животных (концентрации озона не превышают ПДК 0,1 мг/м^3);

– глубокая санация помещения, без животных и персонала (при концентрациях озона выше ПДК и времени экспозиции направленной на профилактику конкретной задачи).

Также наряду с озонированием будет эффективным использование электротехнологии аэроионизации. Она предполагает насыщение воздуха отрицательно и положительно заряженными ионами с помощью специальных ионизаторов. Оптимальное соотношение аэроионов в помещении улучшает усвоение кислорода, положительно влияет на иммунитет, снижает утомляемость. Отрица-

тельные аэроионы способствуют очищению среды от пыли и аллергенов: заряженные частицы оседают, что снижает их концентрацию в воздухе [2, 5].

Электротехнологии озонирование и аэроионизация представляют собой эффективные электрофизические методы улучшения качества воздушной среды при содержании животных. Озонирование позволяет оперативно уничтожать микроорганизмы, нейтрализовать запахи и разлагать органические загрязнители. Аэроионизация способствует очищению воздуха от пыли и аллергенов, улучшает усвоение кислорода и положительно влияет на здоровье и продуктивность животных.

Комплексное применение этих методов с соблюдением нормативов безопасности помогает существенно снизить микробную и газовую загрязнённость воздуха, улучшить микроклимат и создать более здоровые условия для животных и рабочего персонала.

Список литература

1. Мануйленко А.Н. Достоинства и недостатки применения электротехнологии озонирования воздуха в животноводческих помещениях / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // Актуальные вопросы энергетики. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 24–27.

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

3. Вендин С.В. Санитарная обработка животноводческих помещений озоном / С.В. Вендин, А.Н. Мануйленко // Энергосберегающие технологии в АПК: сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Ярославль : ФГБОУ ВО Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 17–21.

4. Мануйленко А.Н. Результаты экспериментальных исследований автономного модуля электрического озонатора воздуха для животноводческих помещений / А.Н. Мануйленко, Ю.Н. Ульянцев, С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). – С. 42–50.

5. Мануйленко А.Н. Озонирование животноводческих помещений / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 526–530.

УДК 631.22:628.8:614.48

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ И ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ ЗАКРЫТОГО ТИПА. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДЕЗИНФЕКЦИИ

Манышев С.А., Мануйленко А.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современное животноводство и птицеводство преимущественно базируется на содержании животных в закрытых производственных помещениях с регламентированными технологическими процессами. Это обусловливает острую необходимость поддержания нормированных параметров микроклимата и качества воздушной среды.

Ключевым фактором распространения вирусных инфекций выступает воздушная среда закрытых помещений, где животные находятся постоянно. Особенно критична ситуация в холодный сезон, когда: увеличивается время пребывания животных в помещениях; снижается интенсивность естественной вентиляции; ограничивается подвижность воздушных масс [1, 2].

Для обеспечения требуемого качества воздуха применяются средства трёх категорий [3, 4]:

– механические (вентиляция, технологическая мойка);

– химические (газация, обработка дезинфицирующими растворами);

– физические (УФ-облучение, озонирование).

При этом традиционные механические и химические методы не обеспечивают полной защиты от распространения респираторных заболеваний сельскохозяйственных животных и птицы, что актуализирует применение физических методов.

Бактерицидное УФ-облучение – проверенный способ обеззараживания помещений. Механизм действия основан на поглощении ультрафиолетового излучения молекулами ДНК микроорганизмов, что приводит к: деструктивно-модифицирующим нарушениям в структуре ДНК; ослаблению и разрыву молекулярных связей; утрате способности микробных клеток к делению и регенерации. Эффективность дезактивации зависит от: вида микроорганизмов; их размеров; длительности облучения; интенсивности УФ-потока. Процесс носит ступенчатый характер: первоначально происходит ослабление патогенов, затем – их полное уничтожение при повторном воздействии [3, 4].

Озонирование признано наиболее прогрессивным методом очистки воздушной среды благодаря: высокой эффективности (уничтожение до 95% болезнетворных микроорганизмов); простоте обслуживания; экономической целесообразности (преимущество перед УФ-дезинфекцией); универсальности применения в различных секторах АПК. Ключевые особенности метода: высокая проникающая способность озона, обеспечивающая обработку всего объёма помещения, включая труднодоступные зоны; регулируемая производительность

озонаторных установок под конкретные задачи; краткое время экспозиции – вход в помещение разрешён через 30 минут после обработки (за этот период озон распадается до предельно допустимой концентрации) [4, 5].

Преимущества озонирования перед УФ-облучением: более высокая эффективность уничтожения патогенов; способность проникать в микротрещины и скрытые полости; возможность точной настройки интенсивности обработки.

Ограничения УФ-метода: зональность воздействия (только прямая видимость); необходимость многократной обработки для полной дезактивации; потенциальный риск образования озона при использовании коротковолнового УФ-излучения.

Систематическое обеззараживание воздушной среды позволяет: обеспечить стабильную работу животноводческих предприятий; минимизировать риски вспышек инфекционных заболеваний; снизить экономические потери от падежа и снижения продуктивности животных.

Среди анализируемых методов озонирование демонстрирует наибольшую перспективность для аграрного производства. Его применение решает комплекс задач: устранение неприятных запахов; дезинфекция помещений; дезинсекция и дератизация; уничтожение спор плесени; профилактика респираторных инфекций. Однократная обработка озонатором обеспечивает комплексный эффект, что делает данный метод экономически и технологически обоснованным для внедрения в системы поддержания микроклимата животноводческих и птицеводческих комплексов.

Список литература

1. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 153 с.

2. Малахов А.Н. Установка для обработки семян СВЧ полем / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Сельский механизатор. 2019. № 12. – С. 38–39. – EDN LPNKOP.

3. Исследование эффективности применения кормовых смесей с использованием пророщенного зерна в рационах свиней на откорме / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, М.А. Семернина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3.

4. Мануйленко А.Н. Обеззараживание воздуха в производственных помещениях / А.Н. Мануйленко // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Саратов : Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 311–314.

5. Vendin S. Results of research on development of electric air ozonizer for livestock rooms / S. Vendin, A. Manuylenko, V. Strakhov // VI International Conference on Actual Problems of the Energy Complex and Environmental Protection (APEC-VI-2023), Karshi, 14-16 июня 2023 года. Vol. 411. – Les Ulis: EDP SCIENCES S A, 2023. – P. 02018. – DOI 10.1051/e3sconf/202341102018.

УДК 681.5:621.18

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОМ ДЛЯ СЖИГАНИЯ ЛУЗГИ КЛЕЩЕВИНЫ

Маслов С.С.
Научный руководитель Вольвак С.Ф.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В последнее время все большую актуальность, наряду с достижением необходимого уровня продовольственной безопасности и обеспечением рациональных норм питания населения, приобретает проблема энергетической безопасности. Для аграрного сектора экономики эта проблема может проявляться в высокой стоимости и дефиците нефтепродуктов, используемых для обеспечения функционирования мобильной энергетики.

Одним из решений проблемы энергетической безопасности является замена нефтепродуктов, которые используются для мобильной энергетики, в том числе и в АПК, топливо-смазочными материалами, произведёнными из растительного сырья. Для производства разных масел, в том числе моторных, а также смазок, как основной компонент используют касторовое масло.

Клещевина это одна из сельскохозяйственных культур, эффективное производство и переработка которой может решить проблему дефицита нефтепродуктов, используемых для мобильной энергетики АПК путём их замены топливо-смазочными материалами растительного происхождения.

Но необходима разработка надёжного и эффективного способа детоксикации клещевинного жмыха, что позволит обогатить рацион сельскохозяйственных животных белковой кормовой добавкой, включить отходы переработки семян клещевины на касторовое масло в хозяйственный оборот и снизить их вредное влияние на окружающую среду. Кроме этого, в настоящее время с учётом существующей экономической ситуации имеется целесообразность в использовании продуктов переработки семян клещевины, в частности отделяемой лузги, в качестве топлива [1] для производства, например, технологического пара.

Таким образом, актуальным вопросом является разработка электрической схемы [2] и совершенствование системы управления котлом для сжигания лузги клещевины.

Список литературы

1. Стручаев Н.И., Чебанов А.Б., Адамова С.В., Чебанова Ю.В., Стручаев К.Н. Энергетические аспекты комплексной технологии переработки семян клещевины в касторовое масло // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 4 (34). – С. 115–124. – URL: https//:doi.org/10.24888/2541-7835-2024-34-4-115-124.

2. Щербатюк М.В., Вендин С.В., Вольвак С.Ф. Электротехника и электроника : Учебно-методическое пособие. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – 102 с. EDN SRRQHZ.

УДК 631.371

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРУШЕНИЯ СВОДОВ В СИЛОСАХ

Попов С.О., Шахбазян Р.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Хранение и транспортировка сыпучих грузов (а это порядка 60% всего сельскохозяйственного сырья) невозможны без бункеров. Их конструкция проста и надежна, они легко встраиваются в любую технологическую линию.

Наряду с очевидными достоинствами (возможность сочетания с любыми механизмами непрерывного или периодического действия, возможность аккумулирования сыпучего материала в том или ином объеме, простота конструкции и обслуживания, большая пропускная способность, надежность) бункерам свойственен серьезный недостаток – перебои при выгрузке сыпучих материалов, приводящий к резкому снижению производительности сельскохозяйственных машин и оборудования, дополнительным затратам рабочего времени и энергии на восстановление сыпучести.

Причиной перебоев являются образующиеся у выпускного отверстия устойчивые своды, приводящие к зависанию и частичному или полному прекращению истечения материала из бункера. Такое зависание материала у выхода резко снижает производительность линий и требует дополнительных усилий, времени и энергии для возобновления выгрузки. Для ликвидации образований сводов в бункерах традиционно применяются различные активаторы и обрушители. Наибольшее распространение получили электромеханические вибраторы и виброударные устройства. Однако им присущи серьезные недостатки. Основными из них являются то, что длительное вибрационное воздействие сокращает ресурс бункерного оборудования, а также то, что сами конструкции отличаются высокой материалоемкостью.

В этой связи разработка новых, более эффективных методов разрушения сводов является актуальной научно-технической задачей для агропромышленного комплекса.

Перспективным направлением здесь выступает создание импульсного электропривода, который воздействует на стенку бункера точечно, отличается низким энергопотреблением, высокими удельными характеристиками и, что важно, не контактирует с продуктом, исключая его порчу. В развитие этого направления в работе [1] была предложена конструкция линейного электромагнитного двигателя (ЛЭМД) с улучшенными массогабаритными параметрами, а также разработаны специализированные преобразователи для его питания, обеспечивающие оптимальные режимы работы сводообрушителя.

Список литературы

1. Волгин А.В. Интенсификация разгрузки бункерных устройств за счет сводообрушения импульсными электромагнитными системами: автореф. к.т.н. – Саратов : 2005. – 21 с.

УДК 621.38

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Приходько А.В., Седогин М.А., Белоусов А.В.
БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

Ежегодное увеличение спроса на продукты, производимые животноводческой промышленностью, актуализировало вопросы снижения себестоимости производства [1]. Одним из аспектов, оказывающим непосредственное влияние на продуктивность животных является освещение помещений. Недостаточный уровень освещенности негативно влияет на качественные показатели животных. Например, организм коровы выделяет меньше белка, что приводит к замедлению роста особей и снижению надоев [2].

Наиболее чувствительными к свету являются птицы. Они хорошо ориентируются только при достаточном уровне освещения. Низкий уровень света приводит к тому, что молодым особям тяжело находить места кормления. Также в таких условиях у кур происходит естественное повышение мелатонина, что делает их менее активными и снижает продуктивность. Повышенный уровень освещенности способствует повышению подвижности птицы, что приводит к снижению приростов живой массы и положительно влияет на общее физиологическое развитие организма [3].

Не менее важными факторами для животноводческих помещений является спектральный состав света и соблюдение суточного режима освещения. Волны синего спектра света (450-495 нм) влияют на подавление выработки гормонов сна, что повышает активность животных и стимулирует потребление корма, напрямую отражаясь на увеличении надоев. Красный свет (620-750 нм) оказывает успокаивающее действие, снижая уровень гормонов стресса в крови, что способствует укреплению здоровья животных. Для птицеводства актуально использование зеленого спектра (495-570 нм) на ранних этапах выращивания для ускорения роста молодых особей, тогда как последующее переключение на синий свет способствует снижению гиперактивности и предотвращает расклев [4]. Таким образом, правильный подбор спектральных характеристик является эффективным инструментом управления физиологическим состоянием и продуктивностью сельскохозяйственных животных.

Светодиодные светильники с современными интеллектуальными системами способны обеспечить все требуемые для животных условий. В отличие от традиционных источников света, таких как лампы накаливания или люминесцентные лампы, светодиодные светильники позволяют гибко регулировать каждый из перечисленных ранее параметров. Драйверы с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) обеспечивают плавное изменение уровня освещенности, что исключает резкие перепады яркости, вызывающие стресс у животных, а также позволяет имитировать естественный переход от дня к ночи. Использование светодиодов с различными длинами волн в одном светильнике дает возможность

оперативно изменять спектральный состав света, включая синий спектр в дневное время для стимуляции активности и надоев, переходить на красный в ночной период для снижения стресса, а для птицеводства применять зеленый свет на ранних этапах роста [5]. Интеллектуальные системы управления на базе микроконтроллеров и датчиков освещенности позволяют полностью автоматизировать поддержание суточного режима освещения, синхронизируя работу света с биологическими циклами животных без участия человека.

Разработка и применение интеллектуальных систем светодиодного освещения является перспективным решением для использования в животноводческих помещениях. Высокая энергоэффективность способствует снижению затрат на производство, а возможность тонкой настройки параметров светодиодного освещения способствует увеличению производительности животных.

Список литературы

1. Гонова О.В. Методические подходы к поиску резервов снижения себестоимости в отраслях сельскохозяйственного производства / О.В. Гонова, В.А. Лукина, А.А. Малыгин // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 3 (28). – С. 118–122. – DOI 10.35523/2307-5872-2019-28-3-118-122. – EDN WEMRVY.

2. Бакиров С.М. Обоснование параметров системы искусственного светодиодного освещения животноводческих помещений / С.М. Бакиров, Т.А. Широбокова // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 6. – С. 61–66. – DOI 10.26897/2687-1149-2023-6-61-66. – EDN QQQIHT.

3. Влияние режима освещения на яичную продуктивность кур-несушек / О.О. Головкина, Г.А. Симонов, В.С. Зотеев [и др.] // Эффективное животноводство. 2018. № 3 (142). – С. 23–25. – EDN XORVDF.

