

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

**МАТЕРИАЛЫ**  
**XXVII МЕЖДУНАРОДНОЙ**  
**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ**  
**КОНФЕРЕНЦИИ**

**«ВЫЗОВЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ**  
**В АГРАРНОЙ НАУКЕ»**

**12 апреля 2023 г.**

**ТОМ 4**



**Майский, 2023**

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

Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции «**Вызовы и инновационные решения в аграрной науке**» (12 апреля 2023 года): в 4 томах. Т. 4. – Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. – 339 с.

В четвертый том вошли тезисы докладов по секциям: *технические системы в агробизнесе, технический сервис в АПК, электрооборудование и электро-технологии в сельском хозяйстве, цифровизация АПК.*

#### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

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

# ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АГРОБИЗНЕСЕ

УДК 631.331.022

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**Андреев А.Н.**

ФГОУ ВО Санкт-Петербургский ГМУ, г. Санкт-Петербург, Россия

В период интенсификации селекционного производства при разведении новых сортов культур существующие сеялки типа СН-16 перестали удовлетворять возрастающим требованиям по качеству проведения селекционных посевов. К тому же, особая важность посева связана с тем то, что селекционная работа по размножению новых сортов, связана с использованием дорогого, порою редкого посевного материала. В последнее время в связи с внешней политикой нашего государства вопрос импортозамещения сельскохозяйственной продукции стал наиболее актуален, а требования к производителям сельскохозяйственной продукции возросли. Это неоднократно подчеркивается в докладах руководителей министерства сельского хозяйства, как страны. Важную роль в сельскохозяйственном растениеводстве имеет развитие семеноводства и воспроизведения улучшенных и более качественных сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к засухе, вредителям, болезням и другим вредным факторам [1]. Выведением новых сортов, как известно, занимается такая отрасль селекции и семеноводства. Интенсификация селекционного производства с/х культур связана с получением новых высокоурожайных продуктивных сортов. Важной процедурой при этом является посев, от качества проведения которого непосредственно зависит будущее развитие растений и в конечном итоге урожайность. Весьма важным фактором также является также плодородие почвы и среда, в которой развивается растение. В настоящее время для повышения плодородия почвы применяется внесение органических, минеральных удобрений, которые вносятся при обработке почвы, перед посевом, а также во время роста и развития растений поверхностным разбрасыванием и распылением. Однако применение органических удобрений сдерживается малым поголовьем в животноводстве, а применение минеральных удобрений приводит к порой к неконтролируемому накоплению нитратов в почве и в самой продукции [2, 3]. Опыт ведения современного международного сельского хозяйства показывает положительные стороны применения биогумуса. Биогумус – органическое удобрение, продукт переработки различных органических веществ сельского хозяйства дождевыми червями (чаще всего *Eisenia foetida* и *Lumbricus rubellus*). Эти вещества также называются субстратом и они являются пищей для червей. Биогумус выделяется из их пищеварительного тракта. Субстрат может быть разным: практически любой навоз, остатки силоса, солома, птичий помет, различные отходы пищевой промышленности. Биогумус может быть в виде жидкой субстанции и в виде порошка. Особенно высокий результат биогумус показывает

во время раннего прорастания семян и первоначальной жизнедеятельности растения. Оптимальным будет являться прорастание семени в контакте с биогумусно-почвенной смеси. Это может обеспечиться только во время проведения посева.

Применительно к посеву, на наш взгляд, самым оптимальным условием является расположение семени так, чтобы вокруг него находилась равномерная структура питательного слоя. Принимая во внимание преимущества и недостатки, перспективным направлением является отбор порошкообразных удобрений с отбором порошка потоком воздуха из эжекторного устройства. Нами предлагается оснастить пневматическую селекционную сеялку устройством, позволяющим дозировать порошковидный биогумус, вместе с семенами [4]. Предлагаемая технологическая схема позволяет максимально приблизить питательные вещества из биогумуса к семени и впоследствии к корням будущего растения. Дозирующее устройство встраивается в пневмо-транспортирующую систему между вентилятором и высевальным аппаратом. Поток воздуха, создаваемый вентилятором, высасывает (выдувает) порошковый биогумус, который непрерывно подается дозирующим устройством за счет постоянной подачи. Далее поток распыленного биогумуса проходит через эжекторное устройство высевального аппарата и смешивается с семенами. Таким образом, по семяпроводу для заделки в почву продвигаются высевальные семена, вокруг которых образуется постоянное равномерное «облако» биогумуса. В конечном итоге в почву заделываются не семена, а семя-биогумусная смесь. Норма дозирования потока порошкообразного биогумуса может регулироваться за счет размеров проходного окна дозатора. Таким образом, научная гипотеза нашей разработки заключается в том, что, создав равномерное питательное поле вокруг семени, мы получим оптимальную среду для роста и развития семени и растения.

#### Список литературы

1. Скурятин, Н.Ф. Повышение эффективности комбинированного посева зерновых / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 1 (21). – С. 61–71.
2. Андреев, А.Н. Совершенствование процесса высева селекционными сеялками / А.Н. Андреев // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности. Сб. научн. трудов, ч. 9. Из-во ТРОО, Тамбов 2013, 163 с.
3. Мачкарин, А.В. Технологии посева зерновых культур / А.В. Мачкарин // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», Майский, 28–29 мая 2019 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 90. – EDN KBHSWJ.
4. Андреев, А.Н. Совершенствование высевальных систем селекционных сеялок / А.Н. Андреев // Актуальные вопросы и перспективы развития с\х наук. Сб. научн. трудов по итогам международной научно-практич. Конференции. № 2 Омск, 2015. 51 с.

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОСЕВА АМАРАНТА МЕТЕЛЬЧАТОГО В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

**Артамонов Е.И., Артамонова О.А.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

Развитие животноводства в Самарской области остро ставит вопрос в необходимости использования высокоэффективных кормов. Амарант метельчатый является одной из перспективных нетрадиционных культур с высокими продуктивными показателями, привлекающий интерес сельхоз товаропроизводителей в последние годы [1].

В Поволжский НИИСС им. П.Н. Константинова Самарской области выведено 2 сорта амаранта «Кинельский 254» на кормовые цели и зерновой, находящийся на лицензировании.

Анализ агропрактики показывает, что урожайность зерна и зеленой массы амаранта превышает в 2 и более раза урожайность традиционных кормовых и зерновых культур [1, 2], а содержание протеина, клетчатки, жиров и аминокислот выше, чем у данных культур [2], что определяет его питательную ценность.

Основной проблемой массового возделывания амаранта является отсутствие сеялок, позволяющий осуществлять его высев в соответствии с агро требованиями. Точность распределения семян в рядке должна составлять 4...5 см.

Амарант является мелкосеменной культурой, семена округлой формы диаметром от 0,8 до 1,2 мм и низким коэффициентом трения, вес 1000 семян всего 0,8 г. Существующие конструкции дозаторов сеялок не способны обеспечить требуемую норму посева и продольную равномерность распределения в рядке.