4. Олин Н.Л. Проблемы нормирования и спектральный состав оптического излучения в животноводстве / Н.Л. Олин, А.М. Ниязов, Е.Н. Ефремова // Научная жизнь. 2016. № 1. – С. 13–22. – EDN VUCGNH.

5. Светильник со стабилизацией температурного режима источника света / В.Ю. Страхов, А.П. Ковтун, Д.А. Лукинов, А.Н. Малахов // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 4(68). – С. 110–115. – DOI 10.35694/YARCX.2024.68.4.016.

УДК 621.384:631.227:614.71

АЭРОИОНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРООЗОНИРОВАНИЕ КАК МЕТОДЫ САНАЦИИ ВОЗДУХА И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПТИЦЫ

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

Продуктивность сельскохозяйственной птицы и её общее состояние здоровья находятся в прямой зависимости от условий содержания, среди которых ключевую роль играет качество воздушной среды в помещениях для выращивания. В условиях интенсивного птицеводства, когда большое количество особей содержится на ограниченной площади, параметры микроклимата нередко выходят за пределы оптимальных значений – это создаёт предпосылки для снижения продуктивности и роста заболеваемости [1, 2].

Негативное воздействие загрязнённого воздуха на птицу проявляется комплексно: снижение продуктивности; ослабление иммунитета; респираторные патологии; стресс.

В связи с этим особую актуальность приобретают методы санации воздуха – целенаправленного улучшения его качества с целью создания благоприятной среды для птицы. Среди перспективных технологий выделяются [2]:

– аэроионизация;

– электроозонирование.

Аэроионизация – процесс образования в воздухе электрически заряженных частиц (аэроионов) в результате расщепления молекул или атомов газов земной атмосферы под воздействием различных ионизирующих факторов.

Основными положительными факторами аэроионизации можно считать: осаждение пыли и аэрозолей; подавление микрофлоры за счёт изменения электропотенциала бактериальных клеток; улучшение газообмена в лёгких птицы и стимуляции метаболических процессов.

Также отметим, что при клеточном содержании птицы не способна самостоятельно вырабатывать аэроионы – они образуются только в результате внешних воздействий (движении). В таких условиях организм птицы вынужден компенсировать недостаток отрицательных аэроионов за счёт внутренней энергии, что снижает его продуктивность и жизнеспособность.

Электроозонирование – технологический процесс получения газообразного озона (O_3), путём воздействия электрического разряда на газовую среду (обычно воздух или кислород), с последующим применением озоновоздушной смеси для решения различных задач: обеззараживания, очистки, стимуляции биологических процессов и т. д. Озон обладает мощным антимикробным действием, разрушая клеточные мембраны бактерий, вирусов и грибков, при этом в контролируемых концентрациях безопасен для птицы.

Концентрация озона при содержании птицы должна строго контролироваться, так как озон – токсичное вещество, опасное при высоких дозах, но при правильно подобранных параметрах он эффективно обеззараживает воздух,

снижает уровень вредных газов и улучшает микроклимат в птичниках. Концентрация озона не должна превышать предельно допустимых концентраций ПДК (обычно до 0,1 мг/м³ в присутствии птицы). Для более глубокой санации производственных помещений, к примеру перед посадкой птицы, можно использовать концентрации до 30 мг/м^3 [3-5].

Применение электротехнологий аэроионизации и электроозонирования для санации воздуха в помещениях интенсивного птицеводства является эффективным и экономически оправданным решением. Обе технологии дополняют друг друга, позволяя комплексно улучшить микроклимат и положительно повлиять на продуктивность и здоровье птицы.

Список литература

1. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 153 с.

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

3. Мануйленко А.Н. Результаты исследований по определению параметров электроозонатора для оздоровления воздушной среды в животноводческих помещениях / А.Н. Мануйленко, В.Ю. Страхов, С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2023. № 2 (38). – С. 17–24.

4. Vendin S. Results of research on development of electric air ozonizer for livestock rooms / S. Vendin, A. Manuylenko, V. Strakhov // VI International Conference on Actual Problems of the Energy Complex and Environmental Protection (APEC-VI-2023), Karshi, 14–16 июня 2023 года. Vol. 411. – Les Ulis: EDP SCIENCES S A, 2023. – P. 02018. – DOI 10.1051/e3sconf/202341102018.

5. Малахов А.Н. Актуальность применения электрофизических методов для обеззараживания зерна и продуктов растениеводства / А.Н. Малахов // 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. 39–40. – EDN LUXXYS.

УДК 636.23

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Пустоселов И.Ю., Страхов В.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Население необходимо обеспечивать качественными молочными продуктами, для этого нужно не только строительство новых животноводческих комплексов, но и реконструкция существующих предприятий. Основу модернизации занимает оборудование. В современном состоянии отрасль молочного животноводства переживает трансформацию, основа которой лежит в переходе от ручного доения к использованию автоматизированного доильного оборудования. Несколько десятилетий назад процесс доения был преимущественно ручным, что связано с высокой физической нагрузкой. Современные доильные установки позволяют не просто выполнять доение, но и провести автоматическую обработку вымени до начала процесса и после него. Датчики в молокопроводе способны обнаруживать наличие соматических клеток в выдоенном молоке и осекать его, в случае необходимости, от потока в отдельные линии. Система собирает информацию о каждом животном, его надоях, признаках мастита в молоке [1, 2].

Внедрение автоматизированных доильных систем можно обосновать дефицитом квалифицированных кадров, желанием повысить качество продукции и снизить себестоимость.

Развитие доильного оборудования сопряжено с повышением точности и индивидуальном подходе к каждому животному.

Автоматизацию доильного оборудования стоит рассматривать как не простою замену устаревших доильных аппаратов на более современные. Изменения в животноводстве обоснованы не только необходимостью облегчить труд персонала, но и вывести продукции на новый качественный уровень, обеспечить постоянный контроль за здоровьем животного [3, 4].

Перспективы внедрения современных систем в животноводство будут связаны с селекционными программами, распознаванием заболеваний животных, адаптацией оборудования к конкретным животным.

Трудности с поставкой зарубежного оборудования подталкиваю отечественных производителей к собственным разработкам. Производство технических средств в отрасли молочного животноводства востребовано на рынке [5, 6].

Таким образом, автоматизация доения заключается не в простой замене тяжелого ручного труда доярки, а в создании системы управления молочным скотоводством. Система предполагает индивидуальный подход к каждому животному в поголовье как в процессе доения, так и в процессе оценки его здоровья, репродуктивных функций, качества молока.

Список литературы

1. Переносной манипулятор с почетвертным управляемым режимом доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаева, С.И. Некипелов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 4 (36). – С. 51–56.

2. Патент № 2695868 C1 Российская Федерация, МПК A01J 7/00. Переносной манипулятор для доения коров : № 2018139401 : заявл. 06.11.2018 : опубл. 29.07.2019 / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

3. К обоснованию параметров молоколовушки манипулятора для доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаева, А.И. Тетерядченко // Техника и оборудование для села. 2020. № 1 (271). – С. 28–35.

4. К обоснованию параметров молоколовушки переносного манипулятора доения коров с почетвертным управлением режимом доения / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаева, А.И. Тетерядченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). – С. 89–109.

5. Моделирование рабочего процесса поплавковых датчиков потока молока переносного адаптивного манипулятора доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаева, Ю.А. Китаев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13, № 2 (65). – С. 55–64.

6. Экспериментальные исследования устойчивости против опрокидывания мобильного агрегата для доения коров / С.И. Некипелов, В.Ф. Ужик, О.В. Китаева [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (77). – С. 153–157.

УДК 633.34:631.53.027:621.3.01

АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОИ

Пушкарева Т.Э.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур, включая сою, является одной из ключевых задач агропромышленного комплекса. Её решение во многом определяется качеством посевного материала. Однако в процессе хранения семена утрачивают свою жизнеспособность, поражаются болезнями и вредителями. Традиционные химические методы протравливания, обладая высокой эффективностью, создают экологические риски и могут оказывать угнетающее действие на сами семена [1]. В этой связи всё более актуальным становится поиск альтернативных, экологически безопасных способов предпосевной обработки, основанных на использовании электрофизических факторов, которые позволяют стимулировать ростовые процессы и подавлять патогенную микрофлору [4].

Анализ научно-технической литературы демонстрирует широкий спектр применяемых электрофизических факторов. К ним относятся электромагнитные поля различных частотных диапазонов (от промышленной до сверхвысокой), постоянные и переменные магнитные поля, инфракрасное (ИК) и лазерное излучение, а также поля коронного разряда [3, 7]. Исследования подтверждают высокую эффективность комбинированного воздействия магнитным полем и ИК-излучением, позволяющего повысить посевные качества риса, пшеницы, кукурузы и овощных культур. Доказана перспективность применения импульсного электрического поля (ИЭП) для стимуляции семян сои, что способствует увеличению их энергии прорастания и всхожести на 20-23% [2]. Для решения задач, связанных с инактивацией антипитательных веществ в кормовом зерне сои, предложена система комбинированного нагрева (ИК в сочетании с контактным нагревом), обеспечивающая равномерный прогрев зерна.

Значительное разнообразие существующих методов и технических средств делает актуальной задачу их систематизации. Наиболее полной и физически обоснованной представляется классификация, в основе которой лежат частота электромагнитных колебаний (f) и энергия кванта (Sф). Данный подход позволяет объединить все факторы – от постоянных магнитных полей (0...10 Гц) до излучений оптического диапазона (10^{12}...10^{15} Гц) – в единую систему, исходя из их физической природы. Анализ такой классификации показывает, что, несмотря на условное равенство биологического эффекта (повышение урожайности на 5-15%), техническая реализация различных способов кардинально отличается по сложности конструкций, энергоемкости, безопасности и эксплуатационным затратам [5, 6].

Таким образом, для создания эффективной, экономичной и экологичной установки предпосевной обработки семян сои необходим тщательный анализ

существующих решений. Это позволит выбрать наиболее рациональные электрофизические факторы и обосновать конструктивные параметры устройства, адаптированного для работы в составе поточных технологических линий, что и является целью дальнейших исследований.

Список литературы

1. Вендин С.В. Результаты экспериментальных исследований по предпосевной обработке семян пшеницы электромагнитным полем СВЧ // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 1 (16). – С. 73–77.

2. Корепанов Д.А., Романов В.Ю., Васенев Е.А., Нигматуллин С.И. Установка для повышения посевных качеств семян длинноволновым ультрафиолетовым облучением // Вестник Поволжского государственного технологического университета. 2014. № 1. – С. 62–67.

3. Стерхова Т.Н., Савушкин А.В., Сиротин А.А., Корнаухов П.Д. Электрический способ обеззараживания семян сельскохозяйственных культур // Инженерный вестник Дона. 2013. № 1. – С. 96.

4. Страхов В.Ю., Мануйленко А.Н., Лукинов Д.А., Сухоруков И.Ю. Исследования по влиянию режимов УФ-обработки на всхожесть семян сои // Научное обозрение. Технические науки. 2024. № 1. – С. 44–50.

5. Савельев В.А., Курочкина О.А. Использование ультрафиолетовых лучей для повышения урожайности яровой пшеницы // Вестник Курганской ГСХА. 2006. № 4. – С. 23–26.

6. Страхов В.Ю. Предпосевная УФ-обработка семян сои: проращивание на витаминный корм / В.Ю. Страхов, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 6. – С. 46–52. – DOI 10.26897/2687-1149-2023-6-46-52.

7. Results of experimental studies on using MWF electromagnetic field energy for pre-sowing treatment of grain crops / S.V. Vendin, Y.V. Saenko, O.V. Kitaeva [et al.] // International Journal of Advanced Science and Technology. 2020. Vol. 29, No. 3. – P. 3747–3763. – EDN MXPZHU.

УДК 631.53.027:621.3.01

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Пушкарева Т.Э.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Эффективность предпосевной обработки семян электрофизическими факторами определяется не только режимами воздействия, но и конструктивными особенностями реализующих их установок. Многообразие существующих технических средств, различающихся принципом действия, производительностью и степенью автоматизации, требует системного подхода при выборе прототипа для разработки нового оборудования [3, 4].

Анализ научно-технической и патентной литературы позволяет выделить несколько основных типов установок, классифицированных по способу воздействия и транспортирования семян. Первый тип реализует принцип «в потоке» с использованием силы тяжести или механического перемещения. К нему относятся установки с наклонными вибролотками, где семена, перемещаясь под действием вибрации, последовательно обрабатываются магнитным полем от статических магнитов или электромагнитов [2]. Другой распространенный вариант – установки конвейерного (транспортерного) типа. В них семена, движущиеся на ленте, проходят через зоны воздействия различных факторов: поле отрицательного коронного разряда, инфракрасное (ИК) облучение или комбинированное поле (магнитное + ИК). Регулировка времени экспозиции в таких установках осуществляется изменением скорости движения ленты. Второй тип составляют установки циклического действия с фиксированной рабочей камерой. Примером могут служить устройства для СВЧ-обработки, где семена находятся в замкнутом резонаторе, подвергаясь воздействию электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Третий тип – специализированные установки для обработки семян в водной среде, например, с использованием ультразвуковых ванн для скарификации [5, 6].

Сравнительный анализ показывает, что установки конвейерного типа наиболее приспособлены для интеграции в поточные линии зернопереработки, обеспечивая высокую производительность. Их основным недостатком является сложность обеспечения равномерности воздействия на все семена. Установки с фиксированной камерой обеспечивают высокую равномерность обработки, но являются менее производительными и требуют автоматизации циклических процессов загрузки-выгрузки [1]. Современные тенденции в разработке оборудования направлены на создание комбинированных установок, совмещающих несколько видов воздействия, а также на внедрение систем автоматического контроля и управления процессом обработки.

Таким образом, анализ существующих технических решений показывает, что наиболее перспективной для разработки является установка конвейерного типа с возможностью комбинированного воздействия (например, ИК-излучения

и импульсного электрического поля), оснащенная автоматизированной системой управления режимами обработки, что позволит адаптировать её под конкретные задачи повышения посевных качеств семян сои.

Список литературы

1. Алтухов И.В., Федотов В.А. Влияние импульсного ИК-излучения на семена пшеницы // Вестник ИрГСХА. 2012. № 50. – С. 123–129.

2. Одилбеков К., Акназаров О.А. Влияние предпосевной обработки семян УФ-лучами разной длины волны на ростовые процессы, уровень гормонов и продуктивность растений // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2007. Т. 50. № 2. – С. 165–170.