В хозяйствах АПК и селекционных институтах посев культуры производят зерновыми и овощными сеялками, смешивая семена с балластом, песком или невсхожими семенами. При этом за счет потерь в неплотности дозирующего аппарата и транспортирующей системы норму посева увеличивают до 1,5-2,5 кг/га. Это в дальнейшем даже с учетом различных видов операций прореживания, все равно приводит к загущению, внутривидовой борьбе растений и снижению урожайности зерна 2,3 т/га, а зеленой массы до 32 т/га [2].

Многолетний опыт возделывания амаранта в селекционном производстве в Поволжский НИИСС им. П.Н. Константинова показал, что в агроклиматических условия Самарской области норма посева семян должна составлять 0,3...0,5 кг/га, с продольной равномерностью в рядке не менее 0,8%. В этом случае урожайность зерна может достигать 5,6 т/га, зеленой массы до 70 т/га [2].

Проведенный анализ конструкций современных сеялок их дозирующих аппаратов и транспортирующих систем, а также способов посева показал, что для пунктирного посева амаранта метельчатого целесообразно разрабатывать механические высевальные устройства непрерывного действия, принудительного выброса с вертикальным ячеистым-диском и пассивным отражателем клино-

видной формы, позволяющие захватывать семена, отражать и отводить «лишние» не зававшие в ячейки, обеспечивать устойчивое транспортирование без травмирования до выбрасывания в борозду. Учитывая недостатки высевальных устройств, способных провести посев амаранта, такие, как: не соответствие межсеменных интервалов агротребованиям для посева культуры, повреждаемость семенного материала, не герметичность в двигающихся элементах конструкций сеялок, была разработана экспериментальная сеялка конструктивно-технологической новизны конструкции которой подтверждена патентами РФ на изобретение и на полезную [3, 4, 5, 6].

Исследования влияния продольной равномерности посева проводились на полях размножения сортов в Поволжский НИИСС им. П.Н. Константинова, где получили следующие результаты: коэффициент вариации распределения интервалов между семенами при посеве экспериментальной сеялкой составил  $v = 22\%$ , а при посеве контрольной составил  $v = 65\%$ .

Это позволяет сделать вывод, что качество распределения семян при посеве экспериментальной сеялкой 2,95 раза лучше, чем на контроле.

По данным Поволжского НИИСС им. Константинова, за последние 5 лет урожайность амаранта на селекционных участках предварительного размножения, засеянных экспериментальной сеялкой, на зеленую массу и семена превосходила урожайность с контрольных участков на 24 и 35%, а в урожайные годы в два и более раза.

#### Список литературы

1. Казарин, В.Ф. Амарант – высокопластичная культура // Агро-Информ. – 2012. – № 7. – С. 18–20.
2. Казарина, А.В. Особенности агротехнологии возделывания амаранта в самарском заволжье // Известия Самарской ГСХА. – 2015. – № 4. – С. 7–11.
3. Артамонов, Е.И. Влияние равномерности посева ячеистодисковым высевальным аппаратом на урожайность амаранта метельчатого / С.Н. Жильцов, Д.Н. Котов, А.В. Семёнов // Известия Оренбургского ГАУ. – 2019. – № 1. – С. 44–45.
4. Сельскохозяйственные машины / Саенко Ю.В., Чехунов О.А., Макаренко А.Н. и др. Учебное пособие для студентов по направлению подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия. Майский, 2021.
5. Пат. № 61981 РФ, МПК А01С 7/04. Высевальное устройство / Артамонов Е.И. – № 2006139918/22 ; заявл. 10.11.06 ; опубл. 27.03.07, Бюл. № 9. – 2 с.
6. Пат. № 2347349 РФ, МПК А01С 7/04. Высевальное устройство / Артамонов Е.И., Гниломедов В.П. – № 2006139884/12 ; заявл. 10.11.06 ; опубл. 27.02.09, Бюл. №6. – 4 с.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫСЕВА БОБОВЫХ ТРАВ ЗАМОЧЕННЫМИ СЕМЕНАМИ**

**Артамонова О.А., Котов Д.Н.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Основной проблемой при возделывании бобовых трав является получение ранних не изреженных всходов. На полевую всхожесть бобовых трав в значительной мере влияют наличие достаточного количества влаги в посевном горизонте и погодные условия региона возделывания, так как семена этих культур предъявляют повышенные требования к влаге, необходимой для набухания и прорастания [1, 2].

Обеспечить семена достаточным количеством влаги, особенно в регионах с недостаточностью и неравномерностью поступления осадков в весенний период, возможно за счет высева замоченными семенами, что способствует получению ранних и дружных всходов. Однако семена при замачивании приобретают свойство связности, переходя в категорию трудносыпучих, что затрудняет их высеивание существующими посевными машинами [3, 4].

Для высева замоченных семян на кафедре «механика и инженерная графика» Самарского ГАУ был разработан торсионно-штифтовый высеивающий аппарат [5].

Лабораторно-полевые исследования работы высеивающего устройства, проводимые на опытных делянках Поволжского НИИСС им. Константинова филиала СамНЦ РАН, позволили выявить увеличение полевой всхожести посевного материала, в качестве которого использовались семена донника белого сорта «Средневолжский» и эспарцета песчаного сорта «Эспарцет песчаный-II». Замачивание посевного материала осуществлялось по разработанной технологии, семена донника выдерживались в воде комнатной температуры 3 часа, эспарцета 8 часов [6].

Полевая всхожесть на посевах замоченными семенами возросла на 15...23% по сравнению посевами воздушно-сухими семенами. Что способствовало увеличению урожайности семян на 43% и зеленой массы на 33% по сравнению с урожайностью с посевов воздушно-сухих семян.

Однако в процессе исследований разработанного высеивающего устройства возникло предположение о возможном травмировании замоченных семян подвижными штифтами в процессе дозирования вследствие чего были проведены исследования замоченного посевного материала бобовых трав для выявления усилия, при превышении которого происходит повреждение семян.

Анализируя полученные результаты установлено, что замоченные семена эспарцета песчаного повреждаются при усилии в 76 Н, в то время как для травмирования замоченных семян донника белого достаточно всего 5 Н. Интерпретируя полученные значения установлено, что рабочие органы высеивающих

устройств не должны воздействовать на массу замоченных семян с усилием, превышающим 5 Н.

Вследствие чего было принято решение о совершенствовании конструкции разработанного высевающего устройства заменой втулок с подвижными штифтами, установленными с возможностью поворота на радиальном пальце, на гибкие штифты.

Конструктивно они выполнены в виде цилиндрических стержней из упругого материала, что снижает усилие воздействия штифтов на массу замоченных семян при транспортировании ее до высевного окна. Гибкие штифты жестко закрепляются на радиальных пальцах в ряд на одинаковом расстоянии друг от друга в одной вертикальной плоскости. На данное техническое решение получен патент РФ на полезную модель № 212089 [7].