3. Страхов В.Ю., Мануйленко А.Н., Лукинов Д.А., Сухоруков И.Ю. Исследования по влиянию режимов УФ-обработки на всхожесть семян сои // Научное обозрение. Технические науки. 2024. № 1. – С. 44–50.

4. Малахов А.Н. Биофизические аспекты применения ЭМП СВЧ для предпосевной обработки семян / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года / Председатель оргкомитета: Стребков С.В. Заместитель председателя Голованова Е.В. Члены оргкомитета: Водолазская Н.В. Ломазов В.А. Миронов А.Л. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 28–30. – EDN BPRNMY.

5. Тертышная Ю.В., Елизарова О.В. Воздействие ультрафиолетового излучения на всхожесть и ростовые процессы семян пшеницы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. № 2. – С. 31–36.

6. Патент на полезную модель № 206252 U1 Российская Федерация, МПК A01C 1/00. Устройство для ультрафиолетовой обработки семян : № 2021116372 : заявл. 04.06.2021 : опубл. 02.09.2021 / С.В. Вендин, В.Ю. Страхов, С.В. Килин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

УДК 62-831:631.362.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Сашурин Д.И.
Научный руководитель Вольвак С.Ф.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Задержка с очисткой влажного и сырого зерна может привести к его самосогревания и ухудшения качества уже через 10-12 ч хранения в насыпи [1]. Очистка может быть предварительной, первичной и вторичной в зависимости от чистоты, влажности и назначения зерновой массы. Предварительную применяют в случае значительного (более 15%) засорения, повышенной влажности зерна, а также перед сушкой в шахтных зерносушилках. Первичной очистке подлежит всё свежесобранное зерно. На этой операции выделяют основную фракцию зерна, отделяют крупные и мелкие примеси [1].

Вторичную очистку выполняют в режиме сортировки, её применяют для семян и продовольственного зерна с целью доведения до норм чистоты, установленных для каждой культуры. С помощью сортировки отбирают фракции с лучшими продовольственными качествами и посевными свойствами. Даже в условиях заготовки мелких семян из него путём сортировки отбирали фракции пшеницы и ячменя с высокой всхожестью и силой роста и массой 1000 семян более 40 г [1].

Для очистки-сортировки применяют различные воздушно-решётные зерносепараторы, аспираторы. Для отбора тяжело отделяемые примесей применяют триеры, пневмосортировальные столы, горки [1].

Финансовая-хозяйственная деятельность предприятий по первичной обработке зерна направлена в большинстве на постоянное обеспечение его семенами, оборудованием, топливом и прочее. При этом практически все зерноочистительные машины имеют электропривод, поэтому работа предприятий также нуждается в значительных затратах электроэнергии, стоимость которой увеличилась, а это в значительной мере влияет на себестоимость продукции. Поэтому, в условиях большой стоимости энергоносителей, возникла задача реконструкции и модернизации пункта взвешивания и упаковки готовой продукции (продовольственного зерна) с заменой устаревшего электрооборудования и обеспечением соответствия мощности электроприводов технологическому процессу с целью уменьшения потребления электроэнергии и увеличения объёма выпускаемой продукции.

Список литературы

1. Хранение зерна. URL: https://the-farmer.ru/hranenie-zerna.
2. Щербатюк М.В., Вендин С.В., Вольвак С.Ф. Электротехника и электроника : Учебно-методическое пособие. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – 102 с. EDN SRRQHZ.

УДК 621.38

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ОСВЕЩЕННОСТИ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Седогин М.А., Приходько А.В., Белоусов А.В.
БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

В настоящее время светильники на основе светодиодных матриц используются для освещения различных типов помещений, в том числе сельскохозяйственных [1]. При этом важной характеристикой данных светильников является возможность регулирования уровня их освещенности за счет изменения силы света светодиодов. В частности, обеспечение требуемого уровня освещенности в теплицах позволяет оказывать положительное влияние на рост растений [2]. Целью данной работы является сравнение различных способов регулирования уровня освещенности светодиодных светильников, применяемых в сельском хозяйстве.

Наиболее распространенным способом регулирования мощности в электронных устройствах, в том числе и светодиодных матрицах, является широтно-импульсное (ШИМ) регулирование. При данном способе мощность и, соответственно, уровень освещенности изменяется в зависимости от длительности импульсов, создаваемых системой управления. Для сглаживания выходного сигнала применяются LC-фильтры, состоящие из электролитического конденсатора и дросселя [3, 4]. При этом электролитический конденсатор имеет ограниченный ресурс (до 20000 часов) [5]. Следовательно, при ШИМ-регулировании светодиодных матриц срок службы светильника ограничивается сроком службы конденсатора. В теплицах применяется большое количество светодиодных светильников, уровень освещенности которых регулируется одним ШИМ-контроллером. При его выходе из строя произойдет отключение всех подключенных к нему светильников, что приведет к недостаточной освещенности растений и снижению скорости их роста.

Другим способом регулирования уровня освещенности светодиодных светильников является применение управляемого DC-DC преобразователя. Входной переменный ток поступает на мостовой выпрямитель, полученный постоянный ток поступает на вход преобразователя. Значение тока изменяется до величины, соответствующей уровню, при котором достигается требуемая сила света светодиодной матрицы. При этом необходимость применения LC-фильтра определяется мощностью DC-DC преобразователя. В случае, если применяется преобразователь малой мощности (для регулирования уровня освещенности маломощного светильника), для корректной работы устройства необходимо применение фильтра для гашения возникающих электромагнитных помех [6]. При регулировании силы света с помощью мощных преобразователей (для светодиодных матриц мощностью более 500 Вт) наличие LC-фильтра не требуется. Из этого следует, что DC-DC преобразователь эффективно применять в теплицах

больших площадей, где суммарная мощность светильников будет значительно больше, чем в малых теплицах.

Из приведенного сравнения следует, что использование DC-DC преобразователя в качестве способа регулирования уровня освещенности светодиодных матриц большой мощности позволяет исключить зависимость срока службы светильника от срока службы электролитического конденсатора, входящего в состав LC-фильтра. Однако для данного способа регулирования необходимо использование мостового выпрямителя, в то время как при ШИМ-регулировании он не требуется. Следовательно, выбор конкретного способа регулирования уровня освещенности светодиодных светильников зависит от требований, предъявляемых к системе освещения.

Список литературы

1. Светильник со стабилизацией температурного режима источника света / В.Ю. Страхов, А.П. Ковтун, Д.А. Лукинов, А.Н. Малахов // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 4 (68). – С. 110–115. – DOI 10.35694/YARCX.2024.68.4.016.

2. Закурин А.О. Светокультура растениеводства защищенного грунта: фотосинтез, фотоморфогенез и перспективы применения светодиодов / А.О. Закурин, А.В. Щенникова, А.М. Камионская // Физиология растений. 2020. Т. 67, № 3. – С. 246–258.

3. Барегамян Г. Выбор параметров LC-фильтра инвертора с широтно-импульсной модуляцией и синусоидальным выходным напряжением / Г. Барегамян, В. Маргарян // Силовая электроника. 2011. Т. 1, № 29. – С. 50–56. – EDN NCSVPZ.

4. Эксплуатация электрооборудования / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 244 с. – EDN FOGRVE.

5. Попов А. Вопросы надежности и срока службы алюминиевых электролитических конденсаторов / А. Попов, С. Попов // Компоненты и технологии. 2015. № 2 (163). – С. 10–14. – EDN TFTNBH.

6. Ли П. Фильтры электромагнитных помех для маломощных DC/DC-преобразователей / П. Ли, В. Рентюк // Компоненты и технологии. 2019. № 2 (211). – С. 98–101. – EDN ZBZNUD.

УДК 681.5:631.365.2

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ЗЕРНА

Семашко В.Е.
Научный руководитель Вольвак С.Ф.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

С наступлением осеннего дождливого времени зерно заготавливают во влажном или сыром состоянии. Но и при нормальных погодных условиях влажность у свежеубранного 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 осуществление которой 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].

В связи с этим совершенствование технологической схемы сушки и очистки зерна на зерносушильном комплексе, проектирование внутрицеховой силовой распределительной сети [5] и разработка системы управления очистительным отделением является актуальной задачей.

Список литературы

1. Выбор условий сушки зерновых культур. URL: https://euroasia-science.ru/selskoxozyajstvennye-nauki/выбор-условий-сушки-зерновых-культур/.

2. Баум А.Е. Сушка зерна. – М. : Колос, 1983. – 223 с.

3. О послеуборочной обработке зерна. URL: https://belagromech.by/news/o-posleuborochnoj-obrabotke-zerna/.

4. Боровец И.Е., Вольвак С.Ф. Совершенствование системы автоматического управления процессом сушки зерна // Горинские чтения : Материалы Международной студенческой научной конференции. 29-30 марта 2022 года. Том 4. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – С. 129. EDN VUDIGJ.

5. Щербатюк М.В., Вендин С.В., Вольвак С.Ф. Электротехника и электроника : Учебно-методическое пособие. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – 102 с. EDN SRRQHZ.

УДК 636.083

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ И КОРМЛЕНИЯ В СВИНОКОМПЛЕКСАХ

Синягин К.А., Страхов В.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Внедрение современных технологий в системах освещения и кормления представляет собой один из ключевых факторов повышения экономической эффективности свиноводческих предприятий. Грамотно организованные процессы напрямую влияют на продуктивность животных, снижение себестоимости продукции и улучшение условий их содержания. Особую важность приобретает оптимизация режимов освещения, поскольку световой фактор оказывает существенное влияние на физиологическое состояние свиней. Доказано, что правильная организация освещения способна повысить продуктивность поголовья на 4-20%, а также улучшить репродуктивные показатели: многоплодие увеличивается на 0,5-1,0 поросёнка на опорос, а сохранность молодняка – на 3-5%. При этом современные энергосберегающие решения позволяют сократить затраты на электроэнергию до 15-25% за счёт автоматизации и рационального распределения светового потока.

Комплексный подход к модернизации включает внедрение автоматизированных систем кормления, оптимизацию режимов освещённости для разных возрастных и физиологических групп животных, использование энергоэффективного оборудования, совершенствование конструкции кормушек и систем водообеспечения. Такой подход создаёт замкнутый цикл эффективного производства, где сбалансированное кормление в сочетании с оптимальным световым режимом способствует максимальному раскрытию генетического потенциала свиней [1].

Экономическая эффективность модернизации подтверждается следующими показателями: снижение конверсии корма на 8-10%, сокращение сроков откорма на 7-14 дней, уменьшение трудозатрат на 30-40% за счёт автоматизации процессов раздачи корма, снижение себестоимости продукции на 5-12%, окупаемость инвестиций в течение 2-3 лет.

Большое значение в реализации потенциала энергосбережения имеет внедрение автоматизированных систем управления освещением. Современные решения включают фотореле и реле времени для автоматического регулирования длительности светового дня, датчики освещённости, отключающие искусственное освещение при достаточном естественном свете, программируемые контроллеры, имитирующие рассвет и закат (что снижает стресс у животных), а также системы плавного включения/выключения света.

Применение светодиодных и люминесцентных энергосберегающих ламп с рефлекторами позволяет достичь КПД использования электроэнергии до 80%, при этом обеспечивается необходимая интенсивность освещения для каждой группы животных: для хряков-производителей и свиноматок 75-100 лк при

16-часовом световом дне, для поросят-отъёмышей 50-70 лк при 14-16 часовом световом дне, для откормочного поголовья 25-30 лк при 10-часовом световом дне. Перспективным направлением является интеграция систем освещения с датчиками движения и присутствия, что позволяет дополнительно экономить электроэнергию в периоды низкой активности животных [2].

Не менее важным аспектом является модернизация системы кормления. Внедрение автоматизированных кормопроводов (спиральных, цепочно-шайбовых или пневматических) в сочетании с электронными дозаторами обеспечивает точное нормирование порций в соответствии с физиологическим состоянием животных, минимизацию потерь корма за счёт продуманной конструкции кормушек, равномерное распределение корма среди всех особей без доминирования сильных животных [3].

Дальнейшее развитие направления связано с внедрением интеллектуальных систем управления, способных прогнозировать потребности животных в корме и освещении на основе анализа данных, оперативно адаптировать режимы кормления и освещённости под текущие условия, вести учёт расхода ресурсов и продуктивности в режиме реального времени, формировать отчёты и рекомендации для персонала. Такая комплексная модернизация не только повышает экономическую эффективность свинокомплексов за счёт снижения затрат и роста продуктивности, но и улучшает экологическую составляющую производства: сокращается потребление энергии, минимизируются отходы, оптимизируется использование биологических ресурсов. Это открывает новые возможности для устойчивого развития свиноводства и повышения его конкурентоспособности на рынке.

Список литературы

1. Голиусов А.И. Энергосбережение в осветительных установках / А.И. Голиусов, В.Ю. Страхов // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14-15 марта 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 32.

2. Взаимодействие с умной техникой / Ю.В. Саенко, Е.А. Мартынов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 175 с.

3. 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.

4. Кураков И.А. Автоматизация работы систем освещения / И.А. Кураков, В.Ю. Страхов // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14-15 марта 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 70. – EDN BDITNS.

УДК 631.171

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ РАСХОДОМЕР ДЛЯ НУЖД АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Скляр Д.И., Ульянцев Ю.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Расходомеры жидкостей применяются в оросительных системах и автопоилках для измерения расхода воды и водных растворов, в поточных установках приема молока. Применяемые расходомеры должны обеспечивать высокую точность измерения в широком диапазоне измеряемых расходов, в том числе и при низких скоростях потока жидкости; отсутствие влияния вязкости жидкости; сохранение давления в магистрали; возможность измерения быстроменяющихся потоков; возможность измерения ламинарных и турбулентных потоков [1]. Отличительной особенностью расходомеров для жидких веществ – это возможность соблюдения жестких санитарно-гигиенических нормативов. Конструкция расходомера должна обеспечивать возможность очистки путем продувки магистрали горячим паром.

В настоящее время для измерения расхода жидких веществ применяются устройства различных конструкций: турбинные, вихревые, ультразвуковые и электромагнитные расходомеры.

К главным достоинствам электромагнитных расходомеров можно отнести высокую точность измерения расхода; широкий линейный динамический диапазон; возможность измерения малых расходов при низких скоростях потока; отсутствие влияния вязкости жидкости; отсутствие потери давления; высокое быстродействие; простоту обеспечения санитарных требований к измеряемой жидкости; простоту конструктивного исполнения [2].