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что посев бобовых трав замоченными семенами способствует повышению полевой всхожести и, как следствие, урожайности культур. Использование для посева замоченных семян разработанных высевающих устройств позволяет получить посевы высокого качества с соблюдением агротехнической погрешности травмирования семян.

#### Список литературы

1. Медведев Г.А., Многолетние травы при орошении [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://agrolib.ru/books/item/f00/s00/z0000043/st004.shtml> – Загл. с экрана.
2. Скурятин Н.Ф., Новицкий А.С., Повышение эффективности комбинированного посева зерновых. Инновации в АПК: проблемы и перспективы, 2019. № 1 (21). С. 61–71.
3. Петров А.М. Обоснование технологии посева и параметров штифтового высевающего аппарата пневматической сеялки для посева замоченных семян козлятника восточного: диссертация кандидата технических наук. Саратов, 1994. 214 с.
4. Мачкарин А.В., Технологии посева зерновых культур. Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее: Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее». Майский, 28–29 мая 2019 года. Том 1. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. С. 90. – EDN KBHSWJ.
5. Крючин Н.П., Петров А.М., Артамонова О.А., Разработка технологии предпосевной подготовки семян бобовых трав. Известия Оренбургского ГАУ. 2018. № 5. С. 99–102.
6. Патент № 158525. РФ. Торсионно-штифтовый высевающий аппарат / Н.П. Крючин, О.А. Артамонова, Д.Н. Котов, Е.И. Артамонов – № 2015122920/13; заяв. 15.06.2015; опуб. 10.01.2016, Бюл. № 1. – 2 с.
7. Патент № 212089. РФ. Штифтовый высевающий аппарат / О.А. Артамонова, Д.Н. Котов, С.В. Вдовкин, Е.И. Артамонов, В.Е. Артамонов – № 2022107031; заяв. 17.03.2022; опуб. 06.07.2022, Бюл. № 19. – 6 с.

## **РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВ**

**Аюгин Н.П.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, п. Октябрьский, Россия

Многочисленные исследования ученых свидетельствуют, что усваиваемость кормов животными во много зависит от их сбалансированности по питательным веществам, а также от размеров частиц корма. При размерах частиц корма больше установленных зоотехническими требованиями происходит недостаточно полное их переваривание организмом животных, а при размерах меньше установленных зоотехническими требованиями животное плохо пережёвывает корм, в результате чего он недостаточно обильно смачивается слюной и частично проглатывается непережёванным [1-4].

Кроме того, измельчение кормов решает задачу по улучшению условий механизации и автоматизации процессов смешивания, дозирования и раздачи кормов животным.

В настоящее время промышленность страны выпускает измельчители кормов, которые работают по давно известным и устаревшим принципам и схемам, что негативно сказывается на энергозатратах измельчения и качестве получаемого корма, а также на спросе средств механизации аналогичного назначения. Большая конкуренция на рынке измельчителей кормов предъявляет все более жесткие требования к конструктивным, энергетическим и эксплуатационным характеристикам измельчителей, а также качественным показателям выполнения самого процесса.

Наибольшее распространение получили машины, использующие способ измельчения резанием, поскольку резание, по сравнению с разрушением материала ударом или смятием, является наименее энергоемким. К тому же при ударе разрушающих элементов по измельчаемому продукту из них выделяется клеточный сок, что противоречит зоотехническим требованиям.

Это делает актуальными вопросы всесторонних исследований процесса резания различных кормов с целью усовершенствования как самого процесса, так и оборудования, предназначенного для его осуществления.

Исследование процесса резания кормов является задачей со сложной структурой, из-за большого количества факторов, оказывающих влияние на процесс измельчения.

Также следует учитывать, что они оказывают сложное взаимовлияние на процесс резания, причем комбинации факторов могут существенно влиять на характер взаимодействия.

Для изучения процесса резания кормов растительного происхождения в ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ была создана лабораторная установка по принципу ротационного копра, которая позволила обеспечить скорость резания достаточно в широком интервале [5-6].

Принцип лабораторной установки в следующем. Нож установки закреплен на маховике, насаженном на вал, крутящий момент на который передается от электродвигателя через ременную передачу и обгонную муфту. При частоте вращения маховика, соответствующей необходимой скорости резания кормового материала через пульт управления отключается электродвигатель с целью исключения влияния момента инерции электродвигателя и осуществляется подача образца материала в плоскость резания ножа. Для кратковременной подачи исследуемого материала в плоскость резания ножа в обмотку соленоида устройства подачи материала на мгновение подается ток, который выдвигает сердечник–фиксатор с закрепленным исследуемым материалом в плоскость резания, затем сердечник–фиксатор возвращается в исходное положение.

Тензодатчик, смонтирован на фиксаторе и позволяет регистрировать усилие резания. Сигнал от тензодатчика поступает в усилитель затем в аналогово-цифровой преобразователь и передается на экран персонального компьютера.

Частота вращения маховика после среза ножом образца исследуемого материала фиксируется тахометром. Работа, затрачиваемая на срез образца, снижает частоту вращения маховика.

#### Список литературы

1. Минасян А.Г. Методика расчета геометрического профиля напряженных сегментов для валковых измельчителей / А.Г. Минасян, А.С. Колесников // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 2 (34). С. 59–65.
2. Вольвак С.Ф. Теоретические исследования процесса выгрузки измельчённых кормов / С.Ф. Вольвак, В.И. Шаповалов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 3 (35). С. 39–46.
3. Вольвак С.Ф. Исследование процесса измельчения концентрированных кормов / С.Ф. Вольвак, В.И. Шаповалов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). С. 14–24.
4. Вендин С.В. Дробилка для измельчения пророщенного зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.А. Семернина // Сельский механизатор. 2021. № 1. С. 18–19.
5. Пат. 73153 Российская Федерация, МПК А01F 29/00. Измельчитель корнеклубнеплодов / В.И. Курдюмов, Н.П. Аюгин; заявитель и патентообладатель УГСХА. – № 2007143047/22; заявл. 20.11.2007; опубл. 20.05.2008, Бюл. № 12.
6. Пат. 2369082 Российская Федерация, МПК А01F 29/00. Измельчитель корнеклубнеплодов / В.И. Курдюмов, Н.П. Аюгин, М.Н. Лемаева; заявитель и патентообладатель УГСХА. – № 2007148370/12; заявл. 24.12.2007; опубл. 10.10.2009, Бюл. № 17.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВ

Аюгин Н.П.

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, п. Октябрьский, Россия

К базовым параметрам, влияющих на энергетические составляющие процесса резания кормов при подготовке их к скармливанию можно отнести: скорость резания, геометрические параметры ножа [1-4].

1. Скорость резания. Скорость резания является одним из важнейших параметров, влияющих на значение удельной работы резания кормовых материалов, кроме того, значение данного параметра напрямую влияет на производительность режущего аппарата измельчителя и размер измельченных частиц корма.

2. Угол заточки. Исследования, проведенные многочисленными учеными, свидетельствует об однозначном снижении удельной работы резания кормов при снижении угла заточки ножа (угла, образованном фасками лезвия ножа к его режущей кромке, измеряемый в плоскости перпендикулярный к его кромке).