Основой конструкции электромагнитного расходомера является первичный преобразователь. Питание первичного преобразователя импульсами тока производится от схемы питания, состоящей из источника напряжения, двух силовых ключей и накопительного конденсатора. Электромагнитный расходомер с концентрическим полем встраивается в трубопровод и включает в себя внешний и внутренний цилиндрические электроды и, помещенный во внутренний электрод, центральный проводник.

Для измерения полезного сигнала расходомера предлагается использовать в качестве значения текущего расхода не отношения значения напряжения на электродах и тока в проводнике, а отношения интегралов этих значений, измеренных на заданном интервале времени. Такой способ измерения позволяет отказаться от стабилизации тока обмотки возбуждения, а, следовательно, устранить погрешность, связанную с непостоянством тока обмотки возбуждения, и упростить техническую реализацию [3].

Электромагнитный расходомер, адаптированный для нужд агропромышленного комплекса, обеспечивает надежное и точное определение скорости и объема жидкостей. Его использование позволяет оптимизировать процессы, связанные с движением жидких сред, тем самым повышая эффективность сельскохозяйственного производства.

Список литературы

1. Вольвак С.Ф. Основы гидравлики и теплотехники: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий по специальности СПО 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства» / С.Ф. Вольвак, Ю.Н. Ульянцев, Д.Н. Бахарев. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 238 с.

2. Шилин А.Н. Электромагнитный расходомер жидкости с автоматической коррекцией мультипликативной погрешности / А.Н. Шилин, В.В. Будько // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. № 3. – С. 51–56.

3. Электрические измерения и приборы / С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов, В.Ю. Страхов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 270 с. – EDN BEKIBJ.

УДК 681.5.08

АНАЛИЗ АСКУЭ ПРЕДПРИЯТИЯ

Стахарюк А.М.
Научный руководитель Вольвак С.Ф.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Особенность автоматизации сельскохозяйственного производства [1] состоит в том, что контролируемые и регулируемые параметры размещаются по большим объёмам с широким технологическим спектром и диапазонами случайных изменений. При этом системы автоматики должны обеспечивать управление параметрами с достаточной надёжностью и точностью при оптимальном количестве исполнительных и воспринимающих органов. Ещё сельскохозяйственная автоматика имеет особенность в том, что устройства и механизмы работают в тяжёлых условиях: на открытом воздухе, в помещениях с высокой влажностью, температурой и наличием агрессивных газов.

При этом качественный расход как электрической, так и любой другой энергии требует соблюдения определённой точности, высокой степени автоматизации и оперативности [2]. Для этого экспертами была создана универсальная автоматизированная система контроля и учёта электроэнергии (АСКУЭ), призванная повысить уровень контроля над потреблением и учётом электроэнергии [2].

По назначению АСКУЭ предприятия подразделяют на системы коммерческого и технического учёта [2], которые могут реализовываться как раздельные или смешанные. В связи с повышением дефицита энергоресурсов важным вопросом является внедрение энергосберегающих технологий и технологических приёмов, которые позволят эффективно использовать топливно-энергетические ресурсы и за счёт этого значительно снизить энергопотребление зерносушильного комплекса.

Таким образом, совершенствование системы электрификации зерносушильного комплекса за счёт разработки и внедрения АСКУЭ при сушке зерна [3], которая отмечается простотой, дешевизной и надёжностью и может быть использована разработчиками систем оперативного управления и контроля энергозатрат, является весьма актуальной задачей.

Список литературы

1. Щербатюк М.В., Вендин С.В., Вольвак С.Ф. Электротехника и электроника : Учебно-методическое пособие. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. 102 с. EDN SRRQHZ.

2. АСКУЭ: принцип работы и основное назначение системы. URL: https://rusenergetics.ru/avtomatika/askue.

3. Патент на полезную модель № 189515 U1 Российская Федерация, МПК F26B 9/06, A01F 25/12. Электросушилка продуктов : № 2019105386 : заявл. 26.02.2019 : опубл. 24.05.2019 / С.Ф. Вольвак, В.И. Шаповалов, Д.Н. Бахарев, В.Н. Лебедь ; заявитель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – EDN PQMIWL.

УДК 504.064

СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ В ТЕПЛИЦЕ

Тарутин И.А., Страхов В.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Тепличное производство очень важное направление в структуре современного сельского хозяйства. Именно тепличное производство позволяет круглогодично обеспечивать население овощной продукцией. Высокая интенсивность использования защищенно грунта приводит к быстрому истощению. В тепличном производстве могут применяться технологии с использованием почвы или субстрата, многократное использование которых в условиях интенсивного внесения удобрений создает риски засоления, подкисления и скопления токсичных элементов. В условиях интенсивного производства традиционные методы контроля состояния почвы путем отбора проб и лабораторных анализов не позволяют быстро оценивать реальное состояние [1, 2].

Качество почвы в теплице оценивают целым набором физических и химических показателей. Современные средства контроля позволяют отслеживать до десятка важнейших показателей, среди которых: влажность почвы, показатель кислотности, электропроводность, температура.

Ключевая ценность систем контроля качества почвы для теплицы состоит не только в быстром считывании показателей, но и интеграции с исполнительными системами (поливом, внесением удобрений, вентиляцией). Система должна оценивать три ключевые параметра: состояние почвы, состояние окружающей среды и рост и развитие растений [3, 4].

Экономическая составляющая внедрения автоматизированных систем контроля качества почвы в теплицах заключается в рациональном расходе воды, удобрений и энергетических ресурсов. Предотвращение избыточного переувлажнения почвы позволит избежать появление корневой гнили, контроль уровня кислотности исключает стресс растений, поддержание необходимой температуры почвы ускоряет рост и развитие растений.

Средства контроля параметров почвы в теплице – это не просто качественные датчики, сложные системы измерения и анализа данных. Данные решения объединяют каналы данных, облачные платформы и исполнительные механизмы на самом объекте [5, 6].

Современное тепличное хозяйство сталкивается с проблемами интенсивного истощения защищенного грунта в результате круглогодичного использования. Для предотвращения негативных последствий нужно понимать основные параметры почвы. Контроль параметров становиться звеном перехода простой теплицы в единую систему, где почва, растения и микроклимат рассматриваются совместно. В конечном счете сочетание современных датчиков и исполнительных механизмов трансформирует теплицу в производство с высокоточными технологиями, в котором экологичность и рациональное использование ресурсами будут результатом правильно выстроенных технологических процессов.

Список литературы

1. Влияние земледельческого освоения на морфологические признаки почв Центральной лесостепи с помощью катенного подхода / Е.В. Ковалева, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). – С. 188–200.

2. Ковалева Е.В. Применение камерального дешифрирования при выявлении деградационных процессов на землях сельскохозяйственного назначения при землеустройстве / Е.В. Ковалева, О.С. Кузьмина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2021. № 2. – С. 138–143.

3. Производство и сортовой подбор озимой пшеницы в Белгородской области / Е.Г. Котлярова, С.В. Андреев, О.С. Кузьмина, Е.В. Ковалева // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 3 (35). – С. 162–174.

4. Изучение мощности гумусового профиля почвенных катен Центральной лесостепи / Е.В. Ковалева, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин [и др.] // Аграрный научный журнал. 2021. № 7. – С. 16–20.

5. Восстановление плодородия карбонатных почв в ландшафтных системах земледелия / Е.Г. Котлярова, А.В. Акинчин, С.А. Линков, О.С. Кузьмина // Аграрный научный журнал. 2024. № 4. – С. 26–33.

6. Мониторинговые исследования почвенно-эрозионных процессов на пахотных землях центральной лесостепи / Е.В. Ковалева, Н.А. Лопачев, И.Ю. Вагурин [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 2 (30). – С. 152–161.

УДК 631.17

ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ НАВОЗОУБОРОЧНЫХ ТРАНСПОРТЁРОВ: ВЫБОР И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Тарутин И.А., Кокарев П.Ю.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В современных животноводческих комплексах эффективная система удаления навоза – неотъемлемый элемент технологического процесса, напрямую влияющий на санитарно-гигиенические условия содержания животных, экологическую безопасность и экономическую рентабельность производства. Навозоуборочные транспортёры, являясь ключевым оборудованием этой системы, требуют надёжного и производительного привода, способного стабильно работать в сложных эксплуатационных условиях: повышенной влажности, агрессивной среде, значительных механических нагрузках и нерегулярном режиме работы [1, 2].

Выбор электропривода для таких механизмов – многокритериальная задача, где необходимо сбалансировать технические требования, эксплуатационные особенности и экономические показатели. Не менее важна и правильная организация эксплуатации: соблюдение режимов работы, регулярная диагностика, своевременное техническое обслуживание и устранение возникающих неисправностей [3, 4].

От того, насколько грамотно подобраны и эксплуатируются электроприводы навозоуборочных транспортёров, зависит не только бесперебойность технологического процесса, но и общие эксплуатационные затраты, а также срок службы всего оборудования. В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства и роста требований к экологической безопасности этот вопрос приобретает особую актуальность.

В процессе эксплуатации критически важны регулярный контроль состояния электрических соединений и изоляции, своевременная смазка подвижных частей редуктора, мониторинг температуры двигателя и параметров работы, а также соблюдение регламента плановых технических обслуживаний. Это позволяет предотвратить преждевременный износ, снизить риск аварийных остановок и обеспечить длительный ресурс работы привода в тяжёлых условиях сельскохозяйственного производства [5, 6].

Таким образом, выбор и эксплуатация электроприводов навозоуборочных транспортёров требуют комплексного подхода, учитывающего как технические параметры оборудования (мощность, крутящий момент, степень защиты, климатическое исполнение), так и специфику работы в условиях животноводческих помещений.

Грамотный подбор привода, соответствующий производственным нагрузкам и особенностям технологического процесса, в сочетании с регулярным техническим обслуживанием позволяет: обеспечить бесперебойную работу навозоуборочной системы; минимизировать риски аварийных остановок; продлить

срок службы оборудования; снизить эксплуатационные затраты. В конечном счёте это способствует поддержанию оптимальных санитарно-гигиенических условий содержания животных, соблюдению экологических норм и повышению общей экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

Список литературы

1. Овчаренко А.А. Энергосберегающие технологии в животноводческих комплексах / А.А. Овчаренко, А.Н. Малахов // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Булавина Станислава Антоновича, Майский, 12 ноября 2025 года. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – С. 170–171.

2. Исследование эффективности применения кормовых смесей с использованием пророщенного зерна в рационах свиней на откорме / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, М.А. Семернина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. – С. 80–86.

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. Эксплуатация электрооборудования / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 244 с. – EDN FOGRVE.

5. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. – М. : Колос С. 2004. – 344 с.

6. Взаимодействие с умной техникой / Ю.В. Саенко, Е.А. Мартынов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 175 с.

УДК 631.17

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МИКРОКЛИМАТА В СВИНАРНИКЕ

Тарутин И.А., Корнев И.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Микроклимат в помещениях для содержания свиней является важным фактором, определяющим эффективность свиноводства и благополучие поголовья. Его значение обусловлено комплексом физиологических и зоогигиенических причин [1].

С биологической точки зрения свиньи обладают ограниченными механизмами терморегуляции: у них мало потовых желез, а подкожный жир затрудняет теплоотдачу. Это делает их особенно чувствительными к отклонениям температуры, влажности и качества воздуха от оптимальных параметров. Неблагоприятный микроклимат провоцирует стрессовые реакции, подавляет иммунитет и повышает восприимчивость к инфекциям.

Зоогигиенические требования диктуют необходимость поддержания строго регламентированных показателей – температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха (избегание сквозняков и застойных зон), концентрации вредных газов [2].

Микроклимат в свиноводческих помещениях формируется сочетанием инженерных систем, технологических приёмов и постоянного контроля параметров. Основные механизмы и инструменты регулирования включают в себя системы вентиляции, отопления, регулирования и контроля влажности, очистки и обеззараживания воздуха.

Системы вентиляции разделяются на естественные, принудительные и комбинированные. Они предназначены для обеспечения воздухообмена и удаления избытков тепла, влаги и вредных газов.

Системы отопления выполняют функцию поддержания оптимальной температуры в зонах размещения поголовья. Основные типы: водяные, газовые, электрические [3].

За предотвращение избыточной сырости и пересушивания воздуха отвечают системы регулирования и контроля влажности. Основными методами регулирования являются: удаление влажного воздуха, своевременная уборка навоза, герметизация водопоилок (снижение испарения) и использование подсушивающих подстилок.

Система очистки и обеззараживания воздуха – обязательный элемент микроклимата, направленный на снижение концентрации пыли, патогенных микроорганизмов, аммиака и других вредных веществ. Её задача – создать здоровую среду для животных, сократить риски респираторных заболеваний и повысить продуктивность поголовья [4, 5].

Таким образом, микроклимат в свиноводческих помещениях является совокупностью важных систем, напрямую влияющих на здоровье животных, что сказывается на эффективности производства и экономической рентабельности хозяйства.

Список литературы

1. Организация и технология кормления и содержания свиноматок / Г.С. Походня, Е.Г. Федорчук, А.Н. Ивченко [и др.]. – Белгород : Белгородское книжное издательство «Везелица», 2012. – 200 с. – ISBN 978-5-86295-240-8. – EDN UHDHRF.

2. Взаимодействие с умной техникой / Ю.В. Саенко, Е.А. Мартынов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 175 с.

3. Эксплуатация электрооборудования / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 244 с.

4. Исследование эффективности применения кормовых смесей с использованием пророщенного зерна в рационах свиней на откорме / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, М.А. Семернина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. – С. 80–86.

5. Проектирование электромеханических систем / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Н. Малахов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 194 с.

УДК 631.348.8

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЙ СПОСОБ ДЕЗИНФЕКЦИИ И ДЕЗИНСЕКЦИИ ЗЕРНА

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

Проблема сохранности зерновых культур в межсезонный период приобретает существенную научно-практическую значимость в контексте обеспечения продовольственной безопасности страны и выполнения международных обязательств в сфере агроэкспорта. Ключевым дестабилизирующим фактором, оказывающим негативное влияние на сохранность зернового фонда, выступает биологическая угроза, обусловленная активностью энтомофауны. Их жизнедеятельность провоцирует следующие деструктивные процессы: количественные потери – механическое уменьшение массы зерновой партии вследствие потребления и повреждения зерна; качественные изменения – необратимая деградация потребительских характеристик продукции, вызванная биохимическим загрязнением продуктами жизнедеятельности вредителей (метаболитами, экскрементами, хитиновыми остатками и т.п.) [1, 2].