Рекомендации по подбору оптимального угла заточки режущего аппарата измельчителей кормов можно свести к следующему правилу. Для снижения энергозатрат при резании кормов необходимо обеспечить минимальный угол заточки ножей. Однако при снижении значения данного параметра снижается износостойкость и прочность ножа, что негативно сказывается на надежности измельчителей.

3. Угол скольжения. При разработке режущих аппаратов измельчителей большое значение уделяется обоснованию угла скольжения его ножей. Влияние угла скольжения на энергетические показатели резания общепризнано.

4. Толщина режущего элемента. Экспериментальные исследования свидетельствуют, что с увеличением толщины ножа удельная работа резания увеличивается. В большинстве режущих аппаратов кормоизмельчительных машин толщина ножей варьируется в интервале от 5 до 15 мм.

5. Зазор между кромками лезвий режущей пары. Немаловажное значение на изменение удельной работы резания кормовых материалов оказывает зазор между кромками лезвий режущей пары.

Н.Е. Резник установил, что при резании большинства кормовых материалов при увеличении зазора между кромками лезвий режущей пары с 2 до 10 мм происходит увеличение удельной работы резания в 1,4...5 раз в зависимости от измельчаемой культуры и геометрических параметров ножей.

Для изучения процесса резания кормов растительного происхождения в ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ была создана лабораторная установка по принципу ротационного копра с регулируемым режущим элементом [5-6].

Результаты исследования свидетельствует, что при резании картофеля, кормовой свеклы и моркови происходит снижение удельной работы резания при значении угла скольжения  $\tau = 30...35^\circ$  на 37...25% по сравнению с  $\tau = 0^\circ$ ,

при дальнейшем увеличении угла скольжения до  $70^\circ$  происходит увеличение удельной работы резания на 5%.

При резании кукурузы снижение удельной работы резания происходит при угле скольжения равном  $55...65^\circ$ , причем снижение происходит на  $15...37\%$  в зависимости от исследуемого материала (листья, початки и стебли). При увеличении угла скольжения до  $70^\circ$  удельная работа резания ниже, чем при  $\tau = 0^\circ$  на  $6...28\%$ .

При резании соломы озимой пшеницы снижение удельной работы резания составляет лишь 3% при угле скольжения  $30...45^\circ$ . При увеличении угла скольжения до  $70^\circ$  удельная работа резания увеличивается, чем при  $\tau = 0^\circ$  на 10%.

Данная зависимость характерна для широкого интервала скоростей резания исследуемых материалов (от 2 до 10 м/с), различия вписываются в погрешность измерений.

Снижение удельной работы резания кормов связано с трансформацией угла заточки.

При увеличении толщины ножа с 3 до 6 мм удельная работа резания увеличивается на  $40...70\%$  в зависимости от разрезаемого материала. Это связано с тем, что при резании лезвием разрушающее воздействие в большей степени оказывает кромка лезвия ножа, а не его толщина. По мере увеличения толщины лезвия ножа происходит снижение интенсивности роста удельной работы резания кормового материала.

#### Список литературы

1. Минасян А.Г. Методика расчета геометрического профиля напряженных сегментов для валковых измельчителей / А.Г. Минасян, А.С. Колесников // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 2 (34). С. 59–65.
2. Вольвак С.Ф. Теоретические исследования процесса выгрузки измельчённых кормов / С.Ф. Вольвак, В.И. Шаповалов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 3 (35). С. 39–46.
3. Вольвак С.Ф. Исследование процесса измельчения концентрированных кормов / С.Ф. Вольвак, В.И. Шаповалов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). С. 14–24.
4. Вендин С.В. Дробилка для измельчения пророщенного зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.А. Семернина / Сельский механизатор. 2021. № 1. С. 18–19.
5. Пат. 73153 Российская Федерация, МПК А01F 29/00. Измельчитель корнеклубнеплодов / В.И. Курдюмов, Н.П. Аюгин; заявитель и патентообладатель УГСХА. – № 2007143047/22; заявл. 20.11.2007; опубл. 20.05.2008, Бюл. № 12.
6. Пат. 2369082 Российская Федерация, МПК А01F 29/00. Измельчитель корнеклубнеплодов / В.И. Курдюмов, Н.П. Аюгин, М.Н. Лемаева; заявитель и патентообладатель УГСХА. – № 2007148370/12; заявл. 24.12.2007; опубл. 10.10.2009, Бюл. № 17.

## ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ПУЛЬСАТОРА АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

**Ужик В.Ф.**, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород  
**Китаёва О.В.**, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород  
**Бабешко Ю.С.**, аспирант кафедры машин и оборудования в агробизнесе,  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород

Доение – одна из самых трудоёмких механизированных операций в животноводстве и от того насколько сильно этот процесс будет приближен к физиологии животного зависит не только молочная продуктивность, но и его здоровье. Существует множество факторов, влияющих на эффективность доения коров, основополагающей частью которых является своевременное выполнение доильных операций. Доильные операции можно разделить на три фазы: подготовительную, основную и заключительную. Главной чертой эффективности выполнения основной операции является физиологическое соответствие доильного оборудования животному. При проведении основной доильной операции могут возникать такие явления, как чрезмерное или недостаточное давление вакуума в подсосковом пространстве, а также некорректная работа пульсатора доильного аппарата. Пульсатор – это механизм, за счёт которого происходит преобразование постоянного разряжения в переменное [1]. Как известно, пульсатор является тем самым компонентом доильной установки, который играет фундаментальную роль в операции доения, от самых простых, таких как доение в ёмкость, до наиболее усовершенствованных, где используется робот. Устройство задаёт множество параметров доильной установки, таких как смену тактов, частоту пульсаций, влияние вакуума на вымя и соски животного, производительность [2].

Пульсаторы делятся на два основных типа: - одновременного и попарного доения. Многочисленные исследования влияния попарного и одновременного доения выявили, что механизм попарного доения ближе всего к естественному получению молока, что влечёт снижение стресса, а также риска заболевания различными болезнями молокоproduцирующей системы животного.

По принципу работы пульсаторы можно подразделить на четыре основные группы: электромагнитные, поршневые, шариковые и мембранные [3].

Механизм работы пульсатора поршневого типа заключается в возвратно-поступательных движениях поршня в цилиндре, за счёт действия вакуума и атмосферного давления. Вследствие чего система поочерёдно контактирует с вакуумом и воздухом. Основными минусами пульсатора поршневого типа является отсутствие возможности попарного доения, а также необходимость производить частое своевременное обслуживание, так как отсутствие смазки в цилиндропоршневой группе влечёт за собой изменение частоты пульсаций.

Мембранные пульсаторы по механизму своей работы схожи с поршневыми, но в них функцию поршня выполняет мембрана, приводимая в движение за счет перепада давления и смещающая при этом стержень с двумя клапанами.

Электромагнитные пульсаторы отличаются от предыдущих наличием другой движущей силы. Если в устройствах поршневого и мембранного типа этой силой является вакуум, то для работы этого механизма необходим переменный или постоянный ток с напряжением 12 или 24 В. В конструкции электромагнитного пульсатора затворным механизмом является ферромагнитный стержень, блокирующий под действием электромагнитной индукции поступление в камеру доильного стакана атмосферного воздуха и вакуума, что обеспечивает открытие и закрытие сосковой резины.

Шариковый механизм применяется в аппаратах, где для каждого стакана используется свой пульсатор. Устройство имеет крайне простую конструкцию. Цилиндр с большим и меньшим шариками, имеющий патрубок пульсирующего и постоянного вакуума. Недостатком известного шарикового пульсатора является то, что он не обеспечивает постоянное число пульсаций при отклонении его от вертикального положения [4].

Основным недостатком вышеперечисленных конструктивных особенностей пульсаторов является отсутствие возможности автоматического регулирования смены тактов и частоты пульсаций в зависимости от интенсивности потока молока [5]. Так как доли вымени коровы развиты неравномерно, их менее продуктивные части подвергаются избыточному вакуумному воздействию, что в свою очередь приводит к уменьшению скорости молокоотдачи и продуктивности, а также развитию различных заболеваний вымени, одно из которых мастит. Разработка пульсатора адаптивного доильного аппарата предполагает прямую взаимосвязь между потоком молока и автоматическим внесением корректив в параметры пульсирующего устройства относительно каждой доли вымени. Таким образом, разработка пульсатора адаптивного доильного аппарата является актуальной.

#### Список литературы

1. Королев В.Ф. Доильные машины. Теория, конструкция, расчет. – М. : Машгиз, 2002. – С. 98–112.
2. Пейнович М.Л. Новое в физиологии лактации и доении [Текст] / М.Л. Пейнович. – Новосибирск : Зап.-Сиб. кн. изд-во, 2012. 136 с.
3. Ужик В.Ф. Выжимающий доильный аппарат для коров [Текст] / В.Ф. Ужик, П.И. Кокарев // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2013. № 3 (11). – С. 67–70.
4. Кравцов Е.С. Роль вакуума в сжатии соска при выведении молока из соска [Текст] / Е.С. Кравцов, А.А. Мазина // Материалы III Всесоюзного симпозиума по физиологическим основам машинного доения. – Ереван : изд-во Ереван, 1995. – С. 25–34.
5. Кацыгин В.В., Рыбников А.П. Современные доильные установки. – Мн. : Ураджай, 2007.

## **АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РАБОТЕ КОНВЕЙЕРНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ**

**Байрамов Р.З.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Качество воздуха по-прежнему остается одной из главных экологических проблем современного мира. И, в связи с этим, для некоторых отраслей промышленности, которые могут иметь значительные выбросы, должны быть предприняты программы предупредительного мониторинга окружающей среды, чтобы обеспечить оценку его качества и принятие мер в случае превышения целевых показателей качества атмосферного воздуха [1].

Рассматривая одни из передовых отраслей, такие как животноводство и птицеводство, они являются ключевыми факторами устойчивого развития сельского хозяйства. Эти отрасли способствуют продовольственной безопасности, питанию, борьбе с нищетой и экономическому росту. Но у них есть и негативная сторона с точки зрения экологической безопасности окружающей среды [1, 2]. На животноводство и птицеводство приходится не менее 16% глобальных выбросов парниковых газов, что в свою очередь вызывает значительную деградацию окружающей среды от утраты биоразнообразия до обезлесения. Переход на богатую натуральную растительную диету животных и птицы является одной из наиболее эффективных мер по смягчению последствий изменения климата, и обеспечивает множество преимуществ с точки зрения здоровья и окружающей среды. Одним из таких является пророщенное зерно. Пророщенное зерно – это источник натуральных витаминов и минеральных веществ для качественного выращивания сельскохозяйственных животных [3, 4].

Производство пророщенного зерна и его дальнейшее использование как кормовой витаминной добавки предполагает последовательность технологических операций: проращивание зерна, его последующая сушка, измельчение высушенного пророщенного зерна, дозирование, смешивание с комбикормом и выдача готового корма в кормушку [4, 5].

Так, производство пророщенного зерна требует определенного оборудования для его получения и обработки. Соответственно, благодаря внедрению передового опыта возможно снизить воздействие на окружающую среду и повысить эффективность использования энергоресурсов.

Для сушки пророщенного зерна рассмотрим конвейерную зерносушилку, так как только она соответствует для этого типа операции. При производственной деятельности конвейерной зерносушилki можно выделить следующие негативные воздействия на окружающую среду [2]: загрязнение топочными газами воздуха; загрязнение почвы топливо-смазочными материалами; выделение вредных веществ в атмосферный воздух при сушке.

Из этого следует, что в процессе сушки зерна в атмосферу выходит отработанный агент сушки, который состоит из различных газов и зерновой пыли.

Зерновая пыль может содержать различные патогенные бактерии, плесени и другие вредные вещества. Большая концентрация этих веществ в воздухе способствует появлению у людей хронических заболеваний дыхательных путей и аллергических заболеваний.

Чтобы уменьшить или предотвратить вышеизложенные воздействия на окружающую среду предложена конвейерная сушилка пророщенного зерна [6].

Предложенная зерносушилка обладает следующими конструктивными особенностями: использование трубчатого нагревателя (ТЭНа), а также ИК обогревательных ламп в качестве источника тепла для сушки зерна. Благодаря этому исключается загрязнение топочными газами окружающей среды. В конструкции сушилки отсутствуют сложные узлы и агрегаты, которые требовали бы систематического обслуживания и ремонта. Предусмотрена возможность установки на вытяжных воздуховодах циклонов или пылеулавливателей.

Вывод. В соответствии с современными экологическими нормами предложенная сушилка пророщенного зерна соответствует строгим экологическим требованиям по выбросам в окружающую среду и уровню шума при работе агрегата.

#### Список литературы

1. Оробинский В.И. Качественные показатели работы зерноочистительного агрегата [Текст] / В.И. Оробинский, И.В. Шатохин, А.Г. Парфенов // Лесотехнический журнал, 2014. – С. 7.
2. Фрейдкина Е.М. Экономическая оценка влияния промышленных предприятий на окружающую среду [Текст] / Е.М. Фрейдкина, М.Г. Трейман. – СПб., 2016. – С. 82.
3. Саенко Ю.В. Обоснование пророщенного зерна [Текст] / Ю.В. Саенко, Р.З. Байрамов // Материалы Национальной научно-практической конференции «Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке». Решения проблем взаимодействия науки и бизнеса. п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. – С. 159–160.
4. Саенко, Ю.В. Технологическая линия для подготовки корма из пророщенного зерна [Текст] / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 6. – С. 14–16.
5. Пат. 2558219 Российская Федерация С1 А01К5/00 (2006.01) Технологическая линия для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна [Текст] / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Макаренко А.Н., Ивченко А.Н., Юдин А.И., Федорчук Е.Г. Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА имени В.Я. Горина. – № 2014103764/13; заявл. 02.04.2014; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 21. – 11 с.
6. Пат. 2757401 С1 F26B 17/04 (2006.01) F26B 20/00 (2006.01) F26B 17/04 (2021.01) F26B 20/00 (2021.01) Сушилка пророщенного зерна / Вендин С.В., Саенко Ю.В., Макаренко А.Н., Казаков К.В., Путиенко К.Н., Байрамов Р.З. Правообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина. Заявка № 2021105254. Заявка 01.03.2021 г. Опубликовано 15.10.2021 г. Бюл. № 29.