В свою очередь, применение химических веществ, традиционно используемых в аграрной практике, сопряжено с нарастающими экологическими рисками: аккумуляцией токсичных соединений в агроэкосистемах; потенциальной угрозой для здоровья человека (через трофические цепи); формированием резистентных популяций вредителей [3].

В связи с этим является актуальным необходимость внедрения альтернативных методов обеззараживания и дезинсекции зерновых масс, отвечающих принципам экологической безопасности и устойчивого развития агропромышленного сектора.

Одним из эффективных способов обработки зерновых культур можно считать озонирование. Газообразный озон обладает выраженной инсектицидной активностью за счет следующих основных механизмов: окислительного воздействия на дыхательную систему насекомых; разрушения клеточных мембран и ферментов вредителей; стерилизации яиц и личинок посредством нарушения биохимических процессов. Данные научных исследований по рассматриваемой проблеме подтверждают эффективность озонной дезинсекции против основных фитофагов зерновых культур, что обеспечивает перспективность её применения [4-6].

В рамках исследований проанализированы существующие теоретические подходы к равномерности распределения озона в зерновой массе. На основе проведенного анализа получена система алгебраических и дифференциальных уравнений для определения концентрации озона в озоновоздушной смеси, изменяющаяся по времени и длине потока, учитывающая количество поглощаемого озона в единицу времени, параметры озоновоздушной смеси, константу разложения

озона, коэффициент диффузии, коэффициент геометрии и коэффициент скважистости, позволяющая численным методом получить дозу озонной обработки.

Обработка зерна озоном позволит получить высокое качество семенного материала при меньших затратах по сравнению с химическими средствами и снизить его порчу вредными микроорганизмами и энтомофауной.

Список литература

1. Лавринова Е.В. Микроскопические грибы и их воздействие на организм человека и животных / Е.В. Лавринова, В.В. Семенютин // Материалы международной студенческой научной конференции. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – С. 53.

2. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 153 с.

3. Малахов А.Н. Биофизические аспекты применения ЭМП СВЧ для предпосевной обработки семян / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года / Председатель оргкомитета: Стребков С.В. Заместитель председателя Голованова Е.В. Члены оргкомитета: Водолазская Н.В. Ломазов В.А. Миронов А.Л. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 28–30. – EDN BPRNMY.

4. Патент на полезную модель № 206252 U1 Российская Федерация, МПК A01C 1/00. Устройство для ультрафиолетовой обработки семян : № 2021116372 : заявл. 04.06.2021 : опубл. 02.09.2021 / С.В. Вендин, В.Ю. Страхов, С.В. Килин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

5. Влияние продолжительности освещения на скорость проращивания и химический состав зерна сои и люпина / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.С. Широков, В.Ю. Страхов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2021. Т. 68, № 1 (42). – С. 93–98. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-1-93-98.

6. Гриньков К.С. Электротехнология озонирования как способ обеззараживания посевного материала / К.С. Гриньков, А.Н. Мануйленко // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы VII Международной студенческой научной конференции. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – С. 23–24.

УДК 631.371

ОБЛУЧАТЕЛЬ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАССАДЫ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Тимохин М.Г., Шахбазян Р.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Доля потребления электроэнергии в технологических процессах тепличного производства, связанных с оптическим излучением, составляет 10-15%, при этом потери энергии достигают 40%. Анализ существующих систем облучения растений в защищенном грунте, включая многостеллажные технологии, показывает их недостаточное распространение. Это обусловлено необходимостью использования сложного комплекса светотехнического и конструкционного оборудования, что требует значительных капиталовложений, а также высоких энергетических и трудовых затрат.

Изменчивость внешней среды обусловливает вариативность внутренних свойств биообъекта, что проявляется в многообразии реакций на внешние воздействия (по интенсивности, спектру, длительности и градиенту) и способствует совершенствованию адаптивных механизмов растений.

Световой режим является ключевым фактором формирования микроклимата в теплице, поскольку он не может быть заменен другими агротехническими приемами.

С учетом особенностей оптического излучения электротехнологический процесс облучения включает несколько этапов преобразования энергии:

- подвод электроэнергии к источнику; генерация оптического потока;
- его пространственное и поверхностное распределение;
- поглощение энергии растением и ее трансформация в иные виды энергии.

Обзор предшествующих исследований позволяет сформулировать рабочую гипотезу с точки зрения минимизации энергозатрат. Наиболее перспективным является повышение эффективности использования оптического излучения за счет оптимизации его пространственного и поверхностного распределения.

Для реализации этого подхода при создании новой облучательной установки предлагается применение переменного облучения с использованием подвижных облучателей и многоярусного стеллажа с наклонной рабочей поверхностью [1]. Такая конструкция позволяет воздействовать на внутренние энергетические процессы растений и способствует реализации их потенциальных возможностей.

Список литературы

1. Ключка Е.П. Облучательная установка для выращивания рассады томатов в сооружениях защищенного грунта: автореф. дис. к.т.н. Зерноград, 2011. – 19 с.

УДК 631.172:628.98

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Толок О.А., Мануйленко А.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В современной агропромышленной отрасли актуальной научной задачей является оптимизация энергозатрат на формирование рациональных параметров световой среды в животноводческих помещениях. Ключевой аспект решения этой задачи – поиск энергоэффективных источников оптического излучения, способных длительно функционировать в агрессивных условиях животноводческих объектов [1, 2].

На текущий момент приоритетным направлением считается применение светодиодных источников света и светотехнических устройств на их основе. Однако при этом недостаточно внимания уделяется анализу пространственного распределения светового потока в помещениях, что критически важно для обеспечения зоотехнических требований к освещённости [3].

Особенно значим данный аспект для птицеводческих комплексов, где [2-4]:

– нормативные документы регламентируют строго определённые уровни освещённости;

– установлены требования к продолжительности светового дня;

– эффективность производства напрямую зависит от качества световой среды.

При этом остаётся нерешённым вопрос о соответствии существующих конструкций осветительных установок нормативным требованиям и рациональности использования светового потока.

В качестве базового инструмента оценки предложен коэффициент полезного использования светового потока (КПИСП), разработанный В.Н. Карповым. Методика включает следующие этапы:

1) Расчёт пространственного распределения освещённости в помещении (на примере птичника напольного содержания).

2) Определение интегрального отклонения между нормативным и расчётным уровнями освещённости.

3) Анализ влияния конструктивных особенностей светильников на распределение светового потока.

Стоит отметить, что не учитывается воздействие положительных и отрицательных отклонений освещённости на продуктивность животных.

Проведённые теоретические исследования позволили установить: различия в эффективности использования светового потока между конструкциями осветительных установок достигают 15-20%; данный показатель сопоставим с эффектом от замены традиционных светильников на энергоэффективные светодиодные аналоги [3-5].

Предложенная методика на основе КПИСП позволяет количественно оценить эффективность использования светового потока в зависимости от конструкции осветительной установки. Оптимизация пространственного распределения света может обеспечить существенный энергосберегающий эффект, сопоставимый с переходом на светодиодные источники. Для повышения точности оценки необходимо дополнить методику анализом влияния неравномерности освещённости на зоотехнические показатели животных.

Список литература

1. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 153 с.

2. Нестерова Н.В. Основные проблемы развития агропромышленного комплекса в России / Н.В. Нестерова, А.С. Галеженко, А.Н. Мануйленко // Проблемы и решения современной аграрной экономики: Материалы конференции. – Майский : Белгородский ГАУ, 2017. – С. 60–61.

3. Светильник со стабилизацией температурного режима источника света / В.Ю. Страхов, А.П. Ковтун, Д.А. Лукинов, А.Н. Малахов // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 4 (68). – С. 110–115.

4. Влияние продолжительности освещения на скорость проращивания и химический состав зерна сои и люпина / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.С. Широков, В. Ю. Страхов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2021. Т. 68, № 1 (42). – С. 93–98.

5. Патент на полезную модель № 206252 U1 Российская Федерация, МПК A01C 1/00. Устройство для ультрафиолетовой обработки семян : № 2021116372 : заявл. 04.06.2021 : опубл. 02.09.2021 / С.В. Вендин, В.Ю. Страхов, С.В. Килин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN DHSVSO.

УДК 636.621.34

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭЛЕКТРОПРИВОД ХАРАКТЕРИСТИК ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Усачев М.В., Ульянцев Ю.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Электрическая энергия, выступая в роли востребованного продукта, находит применение во всех аспектах человеческой деятельности. Она характеризуется уникальным набором свойств и играет неотъемлемую роль в производстве разнообразной продукции, оказывая прямое влияние на ее конечные качественные показатели [1].

Качество электропитания оказывает существенное влияние на результативность функционирования электродвигательных систем. Отклонения от идеальных параметров напряжения, будь то амплитуда, частота или форма волны, могут привести к снижению эффективности преобразования энергии, увеличению потерь и, как следствие, к ухудшению производительности всего электропривода [2]. Нестабильность напряжения, пульсации или гармонические искажения могут вызывать дополнительный нагрев обмоток двигателя, перегрузки преобразователей частоты, а также некорректную работу систем управления. Это, в свою очередь, сказывается на точности позиционирования, скорости отклика и общем ресурсе оборудования. Качество электроэнергии определяется совокупностью ее характеристик, при которых электроприемники могут нормально работать и выполнять заложенные в них функции. Как показывает анализ потребителей электрической энергии в сельском хозяйстве электроприводы сельскохозяйственных машин и механизмов занимают лидирующую позицию, на них приходится больше половины установленной электрической мощности.

Более детальный анализ нормальных и аварийных условий работы асинхронных двигателей в условиях сельскохозяйственного производства позволил разделить их на механические аварии, и электрические [3]. Электрические аварии в свою очередь подразделяются на:

– сетевые аварии (до 30%) – это аварии по напряжению, связанные с авариями в питающей электросети или из-за некачественной электроэнергии;

– токовые аварии (до 25%), связанные с обрывом проводников в обмотках статора, ротора, или кабеля, межвитковое и междуфазное замыкание обмоток, нарушением контактов и разрушении соединений, выполненных пайкой или сваркой;

– аварии, приводящие к пробою изоляции в результате нагрева (до 20%), вызванного протеканием токов перегрузки или короткого замыкания;

– аварии, связанные со снижением сопротивления изоляции вследствие ее старения, разрушения или увлажнения (до 15%);

– другие (до 10%).

До 30% аварий, связанных с разрушением обмотки статора, происходит вследствие некачественной электроэнергии. Для повышения ее качества можно

использовать установку, структурная схема которой обеспечивает компенсацию высших гармоник за счет генерации в сеть собственных высших гармонических составляющих электроэнергии, действующих в противофазе с высшими гармониками основной сети. Для достижения поставленной цели в установке предусмотрены фильтр первой и высших гармоник, а также генератор высших гармоник, который представляет собой управляемый тиристорный преобразователь, питающийся от сети, в которой производится компенсация высших гармоник.

Таким образом, обеспечение стабильного и качественного напряжения, соответствующего требованиям электропривода, является ключевым фактором для достижения максимальной эффективности, надежности и долговечности его работы. Поддержание оптимальных параметров питания позволяет избежать непредвиденных простоев, снизить эксплуатационные расходы и гарантировать высокое качество производственных процессов [4, 5].

Список литературы

1. Эксплуатация электрооборудования / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 244 с.

2. Ульянцев Ю.Н. Электропривод и электрооборудование / Ю.Н. Ульянцев, С.В. Вендин, Р.В. Шахбазян. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 100 с.

3. Вендин С.В. Ремонт электрических машин / С.В. Вендин, А.Н. Мануйленко. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 71 с.

4. Вендин С.В. Проектирование электромеханических систем : Учебное пособие по подготовке к практическим работам / С.В. Вендин, В.Ю. Страхов. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 58 с.

5. Кузьменко Р.Ю. Специфика организации обслуживания и ремонта электрооборудования / Р.Ю. Кузьменко, А.Н. Малахов // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной научной конференции, Майский, 14-15 марта 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 67–68. – EDN ASYRHU

УДК 62-757.42:621.315

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ ПРОВОДОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Фанин Н.С., Мануйленко А.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Качество и надёжность поставляемой потребителям электроэнергии определяются комплексом факторов, связанных с особенностями производства, передачи и преобразования электрической энергии. Существенное влияние на работу систем электроснабжения оказывают климатические факторы и условия эксплуатации электрооборудования [1].

Особую проблему в осенне-зимний период представляет обледенение проводов воздушных линий электропередачи (ВЛ), приводящее к снижению надёжности электроснабжения и росту эксплуатационных затрат. Статистические данные показывают, что среднее время ликвидации гололёдных аварий превышает время устранения аварий по иным причинам в 10 и более раз.

Дополнительно следует отметить влияние режима работы энергосистемы на процесс образования гололёда: интенсивность отложений на проводах под напряжением примерно на 30% выше, чем на обесточенных линиях [2, 3].

Исследования базировались на научно-поисковом анализе существующих способов и технических решений для борьбы с гололёдными отложениями на проводах ВЛ.

К пассивным мерам относятся: применение высокопрочных проводов из композитных материалов с несущим сердечником; обработка проводов специальными растворами, препятствующими образованию льда. Ограничение данных методов заключается в том, что их реализация возможна преимущественно на этапе проектирования и ввода в эксплуатацию новых ВЛ.

Классическим решением является плавка гололёда переменным током. Однако данный подход имеет ряд ограничений, связанных с необходимостью значительных энергозатрат и временным отключением линии.

Развитие силовой электроники открывает новые возможности для совершенствования методов борьбы с ледяными отложениями. Среди наиболее перспективных направлений выделяют [3, 4]:

1) Комбинированные преобразовательные агрегаты – устройства, способные: выполнять плавку льда при необходимости; в штатном режиме компенсировать реактивную мощность, повышая эффективность работы сети.

2) Плавка гололёда током сверхнизкой частоты – технология, сочетающая преимущества: плавки переменным током промышленной частоты (одновременное воздействие на три провода); плавки постоянным током (ограничение только активным сопротивлением, плавное регулирование тока). Дополнительное преимущество данного метода – возможность трансформации установки в статический компенсатор реактивной мощности, что обеспечивает круглогодичную эксплуатацию дорогостоящего оборудования [5].

3) Роботизированные устройства – перспективное направление для механической очистки проводов без отключения линии.

4) Технологии гибких электропередач переменного тока (FACTS) – позволяют устранять необходимость отключения ВЛ для очистки, что существенно повышает надёжность электроснабжения.