## **К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКЦИИ СЕЛЕКЦИОННОЙ МОЛОТИЛКИ КУКУРУЗЫ**

**Бахарев Д.Н.**

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

В настоящее время новый импульс к развитию получила отрасль производства отечественных семян зерновых культур. Здесь важное место занимает первичное семеноводство кукурузы, поскольку данная культура наряду с пшеницей и рисом определяет фундамент продовольственной безопасности России.

Первичное семеноводство кукурузы требует серьезного переоснащения новейшими отечественными машинами и оборудованием, на что указывают работы ведущих отечественных ученых, работающих в данном направлении [1-3].

Многолетний отечественный и зарубежный опыт первичного семеноводства кукурузы позволил сформировать концепцию технологии щадящей послеуборочной обработки початков кукурузы родительских форм и районированных гибридов первого поколения [1, 4]. Эта технология подразумевает: уборку початков в листовой обертке, транспортировку на кукурузокалибровочный завод (ККЗ) в сменных кузовах без излишних погрузочно-перегрузочных работ, безударную перегрузку из кузовов во временное хранилище, щадящую транспортировку на многостадийную очистку от листовых оберток, бережную сортировку и укладку в защитные вентилируемые контейнеры малого объема, сушку початков в данных контейнерах, перемещение высушенных початков на обмолот в контейнерах, поэтапный обмолот с безударным забором початков из контейнеров и ориентированием их в единое положение относительно рабочих органов молотилки, очистку и сортировку зерна с распределением фракций по специальным защитным зерновым контейнерам, перемещение зерна по ККЗ исключительно в зерновых контейнерах, щадящую инкрустацию с последующим затариванием посевных единиц в мягкие мешки. Причем с этапа укладки початков в контейнер после их сортировки, партии различных гибридов перемещаются по своей трассе в многоканальную систему обмолота, что в принципе исключает смешивание зерна различных гибридов и тем самым повышает культуру производства. Данная технология требует применения высокоэффективного отечественного молотильного оборудования для первичного семеноводства.

В настоящее время оптимальные конструктивно-технологические параметры селекционных молотилок кукурузы еще не определены, о чем свидетельствует многообразие конструкций существующих экспериментальных моделей, созданных учеными и исследователями [1-7]. Следует отметить, что уже разработаны весьма перспективные отечественные конструкции молотилок, однако они находятся в стадии доработки и испытаний, поэтому в промышленную серию производства еще не пошли. Среди перспективных селекционных молотилок кукурузы следует выделить аксиально-роторные конструкции, по-

сколькx они наиболее производительны и совершенны в техническом и технологическом смысле. Недостатками таких конструкций являются их большие габаритные размеры и высокая материалоемкость, что определяется конструктивными параметрами их ротора. Уменьшить размеры ротора можно путем применения планетарных молотильных бичей. В роторных молотилках, как правило, выделяют входную, молотильную и сепарирующую часть. Молотильная часть ротора может быть уменьшена по длине, если ее бичи будут подобно сателлитам вращаться относительно ротора, и эти бичи-сателлиты будут оснащены адаптивными рифами или шипами. Такая конструкция ротора в совокупности с пневмоадаптивной декой, описанной в источниках [6, 7], позволит оптимизировать габаритные размеры аксиально-роторной селекционной молотилки кукурузы.

Следует отметить, что перспективность аксиально-роторной конструкции заключается еще и в том, что она гармонично объединяется в единую систему с защитным вентилируемым контейнером для початков кукурузы и позволяет осуществлять поэтапный обмолот в щадящем режиме, обеспечивающем минимизацию макро- и микроповреждений семенного зерна. Качественное отечественное семенное зерно кукурузы наряду с высокими селекционными показателями должно характеризоваться еще и отсутствием повреждений в репродуктивных органах, что является фундаментом больших урожаев.

#### Список литературы

1. Жалнин Э.В. Методологические аспекты механизации производства зерна в России: монография. М. : Полиграф сервис, 2012. 368 с.
2. Петунина И.А. Обмолот початков кукурузы: монография. Краснодар : КубГАУ, 2006. 200 с.
3. Соболев С.М. К определению производительности молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) // Научный вестник трудов ЛНАУ, технические науки. Луганск, ЛНАУ. 2009. № 2. С. 200–205.
4. Пневматическая система дифференцированного обмолота кукурузы / А.Г. Пастухов, Д.Н. Бахарев, С.Ф. Вольвак, Р.В. Черников // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13, № 4. С. 42–47.
5. Пастухов А.Г. Молотильно-сепарирующее устройство для первичного семеноводства кукурузы / А.Г. Пастухов, Д.Н. Бахарев // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14, № 1. С. 34–39.
6. Давыдова С.А., Вахания В.И., Курасов В.С. Анализ состояния и перспективные направления развития селекции и семеноводства кукурузы: науч. анализ. обзор. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 92 с.
7. Жалнин Э.В. Какой комбайн выбрать? // Сельский механизатор. 2015. № 4. С. 4–6.

## **К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С УПРАВЛЯЕМЫМ РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ**

**Борозенцев В.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одним из путей повышения молочной продуктивности животных является совершенствование технологии машинного доения, которая заключается в разработке и применение доильного оборудования, полностью соответствующего морфофункциональным свойствам вымени коров [1].

При доении на линейных доильных установках типа «молокопровод» доля ручного труда оператора достаточно велика, что объективно и субъективно влияет на правильность выполнения технологии машинного доения операторами, и это, как правило, приводит к недостаточному стимулированию рефлекса молокоотдачи перед доением и несвоевременности его поддержания во время доения [2, 3].

Эффективность машинного доения напрямую зависит от сочетания морфологического развития долей вымени и их функциональных свойств [4].

На основании исследований учеными установлена положительная корреляция между снижением вакуума под соском в конце доения и снижением отрицательного влияния передержки доильных стаканов на вымени [5, 6]. На основании этого можно сделать вывод, что многочисленными исследованиями доказана перспективность разработки доильных аппаратов с управляемым режимом в соответствии с изменением интенсивности молокоотдачи.

Предлагаемый доильный аппарат с управляемым режимом доения состоит из доильных стаканов и коллектора. Коллектор содержит рабочую камеру, к днищу которой по центру установлен термостатический сильфон, заполненный рабочим телом, способным изменять свой объем от температуры и тем самым изменяет его длину, в соответствии с изменением температуры в рабочей камере. В верхней части сильфона по центру установлена игла, в центральной части которой выполнена проточка, а в верхней части паз. К игле жестко прикреплен успокоитель. Рабочая камера отделена от молочной камеры стаканом, содержащим четыре переливных отверстия. Молокосборная камера сообщена с молочной камерой сливными отверстиями и с рабочей камерой калиброванным отверстием. Молочная и рабочая камеры посредством отверстия сообщены с камерой переменного вакуума, которая сообщена с подсосковыми камерами доильных стаканов. Камера переменного вакуума отделена от камеры управления мембраной с проставкой. Мембрана по центру прикреплена к корпусу жиклера, в котором выполнено осевое отверстие для перемещения иглы и радиальный канал. В верхней части корпуса жиклера установлен жиклер, в котором выполнено калиброванное отверстие, сообщающее камеру управления с атмосферным воздухом.

Каждый доильный стакан содержит регулятор вакуума, обеспечивающий изменение величины вакуума в межстенном пространстве в соответствии с изменением вакуума в подсосковой камере доильного стакана.

В начальный момент доения игла находится в нижнем положении и в камеру управления через калиброванное отверстие жиклера поступает атмосферный воздух. В результате чего в камере управления устанавливается заданный вакуум ( $P_3=33$  кПа) и под действием разности давлений на мембрану, она прогибается, уменьшает отсос воздуха из камеры переменного вакуума и в подсосковых камерах доильных стаканов устанавливается низкий вакуум.

При увеличении потока молока свыше 200 мл/мин. молоко не успевает эвакуироваться через калиброванное отверстие и заполняет рабочую камеру, в результате чего термостатический сильфон нагревается и, расширяясь, перемещает иглу вверх, которая закрывает калиброванное отверстие в жиклере, доступ атмосферного воздуха в камеру управления прекращается и в ней устанавливается номинальный вакуум. В результате чего мембрана возвращается в исходное положение, тем самым увеличивается отсос воздуха из камеры переменного вакуума и в подсосковые камеры доильных стаканов поступает номинальный вакуум – 48 кПа. Одновременно из камеры управления номинальный вакуум поступает в регулятор вакуума каждого доильного стакана, который обеспечивает поступление номинального вакуума в межстенную камеру своего доильного аппарата. Таким образом, доение осуществляется номинальным вакуумом – 48 кПа.

В конце доения при снижении интенсивности молокоотдачи до 200 мл/мин. молоко не воздействует сильфон, происходит его охлаждения и сжатие. При этом игла перемещается вниз и открывает калиброванное отверстие для впуска воздуха в камеру управления и в ней устанавливается низкий вакуум. В результате чего доение завершается щадящим вакуумом, равным 33 кПа.

#### Список литературы

1. Кудрин М.Р. Морфофункциональные свойства вымени коров и их молочная продуктивность // Аграрная Россия. – 2016. – № 4. – С. 12–14.
2. Карташова В.М. Маститы коров. – М. : Агропромиздат, 1988. – 256 с.
3. Петухов Н.А. Оптимальная взаимосвязь элементов технологической системы машинного доения // Инженерно-техническое обеспечение сельскохозяйственного производства: Сб. науч. трудов. Новосибирск. – 1997. – С. 62–71.
4. Анисимова Е.И. Оценка морфофункциональных свойств вымени коров симментальской породы разных внутривидовых типов // Вестник Нижегородской сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. – С. 64–68.
5. Анисько П.Е. Физиологическое обоснование переменного режима доения коров. – Ростов : Изд. Рост. ун-та, 1974. – 127 с.
6. 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. аграр. ун-т. – 15 с.

## **К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДВИЖНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДОЕНИЯ КОРОВ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ТИПА «МОЛОКОПРОВОД»**

**Борозенцев В.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Совершенствование технологии и средств механизации доения коров должно вытекать из правил машинного доения, разработанных с учетом физиологических особенностей животных [1, 2]. Своевременное и качественное выполнение заключительных операций машинного доения требует от операторов постоянного контроля за молоковыведением, но это затруднительно, так как оператор работает с тремя-четырьмя доильными аппаратами и животные обладают различной продолжительностью времени доения [3, 4].

На современных молочных комплексах доение животных осуществляется в доильных залах на автоматизированных доильных установках автоматами доения, обеспечивающими автоматизированное выполнение заключительными операциями машинного доения. Однако на сегодняшний день в России более 50% животных находятся на привязном содержании с доением на линейных доильных установках типа «молокопровод», несмотря на преимущество беспривязной технологии, где также применяются элементы автоматизации [5].

Поэтому предлагается на линейной доильной установке «молокопровод» применить передвижные манипуляторы доения, обеспечивающие автоматическое додаивание, отключение и снятие доильных аппаратов с вымени животных по завершению процесса доения, а также снижение затрат ручного труда [6, 7].

Разработанный передвижной манипулятор выполнен в виде держателя, к которому в верхней части прикреплен блок управления, а к нижней – пневматический двигатель. Держатель в свою очередь соединен посредством ходовых роликов с подвесной дорогой, которая располагается вдоль рядов стоящих животных. Блок управления содержит датчик потока молока, который с одной стороны молочным шлангом соединён с коллектором доильного аппарата, а с другой посредством разъёма с молокопроводом. Для контроля интенсивности молокоотдачи датчик потока молока содержит поплавков с магнитом.

К корпусу датчика потока молока прикреплены два вертикально расположенных геркона. Причем верхний геркон электрически соединен с электропневмоклапаном, который вакуумшлангом соединен с механизмом додаивания, а нижний с электропневмоклапаном пневматического двигателя, который вакуумшлангом соединен с вакуумпроводом.

Доильный аппарат содержит механизм додаивания, который выполнен в виде сильфона, причем его подвижный шток в верхней части содержит упор, а снизу подвижно соединен со стойкой, жестко прикрепленной к корпусу коллектора доильного аппарата. Барабан пневмодвигателя шнуром соединен с рычагом коллектора.

Принцип работы заключается в следующем. Оператор доения устанавливает датчик потока молока в стартовое положение, подсоединяет посредством разъема блок управления к молокопроводу и вакуумпроводу, при этом герконы автоматически подсоединяются к источнику электрической энергии. Затем снимает с крючка корпуса пневмодвигателя доильный аппарат и устанавливает доильные стаканы на соски вымени. Начинается процесс доения. Молоко из коллектора поступает в датчик потока молока и далее молокопровод. При снижении интенсивности потока молока до 500...550 мл/мин., магнит поплавка воздействует на верхний геркон, который замыкает электрическую цепь, и электрическая энергия поступает к электромагнитному клапану, который открывает доступ вакуума в механизм додаивания. При поступлении вакуума в сильфон его гофры сжимаются, вследствие чего упор взаимодействует с дном вымени, а стойка воздействует на коллектор. Вследствие чего происходит натяжения молочных патрубков и оттягивание доильных стаканов вниз, с заданным усилием, равным 28 Н, то есть выполняется машинное додаивание.