Проведённый анализ подтверждает актуальность проблемы гололёдных аварий на воздушных линиях электропередачи. Режим работы энергосистемы оказывает существенное влияние на интенсивность гололёдных отложений: провода под напряжением накапливают лёд на 30% интенсивнее, чем обесточенные. Для борьбы с обледенением целесообразно: применять пассивные методы на этапе проектирования новых ВЛ; использовать активные методы плавки (включая инновационные решения на основе сверхнизкой частоты и комбинированных агрегатов) для существующих линий.

Внедрение современных методов борьбы с гололёдом позволит повысить надёжность электроснабжения и снизить эксплуатационные затраты в регионах с суровыми зимними условиями.

Список литература

1. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 153 с.

2. Колосов В.С. Прогрев проводника перед прокладкой кабельной линии в холодное время года / В.С. Колосов, А.Н. Мануйленко // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы VI Международной студенческой научной конференции. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 21–22.

3. Способы снижения степени обледенения проводов линий электропередач / В.А. Щебетеев, К.С. Музыченко-Бакланов, В.Ю. Малахатка, Н.А. Куприяненко // Проблемы научной мысли. 2023. Т. 6, № 5. – С. 83–86.

4. Чернов В.В. Меры борьбы с обледенением проводов на воздушных линиях электропередач / В.В. Чернов, С.В. Вендин // Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 190–191.

5. Эксплуатация электрооборудования / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 244 с. – EDN FOGRVE.

УДК 633.1

АКТИВАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗЕРНА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ ЖИВОТНЫМ И ПТИЦАМ

Фроленко М.К., Шкарупа А.Р.
БГАТУ, Минск, Республика Беларусь

Проращивание (соложение) зерна рассматривается как процесс биотехнологической активации эндогенного потенциала семени. В работах ученых Белгородского ГАУ (Вендина С.В., Саенко Ю.В., Булавина С.А.) подчеркивается, что этот процесс переводит зерно из состояния покоя в состояние активного метаболизма, радикально меняя его химический состав [1].

Из практики солодоращения известно, что в зерне после прорастания значительно повышается содержание ферментов и витаминов [2]. Процесс проращивания расщепляет грубую клетчатку до более мелких составляющих (пектинов), что улучшает усвоение корма. Поэтому пророщенное зерно представляется ценным кормом для животных и птицы. Например, для племенной птицы при включении его в рацион кормления даже в небольших количествах – от 10 до 25 г на голову в сутки значительно увеличивает яйценоскость и выводимость [3]. Введение пророщенной пшеницы (до 0,5 кг в день) повышает молочную продуктивность коров на 5,9%, улучшает биохимические показатели крови, стимулируя работу печени. Положительное влияние пророщенного зерна связано с тем, что все микронутриенты в нем имеют естественного происхождение, а также содержатся в максимально доступной форме и оптимально-сбалансированном соотношении.

На кафедре энергетики БГАТУ разработана установка для активации биологической системы ячменя при производстве солода, которая может быть применима для процесса проращивания зерна на витаминный корм [4]. Исследования показатели увеличение ферментативной активности и повышение содержания витаминов в процессе проращивания. Обработка зерна в оптимальных режимах позволила сократить сроки проращивания на 1-2 суток, повысить энергию прорастания на 7-9%, увеличить дину корешков и ростков на 5-7%. Следовательно, применение разработанной технологии, реализованной в установке, обеспечило активацию всех групп ферментов гидролиза зерна.

В среднем рост амилолитической активности в проращиваемом зерне продолжается 240 ч. Однако, начиная со 144 ч, существенно нарушается баланс между расщеплением крахмала и расходованием образовавшихся свободных сахаров на дыхание. Поэтому концентрация последних растет слабо, а потери сухого вещества СВ резко увеличиваются. Опыты показали, что, после обработки зерна в переменном электрическом поле начиная со 120 ч, зерно резко теряет энергетическую ценность и дальнейшее проращивание не обеспечивает достижения ожидаемого эффекта. Следовательно, уменьшается время проращивания зерна на корм животным и птице.

По сравнению с солодовнями, проращивание зерна на корм рационально выполнять в разработанной установке [5]. Преимущество которой заключается в обеззараживании сырья в процессе получения витаминного корма, а также дополнительном стимулировании прорастания при помощи фитоламп.

Список литературы

1. Вендин С.В., Саенко Ю.В. Установка для проращивания зерна // Техника и технологии в животноводстве. 2023.

2. Электротехнологический способ воздействия на биохимические показатели пивоваренного ячменя / О.В. Бондарчук [и др.] // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 16-17 октября 2024 г. : в 2 ч. – Минск : БГАТУ, 2024. Ч. 1. – С. 231–233.

3. Мороз М.Т. Корма и кормление сельскохозяйственных животных : монография / М.Т. Мороз, А.М. Спиридонов. – Москва : Директ-Медиа, 2022. – 160 с.

4. Бондарчук О.В. Установка электрообработки пивоваренного ячменя перед солодопроизводством / О.В. Бондарчук // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК : материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 65-летию агроэнергетического факультета и 100-летию И.Ф. Кудрявцева, Минск, 21-22 декабря 2022 г. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 164–166.

5. Патент № 2853341 C1 Российская Федерация, МПК A01C 1/02. Установка для проращивания зерна : заявл. 11.12.2024 : опубл. 23.12.2025 / Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, К.Н. Путиенко, И.Н. Ракитянский ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN EQFQGK.

УДК 620.92

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕКТОРА ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Фролов Н.Ю., Малахов А.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время сфера возобновляемых источников энергии (ВИЭ) демонстрирует устойчивый рост, обусловленный преимущественно экономическими факторами и вопросами обеспечения энергетической безопасности, а не только экологической ситуацией в мире [1-3].

Основным стимулятором роста солнечной энергетики является значительное снижение удельной стоимости генерируемой мощности. Масштабирование производства фотоэлектрических элементов, прежде всего в Китае, привело к обвальному снижению цен на оборудование. В регионах с высоким уровнем инсоляции новые солнечные станции становятся экономически более выгодными по сравнению с поддержанием эксплуатации угольной генерации.

Дальнейшее снижение себестоимости связывают с коммерциализацией перовскитных технологий. В январе 2026 г. исследовательская группа Манчестерского университета продемонстрировала тандемные элементы (перовскит/кремний) с эффективностью 25,4%. Прогнозируется, что себестоимость таких панелей будет на 30-40% ниже кремниевых аналогов, что расширит географию рентабельной солнечной генерации.

В настоящий момент реализуются проекты беспрецедентного масштаба. В частности, вводится в эксплуатацию проект морского ветропарка мощностью 8,2 ГВт у побережья уезда Синан (Южная Корея). В Великобритании по итогам крупнейшего европейского аукциона распределено 8,4 ГВт мощностей, при этом цена такой энергии оказалась на 40% ниже стоимости газовой генерации.

Наблюдается переход зеленого водорода из стадии пилотных проектов в фазу промышленного внедрения. Основные области применения – декарбонизация тяжелой промышленности (металлургия, производство аммиака) и морского транспорта.

Примером практической реализации служит проект компании Galp в португальском Синеше, где вводится в эксплуатацию электролизер мощностью 100 МВт. Проект обеспечит замещение «серого» водорода на нефтеперерабатывающем производстве, что позволит сократить выбросы CO2 на 110 тыс. тонн ежегодно.

Для компенсации неравномерности генерации ВИЭ разрабатываются два направления: новые типы аккумуляторных батарей и внедрение систем виртуальных электростанций (Virtual Power Plants, VPP).

В качестве альтернативы литий-ионным решениям рассматриваются натрий-ионные батареи. Компания CATL вывела на рынок линейку продуктов Naxtra, а американский стартап Peak Energy интегрирует данные системы в

распределительные сети. Технология базируется на доступном сырье и оптимальна для стационарного хранения энергии.

Технология VPP представляет собой объединение распределенных энергоресурсов (крышные солнечные панели, домашние накопители, батареи электромобилей) под управлением алгоритмов прогнозирования. Это позволяет сглаживать пиковые нагрузки без запуска резервной генерации и трансформирует конечного потребителя в активного участника энергорынка. Рынок VPP демонстрирует устойчивый среднегодовой рост на уровне 20%.

Таким образом, современный этап развития альтернативной энергетики характеризуется переходом к таким решениям, которые приводят к снижению стоимости электроэнергии и обеспечивают энергетическую независимость. Основными вызовами для отрасли остаются развитие сетевой инфраструктуры, масштабирование систем накопления и создание замкнутого цикла использования ресурсов. Контроль над технологиями производства накопителей и эффективной вторичной переработки будет определять конкурентоспособность инновационных решений в области альтернативной энергетики в средне- и долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Гришин Д.Н. Перспективы развития возобновляемых источников энергии для выработки электроэнергии / Д.Н. Гришин // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. 2022. № 18. – С. 146–148. – EDN BWJOPE.

2. Мануйленко А.Н. Роль ветроэлектрических установок на предприятиях агропромышленного комплекса Белгородской области и их особенности эксплуатации / А.Н. Мануйленко, А.С. Галеженко, Н.В. Нестерова // 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, Воронеж, 01-02 ноября 2017 года. Том Часть 1. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2017. – С. 53–57. – EDN YVCCIB.

3. Нестерова Н.В. Роль геотермальной системы отопления на предприятиях АПК / Н.В. Нестерова, А.С. Галеженко, А.Н. Мануйленко // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : Материалы XXII международной научно-производственной конференции, Майский, 28-29 мая 2018 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 242–244. – EDN XSZOZV.

УДК 621.316.13

ВЛИЯНИЕ АВАРИЙНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Фролов Н.Ю., Шахбазян Р.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Большинство производственных объектов имеют в своем составе оборудование с электроприводами переменного тока (ЭПТ), отказы которых приводят к невозможности исполнения рабочих функций необслуживаемых механизмов в процессах с длительным или безостановочным циклом обработки продукции [1-3].

На сегодняшний день развитие электропривода, как основного силового потребителя как в городском, так и в сельском хозяйстве основывается на рациональном совмещении электромеханических свойств двигателя и рабочей машины.

Известно, что из всех потребителей электрической энергии асинхронные двигатели (АД) наиболее чувствительны к искажению системы подведенного напряжения. При появлении искажения или при снижении питающего напряжения изменяются как электромеханические, так и механические свойства двигателя. Поэтому проведение анализа динамической устойчивости системы электропривод-рабочая машина (ЭП-РМ) является важной задачей перед внедрением в действие АД.

Цель работы [1] определение динамических свойств АД и оценки скольжения в нормальных и анормальных режимах питания при вентиляторной механической характеристике рабочей машины. Проанализированы теоретические и экспериментальные исследования поведения двигателей при изменении питающего напряжения.

Сводные результаты, полученных параметров, были обработаны программным пакетом, которые показали величину скольжения и рабочую точку установившегося режима. Что дало основание искать искомый корень полученного уравнения на интервале S есть (0; $S_{кр}$), поскольку режимы, рабочая точка которых определяет скольжения, превышает критическое значение, соответствует аварийным режимам и требует немедленного выключения двигателя.

По результатам длительных исследований видно, что на некоторых установках изменение параметров сети может не нанести больших вредных последствий, то на других рабочих машинах, которые определены в работе, следует использовать данную методику анализа с последующим ее совершенствованием.

Предложенный метод дает сразу искомое значение S, что позволяет непосредственно оценивать степень точности в процессе расчетов при определении статической устойчивости ЭП. Проанализированы устройства защиты асинхронных двигателей от аварийных режимов. Доказано, что применение микропроцессорных реле типа РДЦ-03 с одной стороны обеспечивает повышение надежности защиты электродвигателей от аварийных режимов, а с другой стороны требует детального технико-экономического обоснования и переподготовки обслуживающего персонала.

Список литературы

1. Проектирование электромеханических систем / В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак, А.Н. Малахов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 194 с. – EDN JSDBHH.

2. Вендин С.В. Ремонт электрических машин / С.В. Вендин, А.Н. Мануйленко. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 71 с. – EDN NOUVFW.

3. Электрические измерения и приборы / С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов, В.Ю. Страхов [и др.]. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – 270 с.

4. Однокопылов Г.И. Живучесть частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Изв. вузов. Электромеханика. 2006. № 3. – С. 41–45.

УДК 631.371

СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПТИЧНИКА ДЛЯ КУР-НЕСУШЕК

Фролов Н.Ю., Шахбазян Р.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Принятие Федерального закона № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» ввело нормативные ограничения на использование ламп накаливания, что послужило импульсом к модернизации осветительных систем на птицеводческих предприятиях. Анализ существующих технологических систем освещения птичников для промышленного стада кур-несушек выявляет их неспособность обеспечить требуемый уровень освещенности кормушек на всех ярусах клеточных батарей. При этом в научной среде до настоящего времени сохраняется дискуссия относительно сравнительной эффективности применения ламп накаливания, люминесцентных ламп и светодиодов, а также отсутствует консенсус по вопросу оптимальной освещенности кормушек в период яйцекладки.

Особого внимания заслуживают светодиодные источники света, в особенности тепло-белого спектра, которые максимально приближены к лампам накаливания как по спектральным характеристикам, так и по характеру влияния на продуктивность птицы. Несмотря на более высокую стоимость, светодиоды демонстрируют существенное превосходство над традиционными источниками света по совокупности эксплуатационных показателей. Указанные обстоятельства обусловливают своевременность и актуальность исследований, направленных на обоснование эффективности применения светодиодного освещения в птичниках для промышленного стада кур-несушек.

В работе [1] выполнено широкое обоснование светотехнических параметров светодиодного светильника и системы технологического освещения многоярусных клеточных батарей. Это позволило разработать конструкцию светильника, обеспечивающую оптимальную среднюю освещенность кормушек на всех ярусах клеточной батареи.

К элементам новизны предложенного конструктивного решения можно отнести и следующее:

- профиль светильника выполнен в форме полуцилиндра;
- регулирование формы кривой силы света реализуется путем изменения количества светодиодных линеек, варьирования их положения на профиле, а также изменения числа светодиодов, размещенных линейно, равномерно и параллельно оси полуцилиндра.

Список литературы

1. Новоселов И.М. Разработка и обоснование эффективности технологического светодиодного освещении птичника промышленного стада кур несушек: автореф. к.т.н. – Ижевск : 2011. – 18 с.

УДК 681.5:664.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЦЕНТРИФУГИ САХАРНОГО ЗАВОДА

Хорошилов Д.Ю., Вольвак С.Ф.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современное промышленное, перерабатывающее и сельскохозяйственное производство развивается в направлении создания высокоэффективных электрических установок и систем автоматического управления ими, благодаря которым достигается интенсификация технологических процессов. Иерархический принцип построения современных автоматических систем управления технологическими процессами предусматривает наличие локальных систем управления, которые можно рассматривать как фундамент всего автоматизированного комплекса. Как правило, такими локальными системами являются системы управления электроприводами соответствующих механизмов.

По сведениям о распространённости электромеханических систем свидетельствует тот факт, что в России электроприводы потребляют примерно 65% вырабатываемой государством электроэнергии [1], обеспечивая работу электротранспорта и разные технологические процессы, в том числе в агропромышленном производстве.

Особенностью регулируемых электроприводов переменного тока как электромеханических преобразователей энергии является возможность повышения их энергетической эффективности путём оптимального управления магнитным потоком электрических двигателей [2].

Интенсификация производства также предопределяет то, что доминирующими режимами работы автоматизированных электроприводов являются динамические процессы и потому большинство современных научных исследований направлены на усовершенствование управления именно в переходных режимах.

Таким образом, разработка схемы электрической [3] функциональной системы электропривода механизма центрифуги на сахарном заводе является весьма актуальной.

Список литературы

1. Горлова Т.В., Обрусник В.П. Электропривод, его состояние и перспективы. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/elektroprivod-ego-sostoyanie-i-perspektivy/viewer.

2. Поляков В.Н., Шрейнер Р.Т. Энергоэффективные режимы двигателей переменного тока в системах частотного управления : учеб. пособие. – Екатеринбург : УрФУ, 2017. – 256 с.

3. Щербатюк М.В., Вольвак С.Ф., Добрунова А.И. Электротехника и электроника : учебно-методическое пособие. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. – 146 с. EDN GQHGHP.

УДК 628.971

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПТИЦЫ В КЛЕТОЧНЫХ БАТАРЕЯХ

Шаповалов А.В., Ульянцев Ю.Н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одной из самых эффективных и рентабельных отраслей сельского хозяйства является птицеводство. Для эффективного выращивания цыплят в условиях клеточного содержания крайне важно уделять пристальное внимание организации светового режима. Данный аспект играет ключевую роль в поддержании здоровья поголовья, стимулировании роста и обеспечении оптимальных условий развития молодняка. Освещение в птичнике играет важную роль при выращивании кур всех направлений и позволяет управлять процессами физиологического развития птицы, обеспечить более комфортные условия ее содержания и добиться существенного роста практически всех показателей продуктивности стада.

С точки зрения светотехники, наибольший интерес вызывает проектирование осветительных установок для освещения клеточных батарей. Вместе с тем это одна из самых сложных задач. Основная проблема состоит в том, что при клеточном содержании птицы светильники можно расположить либо над проходом между батареями, либо в клетках батареи.

В первом случае, даже при трехъярусных батареях, обеспечить равномерную освещенность верхних и нижних ярусов, практически не удается. Разного рода затеняющие конструкции приводят к нерациональному расходованию электроэнергии. Во втором случае возникают проблемы с выбором светильника, способного работать внутри клетки и отвечающего всем требованиям безопасности.

Для решения поставленной задачи необходимо определить тип светильника, способного обеспечить освещенность на уровне пола клетки порядка 60 лк [1]. Также требуется рассмотреть вопросы светорегулирования. Кроме того, грамотно выстроенная система освещения может влиять на инстинктивное поведение птиц, снижая агрессию и способствуя более спокойному микроклимату в птичнике. Это особенно важно при выращивании птицы в условиях высокой плотности посадки, характерной для клеточной технологии.

Таким образом, создание оптимальных условий освещения для птиц, содержащихся в клеточных батареях, является неотъемлемой частью комплексного подхода к организации птицеводства, направленного на получение здорового и продуктивного поголовья.

Список литературы

1. Светодиодные светильники и экономия электроэнергии / В.В. Боцман, Ю.Н. Ульянцев, И.С. Григорьян, Р.В. Шахбазян // Проблемы и решения современной аграрной экономики : Материалы конференции, п. Майский, 23-24 мая 2017 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2017. – С. 15–16.

УДК 681.5:664.85

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИЕЙ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВИРОВАННОГО ЗЕЛЁНОГО ГОРОШКА

Шершнев И.В., Вольвак С.Ф.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Необходимость утверждения новой Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [1] продиктована значительно изменившимися в последние годы условиями социально-экономического развития страны, появлением новых рисков и угроз продовольственной безопасности, вызванных главным образом экономическими санкциями, введёнными рядом западных стран в отношении России, повышением открытости национального агропродовольственного рынка, связанного с присоединением ко Всемирной торговой организации, и углублением интеграционных процессов в рамках Евразийского экономического союза.

Согласно Доктрине [1], «продовольственная безопасность – состояние социально-экономического развития страны, при котором обеспечивается продовольственная независимость Российской Федерации, гарантируется физическая и экономическая доступность для каждого гражданина страны пищевой продукции, соответствующей обязательным требованиям, в объёмах не меньше рациональных норм потребления пищевой продукции, необходимой для активного и здорового образа жизни» [1].

Производство консервированных продуктов (овощей и ягод) имеет большое значение для населения и национальной экономики нашей страны. Консервированные продукты могут значительно снизить затраты на труд и время для домашней готовки, разнообразить меню, обеспечить население питанием круглый год, а также создать текущие, сезонные и страховые запасы. Консервированные овощи и фрукты, богатые витаминами и минералами, которые крайне необходимы для питания населения [2].

Таким образом, актуальным вопросом является совершенствование электрификации [3] консервного цеха с разработкой системы автоматизации управления технологической линией по производству консервированного зелёного горошка.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». – URL: https://docs.cntd.ru/document/564161398.

2. Консервирование овощей и фруктов. – URL: https://cgon.rospotrebnadzor.ru/naseleniyu/zdorovoe-pitanie/konservirovanie-ovoshchey-i-fruktov/.

3. Щербатюк М.В., Вендин С.В., Вольвак С.Ф. Электротехника и электроника : Учебно-методическое пособие. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. 102 с. EDN SRRQHZ.

УДК 628.16:631.2

ОЧИСТКА И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

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

Водоподготовка – ключевой этап обработки воды, позволяющий привести её качество в соответствие с нормативами для различных направлений сельскохозяйственного производства. Её внедрение на предприятиях агропромышленного комплекса (АПК) необходимо для обеспечения высокого уровня технологических процессов: в ходе водоподготовки из воды удаляют вредные примеси и микроорганизмы либо обогащают её необходимыми элементами [1, 2].

Сегодня для обработки воды на сельхозпредприятиях применяют разнообразные методы. Рассмотрим некоторые из них.

Хлорирование – один из самых распространённых способов обеззараживания воды. Его преимущества: простота технологии; минимальные капитальные затраты; высокая эффективность в уничтожении бактерий и микроорганизмов. Основной недостаток метода – токсичность хлора: вещество не удаляется из воды полностью после обработки, что может создавать риски для здоровья и экологии.

Угольные фильтры эффективно удаляют органические и неорганические соединения, включая остатки хлора. Однако у этого метода есть существенные ограничения: крупные габариты установок (предусматривают несколько слоёв активированного угля); необходимость профессионального обслуживания.

Адсорбционные системы обычно задействуют на последующих этапах очистки. Принцип их работы основан на осаждении примесей на поверхности пористых материалов [3].

Деструктивные методы предполагают удаление органических соединений посредством окислительных или восстановительных реакций. При этом ценные вещества также утрачиваются.

Биологические методы опираются на естественные процессы самоочищения воды: микроорганизмы разлагают органические соединения, тем самым очищая воду.

Обратный осмос широко применяется как в промышленности, так и в быту. Особенности метода: использование полупроницаемой мембраны, которая задерживает вирусы и бактерии; отсутствие необходимости дополнительной дезинфекции (в т.ч. хлорирования); получение практически стерильной воды. Недостатки обратного осмоса: высокая стоимость мембран; низкая скорость очистки.

Озонирование демонстрирует высокую эффективность при очистке воды от бактерий и органических соединений. Метод основан на разложении озона – мощного окислителя, который запускает окислительные реакции. В результате

образуются безопасные продукты распада: атомарный и молекулярный кислород [4].

Ультрафиолетовая дезинфекция – щадящий способ очистки без использования реагентов. Эффективность метода напрямую зависит от мощности ультрафиолетового излучения: оно уничтожает микроорганизмы, не изменяя химический состав воды [5].

Таким образом, обработка воды – неотъемлемое условие стабильной работы агропромышленного комплекса. Наибольшую эффективность обеспечивают комбинированные методы, сочетающие несколько технологий. Такой подход позволяет: сохранить необходимые свойства воды; добиться требуемого уровня очистки; обеспечить экономическую целесообразность производственных процессов.

Список литература

1. Малахов А.Н. Введение в профессиональную деятельность / А.Н. Малахов, В.Ю. Страхов, С.Ф. Вольвак. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – 153 с.

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. 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.

4. Мануйленко А.Н. Управление процессом электроозонирования в животноводческом помещении // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 4. – С. 293.

5. Вендин С.В., Заболотний В.Н., Ульянцев Ю.Н. Установка для обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2022. № 12. – С. 70–74.

УДК 631.371

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ В ПРОЦЕССАХ АНАЭРОБНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Щербинин И.М., Шахбазян Р.В.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одним из информативных параметров, позволяющих судить о ходе анаэробной ферментации, является кислотность среды (pH). Этот показатель чутко реагирует на изменения температуры, влажности, степени измельчения сырья и интенсивности перемешивания. Поскольку микрофлора биореактора чувствительна к сдвигам pH, колебания кислотности угнетают метаногенез и снижают выход биогаза.

Необходимость точного поддержания pH диктуется самой биологией процесса, протекающего в несколько этапов с различными требованиями к кислотности среды. Экспериментально доказано, что выход за пределы оптимума даже на 0,1 единицы для любого состава отходов критичен: это либо замедляет, либо полностью блокирует образование метана. Результатом становится неоправданное увеличение длительности цикла, снижение производительности установки и ухудшение качества конечного продукта.

Традиционные pH-метры не обеспечивают дистанционного контроля кислотности биоотходов с необходимым быстродействием и точностью. Альтернативой выступает диэлькометрический метод, который выделяется на фоне других своей доступностью, возможностью организации непрерывных измерений, низкой стоимостью и высокими метрологическими показателями. Однако его применение сопряжено с влиянием температуры, влажности и дисперсности среды на достоверность результатов.

Ключевой задачей при реализации данного метода становится устранение или минимизация погрешностей от перечисленных факторов. Как показано в [1], эффективным путем решения является использование трехточечной схемы включения первичных преобразователей совместно с высокочастотными автогенераторными измерительными преобразователями. Важно отметить, что работа в диапазоне частот 1-100 МГц позволяет не только измерять pH, но и контролировать качественный и количественный состав дисперсных компонентов, находящихся в жидкой среде.

Список литературы

1. Евстафьев Д.П. Повышение эффективности технологии анаэробной переработки биоотходов применением электротехнического устройства контроля pH; автореф. к.т.н. – Саратов : 2015. – 22 с.

УДК 681.5:621.1

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ СТЕНДА ДВС

Япринцев А.В.
Научный руководитель Вольвак С.Ф.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Эффективное использование машинно-тракторного парка в сельском хозяйстве в значительной степени определяется уровнем организации технического сервиса [1].

На современном этапе развития сельского хозяйства существует острая необходимость в улучшении оснащения ремонтных мастерских хозяйств новым более совершенным оборудованием, так как основная нагрузка в поддержании работоспособного состояния техники приходится именно на неё [1].

Создание развёрнутой и хорошо организованной в технологическом и техническом аспектах сети предприятий технического сервиса машин является непременным условием успешной работы аграрного сектора экономики [1].

Собранные после ремонта двигатели обкатывают и испытывают на специальных стендах. Цель обкатки – приработка трущихся поверхностей и выявление дефектов, возникающих в результате допущенных при ремонте отклонений от технических требований. В процессе обкатки проводят окончательные регулировки и устраняют дефекты. Цель испытаний – комплексная оценка качества ремонта двигателя [2].

Обкатывают и испытывают двигатели в зависимости от их мощности на электрических тормозных стендах отечественного производства типов КИ или КС [3].

Возникла необходимость в совершенствовании системы управления электрооборудованием стенда ДВС. Схему электрическую принципиальную управления [4] стендом ДВС необходимо разрабатывать, предусмотрев возможность её работы в следующих режимах: ручной, холодной и горячей обкатки, с использованием регуляторов плавного пуска, что приведёт к существенному уменьшению энергопотребления цеха и повышению качества ремонта ДВС.

Список литературы

1. Чеботарев М.И., Дмитриев С.А., Кадыров М.Р. Обоснование ресурсного обеспечения предприятий технического сервиса АПК : учеб. пособие. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 97 с.

2. Обкатка и испытание двигателей. URL: https://ustroistvo-avtomobilya.ru/dvigatel/obkatka-i-ispy-tanie-dvigatelej/.

3. Стендовая обкатка двигателей. URL: https://stoiportal.ru/xolodnaya-obkatka-dvigatelya-xitryj-sposob.html.

4. Щербатюк М.В., Вендин С.В., Вольвак С.Ф. Электротехника и электроника : Учебно-методическое пособие. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – 102 с. EDN SRRQHZ.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АГРОБИЗНЕСЕ

Ан С.И., Белоусов С.В.
МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ВЫРАЩИВАНИЯ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР…….3
Бекетов А.В.
К АВТОМАТИЗАЦИИ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ МАШИННОГО ДОЕНИЯ
НА ЛИНЕЙНЫХ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ……..5
Белов С.А., Рыжков А.В.
ШТРИГЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ ДЛЯ СТЕРНЕВОГО КУЛЬТИВАТОРА……..7
Белоусов Н.Ю., Мерецкий С.В.
ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СОЧНЫХ КОРМОВ……9
Бекетов А.В., Букша Д.В.
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ НА УНИВЕРСАЛЬНОЙ
ДОИЛЬНОЙ СТАНЦИИ УДС-3Б……...11
Бибик Л.А., Саенко Ю.В.
СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ НА ФРАКЦИИ ЖИДКОГО
БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА……..13
Борзых Д.И., Скляров А.И.
АДАПТИВНЫЙ ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ……..15
Бородин И.В. Саенко Ю.В.
ВЛИЯНИЕ ОТТЕНКА ОСВЕЩЕНИЯ НА РОСТ РАСТЕНИЯ……17
Бородин И.В., Саенко Ю.В.
ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ……18
Букша Д.В., Борозенцев В.И.
ПЕРЕНОСНОЙ МАНИПУЛЯТОР ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ НА ЛИНЕЙНЫХ
ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ……...19
Васильев Д.Ю., Макаренко А.Н.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК……21
Васильев Д.Ю.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА……..23
Волохова К.С., Чехунов О.А.
УСТАНОВКИ ДЛЯ ВВОДА БИОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК В РАЦИОН ПТИЦЫ КЛЕТОЧНОГО
СОДЕРЖАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ……25
Дмитрийчук А.М., Мачкарин А.В.
АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ…….27
Заболотний В.О., Чехунов О.А.
ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ РОДИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ……..29
Заикин Д.К., Чехунов О.А.
ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ ЗЕРНОДРОБИЛКА……...31
Замулин А.И., Ломазов В.А.
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА БАЗЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ…….33
Зернов М.Р., Рыжков А.В.
ПРУЖИННАЯ БОРОНА……34
Зорин Е.А., Чехунов О.А.
УНИВЕРСАЛЬНАЯ РОБОТИЗИРОВАННАЯ ПЛАТФОРМА……..36
Иванков Г.А., Казаков К.В.
ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КОРМОВ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ…….39
Иващенко К.В., Казаков К.В.
АГРОАНАЛИТИК НА ЖАТКЕ……40
Ищенко Н.О., Рыжков А.В.
КУЛЬТИВАТОР ДЛЯ ПОЛОСОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ……..42
Кобяков Н.Р., Скляров А.И.
ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ ВЫЖИМАЮЩЕГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ……..44

Коваленко А.А., Рыжков А.В.
СПАРЕННЫЙ КАТОК ДЛЯ ДИСКАТОРА…….46
Ковтун И.А.
ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ АПК……48
Ковтун А.П., Стребков С.В., Ковтун И.А.
ПРИМЕНЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛА
И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ В СФЕРЕ ЖИВОТНОВОДСТВА……..50
Колесник В.В., Цыганков А.В., Колесников А.С.
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНОГО
ТИПА СМЕСИТЕЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АМИДНОГО ЖОМА……52
Колесник В.В., Цыганков А.В., Колесников А.С.
ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СМЕСИТЕЛЯ, КОНТАКТИРУЮЩИХ
С АГРЕССИВНОЙ СРЕДОЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АМИДНОГО ЖОМА…….53
Кулёв А.С., Казаков К.В.
МЕХАНИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОПОННОГО КОРМА…….54
Курганский Д.А., Казаков К.В.
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ В АГРОБИЗНЕСЕ……56
Кучеренко К.А., Саенко Ю.В.
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ…….57
Ладыгин Е.С., Чехунов О.А.
СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ……...59
Кислицын Э.Р., Левченко З.Н.
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ
РАБОТНИКОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ…….61
Лопарев А.С., Казаков К.В.
ПАРОВАЯ ЖОМОСУШКА……...63
Лопарев А.С., Казаков К.В.
МЕХАНИЗАЦИЯ УПАКОВКИ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА В РУЛОНЫ…….64
Мельников В.С.
СТРЕЛЬЧАТЫЕ ЛАПЫ КУЛЬТИВАТОРОВ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ……66
Науменко М.М., Минасян А.Г.
ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЛЕМЕХОВ…….68
Овчаренко А.А., Мачкарин А.В.
СРАВНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК ДЛЯ ВЫСЕВА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР……..69
Овчаренко А.А., Азаренко Е.В.
ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ В ПОСЕВНОЙ ПРОЦЕСС……...71
Петренко Д.С., Асыка А.В.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА СОСОК
В БЕЗВАКУУМНОМ ДОИЛЬНОМ СТАКАНЕ……..73
Петренко Д.С., Асыка А.В.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАШИННОГО ДОЕНИЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ
АППАРАТА С РЕГУЛИРУЕМЫМ ВАКУУМНЫМ РЕЖИМОМ……75
Петренко Д.С., Асыка А.В.
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ……..77
Петривский В.В., Макаренко А.Н.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ЭФФЕКТИВНЫЕ
МИКРООРГАНИЗМЫ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ…….79
Погорелов М.С., Минасян А.Г.
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И МИКРОСТРУКТУРЫ
ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ОБРАЗЦОВ СТАЛИ 65Г…….81
Ракитянский И.Н.
СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ……..82
Рощупкин Д.А., Минасян А.Г.
МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ПРУЖИНЫ РАСТЯЖЕНИЯ….....84

Рощупкин Д.А., Бородин И.В.
ГИДРОПОННЫЕ И АЭРОПОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА……85
Сазонов Н.И., Чехунов О.А.
СКРЕПЕРНЫЙ ПОДГРЕБАТЕЛЬ КОРМА НА КОРМОВОМ СТОЛЕ……86
Сигида М.А., Чехунов О.А.
СЕПАРАТОР НАВОЗНОЙ МАССЫ……88
Таранюк И.В., Слободюк А.П.
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ
В ЛАЗЕРНЫХ УСТАНОВКАХ В АПК……90
Тепляков Е.В., Кривцун Н.Н.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ……..92
Томилин Р.С., Мачкарин А.В.
ТЕХНОЛОГИЯ НУЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ……...94
Таранюк И.В., Слободюк А.П.
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ФИЛЬТРОВ И КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В ЗОНЕ
ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК……96
Трембач А.А., Мачкарин А.В.
ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ……...97
Таранюк И.В., Слободюк А.П.
СНИЖЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ И ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОГО СБОРА
ОТХОДОВ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ ЛАЗЕРНЫХ УСТАНОВОК В АПК……..99
Улимбашев М.М., Чехунов О.А.
РАСТВОРНЫЙ УЗЕЛ ПРИГОТОВЛЕНИЯ УДОБРЕНИЙ
ДЛЯ ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ……100
Фатеев С.А., Казаков К.В.
МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ ЖИВОТНЫМ……..102
Федорченко Е.С., Мачкарин А.В.
ПОСЕВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ……...104
Хачатурян С.Л., Макаренко А.Н.
РУЧНОЙ КОРМОРАЗДАТЧИК ВЛАЖНОГО КОРМА……...106
Холин Д.В., Мартынов Е.А.
К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕНОСНОГО МАНИПУЛЯТОРА
ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ……108
Цыганков А.В., Колесник В.В., Колесников А.С.
БУДУЩЕЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДОЗАТОРОВ ЖИДКОСТЕЙ
НА ПРОИЗВОДСТВЕ……...110
Цыганков А.В., Колесник В.В., Колесников А.С.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДОЗАТОРА
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ……..111
Черняева А.А., Клёсов Д.Н.
АВТОМАТИЗАЦИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДОЗИРОВАНИЯ
ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ КРС……112
Чехунов А.О., Бережная И.Ш.
АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВЕТЕРИНАРИИ……...113
Чихичин В.С.
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ КОТЕЛЬНЫХ……115
Шадрин К.А., Макаренко А.Н.
ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ……117
Широков М.С., Саенко Ю.В.
ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР……119
Шостак И.В., Артамонова О.А.
СОВРЕМЕННЫЕ ПОСЕВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ……121
Юдин А.А., Рыжков А.В.
РОТАЦИОННАЯ БОРОНА……123
Ямпольский Д.А., Рыжков А.В.
ЦЕПОЧНО-ДИСКОВЫЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ……...125

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Беляев К.Г.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА……...127
Бережной Е.С., Фролов Н.Ю.
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ ОЗОНИРОВАНИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА……..128
Боровец И.Е., Вольвак С.Ф.
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА ЯБЛОЧНОГО СОКА……130
Горбачев Р.М., Ульянцев Ю.Н.
ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В АГРАРНОЙ СФЕРЕ……..131
Данилов Д.А., Мануйленко А.Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИММЕРНЫХ УСТРОЙСТВ……133
Заскалько В.В., Вольвак С.Ф.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ МУКИ……135
Звягинцев В.С., Страхов В.Ю.
СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПТИЦЕФЕРМ……..136
Калиниченко Е.Г., Страхов В.Ю.
СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ……138
Калиниченко Е.Г., Фролов Н.Ю.
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН СОИ ПЕРЕД ПОСЕВОМ……140
Карайченцев Н.М., Ульянцев Ю.Н.
АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА……...142
Ковтун А.П., Ковтун И.А., Стребков С.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГРУППОВЫХ СЕТЯХ ОСВЕЩЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СВЕТОДИОДНЫЕ LED-СВЕТИЛЬНИКИ……144
Козацкий В.В., Ажиппо А.Г.
ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ НАГРУЗОЧНОГО РЕЖИМА ОБКАТОЧНО-ТОРМОЗНОГО СТЕНДА ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ……146
Колесников Д.В., Ульянцев Ю.Н.
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ЗЕРНОХРАНИЛИЩЕ……..148
Колосов В.С., Мануйленко А.Н.
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АПК……150
Конотопченко А.А., Мануйленко А.Н.
ЭЛЕКТРОАЭРОЗОЛЬНАЯ ДЕЗИНФЕКЦИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ…….152
Корнев И.А., Шахбазян Р.В.
ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫВОДИМОСТИ ЯИЦ……154
Кузьменко Р.Ю., Килин, С.В.
СПОСОБЫ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ……..155
Кузьменко Р.Ю., Малахов А.Н.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОНИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ И ПОЧВЫ……..157
Кузьменко Р.Ю., Шахбазян Р.В.
АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОММУТАТОР ОБМОТОК СТАТОРА МНОГОСКОРОСТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА……159
Кулумбегов Т.И., Ульянцев Ю.Н.
АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ……160
Кульпин В.Ю., Вольвак С.Ф.
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СУШКОЙ ЗЕРНА……...162

Лобанов К.С., Корнев И.А.
ОЗОНИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ КАК ТЕХНОЛОГИЯ САНАЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ
В ПРОМЫШЛЕННОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ……163
Лукинов Д.А., Страхов В.Ю.
АВТОМАТИЗАЦИЯ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ……165
Лукинов Д.А., Страхов В.Ю.
ДОСВЕЧИВАНИЕ ПРИ ПРОРАЩИВАНИИ ЗЕРНА НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ……..167
Лукинов Д.А., Страхов В.Ю.
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПОЧВЕННО-ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ….169
Макаров М.А., Шахбазян Р.В.
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ…….171
Мануйленко Р.Н., Мануйленко А.Н.
ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ……...172
Мануйленко Р.Н., Фролов Н.Ю.
ОЗОНИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ…….174
Манышев С.А., Мануйленко А.Н.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ
В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ И ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ ЗАКРЫТОГО ТИПА.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДЕЗИНФЕКЦИИ…….176
Маслов С.С.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОМ
ДЛЯ СЖИГАНИЯ ЛУЗГИ КЛЕЩЕВИНЫ……178
Попов С.О., Шахбазян Р.В.
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРУШЕНИЯ СВОДОВ В СИЛОСАХ…….179
Приходько А.В., Седогин М.А., Белоусов А.В.
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО СВЕТОДИОДНОГО
ОСВЕЩЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ……180
Протопопов К.Р., Мануйленко А.Н.
АЭРОИОНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРООЗОНИРОВАНИЕ КАК МЕТОДЫ САНАЦИИ ВОЗДУХА
И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПТИЦЫ……...182
Пустоселов И.Ю., Страхов В.Ю.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ…….184
Пушкарева Т.Э.
АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОИ……...185
Пушкарева Т.Э.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН……...187
Сашурин Д.И.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН……..189
Седогин М.А., Приходько А.В., Белоусов А.В.
СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ОСВЕЩЕННОСТИ
СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА……...190
Семашко В.Е.
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ЗЕРНА…….192
Синягин К.А., Страхов В.Ю.
ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ И КОРМЛЕНИЯ В СВИНОКОМПЛЕКСАХ……193
Скляр Д.И., Ульянцев Ю.Н.
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ РАСХОДОМЕР ДЛЯ НУЖД
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА……..195
Стахарюк А.М.
АНАЛИЗ АСКУЭ ПРЕДПРИЯТИЯ……196
Тарутин И.А., Страхов В.Ю.
СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ В ТЕПЛИЦЕ……197
Тарутин И.А., Кокарев П.Ю.
ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ НАВОЗОУБОРОЧНЫХ ТРАНСПОРТЁРОВ: ВЫБОР И ЭКСПЛУАТАЦИЯ…..198

Тарутин И.А., Корнев И.А.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МИКРОКЛИМАТА В СВИНАРНИКЕ……..200
Тимофеев Д.Д, Мануйленко А.Н.
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЙ СПОСОБ ДЕЗИНФЕКЦИИ И ДЕЗИНСЕКЦИИ ЗЕРНА……201
Тимохин М.Г., Шахбазян Р.В.
ОБЛУЧАТЕЛЬ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАССАДЫ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ……203
Толок О.А., Мануйленко А.Н.
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ
И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ……...204
Усачев М.В., Ульянцев Ю.Н.
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭЛЕКТРОПРИВОД ХАРАКТЕРИСТИК
ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ…….206
Фанин Н.С., Мануйленко А.Н.
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ ПРОВОДОВ
ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ……..208
Фроленко М.К., Шкарупа А.Р.
АКТИВАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗЕРНА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ
НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ ЖИВОТНЫМ И ПТИЦАМ……210
Фролов Н.Ю., Малахов А.Н.
АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕКТОРА ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ…….212
Фролов Н.Ю., Шахбазян Р.В.
ВЛИЯНИЕ АВАРИЙНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ
НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА……214
Фролов Н.Ю., Шахбазян Р.В.
СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПТИЧНИКА ДЛЯ КУР-НЕСУШЕК……215
Хорошилов Д.Ю., Вольвак С.Ф.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ
ЦЕНТРИФУГИ САХАРНОГО ЗАВОДА……...216
Шаповалов А.В., Ульянцев Ю.Н.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПТИЦЫ В КЛЕТОЧНЫХ БАТАРЕЯХ..…217
Шершнев И.В., Вольвак С.Ф.
АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИЕЙ ПРОИЗВОДСТВА
КОНСЕРВИРОВАННОГО ЗЕЛЁНОГО ГОРОШКА……218
Шипилов Е.Р., Мануйленко А.Н.
ОЧИСТКА И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ……219
Щербинин И.М., Шахбазян Р.В.
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ В ПРОЦЕССАХ
АНАЭРОБНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ……221
Япринцев А.В.
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ СТЕНДА ДВС……222

СОДЕРЖАНИЕ……..…223

Работы публикуются в авторской редакции.
Редакционная коллегия не несёт ответственности
за достоверность публикуемой информации.

Компьютерная вёрстка: Манохин А.А., Строева О.М.

Подписано в печать Уч.- изд.л.
Усл.печ.л. Тираж экз. Заказ №
308503, Белгородская область, Белгородский район, пос. Майский
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