При окончании доения, когда интенсивность потока молока снизится до 200 мл/мин., поплавок занимает нижнее положение и его магнит воздействует на нижний геркон. Контакты геркона замыкают электрическую цепь и напряжение поступает к электромагнитному клапану, который обеспечивает подачу вакуума в пневматический двигатель. Ротор пневматического двигателя начинает вращать барабан, который вращаясь, натягивает на себя трос. В начальный момент трос воздействует на свободный конец рычага, который проворачиваясь закрывает клапаном доступ вакуума подсосковые камеры доильных стаканов. При дальнейшем вращении барабана происходит снятие и вывод доильного аппарата из-под вымени животного.

#### Список литературы

1. Карташов Л.П. Машинное доение коров. – М. : Колос, 1982. – 301 с.
2. Анисимова Е.И. Оценка морфофункциональных свойств вымени коров симментальской породы разных внутривидовых типов // Вестник Нижегородской сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. – С. 64–68.
3. Соловьев С.А., Карташов Л.П. Исполнительные механизмы системы «человек – машина – животное». Екатеринбург : УрОРАН. 2001. 180 с.
4. Кудрин М.Р. Морфофункциональные свойства вымени коров и их молочная продуктивность // Аграрная Россия. – 2016. – № 4. – С. 12–14.
5. Кармановский Л.П. Совершенствование технологий доения коров при привязном содержании // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. № 1 (17). – С. 32–39.
6. Пономарев А.Ф., Ужик В.Ф., Борозенцев В.И., Скляров А.И., Ульяновцев Ю.Н., Передвижной манипулятор // Сельский механизатор 2001. № 7. С. 2–3.
7. Патент № 2189737. Мобильный автомат доения коров: №2000114413: заявл. 05.06.2000: опубл. 27.09.2002 / А.Ф. Пономарев, В.Ф. Ужик, В.И. Борозенцев, Ю.Н. Ульяновцев; заявитель, патентообладатель Белгородский ГАУ. – 11 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОРОН С КОЛЬЦЕВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ**

**Вдовкин С.В., Сечин А.В.**

ФГБОУ ВО Самарский государственный аграрный университет,  
Кинель, Россия

Одними из наиболее важных и трудоемких технологических операций при возделывании всех сельскохозяйственных культур являются обработка паровых полей от сорняков и предпосевная подготовка поля [1]. Для выполнения этих операций применяют луцильники, культиваторы и бороны различных модификаций. В связи с повышением роли энергосбережения ресурсов и энергоэффективности машино-тракторного парка в настоящее время особое внимание уделяют разработке новых машин, позволяющих более эффективно выполнять эти операции. К таким машинам относят получающие в последнее время широкое распространение бороны с кольцевыми рабочими органами.

В настоящее время популярность кольцевых борон увеличивается с каждым годом из-за того, что они являются самыми эффективными механическими орудиями для борьбы с сорняками. Это связано с неэффективностью использования традиционных борон при обработке почвы. Традиционные бороны позволяют обрабатывать только верхний слой почвы, не достигая более глубоких слоев, что приводит к снижению качества урожая и уменьшению плодородия почвы.

Кольцевые бороны состоят из нескольких колец, закрепленных на одной оси, которые при работе вращаются. Эта конструкция позволяет бороне проникать глубоко в почву и легко перемешивать ее слои. Кольцевые бороны могут использоваться для обработки всех типов почв, в том числе засушливых или заболоченных.

Особое внимание уделяется боронам с коническим поперечным сечением колец, которые убирают до 95% сорняков, вычесывают осот и пырей. Кроме того, их используют для равномерного распределения поверхностно внесённых минеральных и органических удобрений по площади поля, что в свою очередь улучшает качество почвы.

Кроме перечисленных выше операций заслуживает внимания и разбросной посев семян под кольцевые рабочие органы машин. Машины с кольцевыми рабочими органами могут работать в условиях, когда невозможен сев традиционными посевными агрегатами (повышенная влажность почвы, сильная засоренность поля сорняками, не подготовленное под посев поле) [2].

Одними из представителей рассматриваемого вида борон являются бороны «Лидер БКМ-3,6» и «Лидер БКС-8», разработанные в ОАО «САД» (Новосибирская область). Они имеют рабочие органы в виде колец диаметром 700 мм, выполненных в виде усеченного конуса [3]. Борона «Лидер БКМ-3,6» представляет модуль для составления агрегатов с рабочей шириной 7,2; 10,8; 14,4 и 18,0 м,

борона «Лидер БКС-8» складывающаяся. Особенности конструкции борон заключаются в том, что конические кольца установлены под углом атаки 25 град. При движении агрегата они вращаются и скользят по полю в направлении хода агрегата, при этом сорняки защемляются между кольцом и почвой и не срезаются, а выдергиваются с корнями из почвы. Конструктивно большее основание кольца направлено вперед по ходу движения и имеет рабочую кромку толщиной 8 мм. Угол наклона поверхности рабочей кромки кольца 20 град. Такое исполнение позволяет повысить эффективность уничтожения сорняков преимущественно выдергиванием, а также качество обработки почвы за счет выравнивания поверхности поля.

К одному из недостатков рассматриваемых рабочих органов можно отнести повышенный износ поверхности кольца и его недостаточную прочность. Особенно подвержены разрушениям и значительным деформациям кольца при обработке каменистых и сильно засоренных порослью участках.

Таким образом, кольцевые бороны являются востребованными машинами для обработки почвы в сельском хозяйстве, которые обеспечивают равномерную глубину обработки почвы, повышают рыхлость и улучшают ее воздухо-водный режим. Для повышения качественных показателей уничтожения сорняков и равномерности перемешивания почвы, снижения гребнистости поля и обоснования прочностных характеристик, требуются дальнейшие исследования и оптимизация конструктивных и технологических параметров работы колец.

#### Список литературы

1. Скурятин, Н.Ф. Повышение эффективности комбинированного посева зерновых / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 1 (21). – С. 61–71.
2. Мачкарин, А.В. Технологии посева зерновых культур / А.В. Мачкарин // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», Майский, 28–29 мая 2019 года. Том 1. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 90.
3. Яковлев Н.С., Колинко П.В. Взаимодействие кольцевого катка с почвой // Сиб. вести, с.-х. науки. – 2012. – № 3. – С. 95–100.

## **ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ВИДОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Водолазская Н.В.**

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

Безотказное функционирование современных технических систем в немалой степени зависит от уровня промышленной модернизации, которая представляет собой комплексное, частичное или же полное обновление систем или оснащения на предприятии [1]. Данный процесс влечет за собой ряд мероприятий, среди которых большую часть занимает тщательный анализ и сбор информации, осуществляемый непосредственными участниками процесса модернизации. Поэтому одной из проблем является наличие соответствующих их компетенций и уровня профессиональной подготовки, полученной в учебном заведении [2].

Система современного высшего образования находится в постоянном процессе реформирования, на которое значительное воздействие оказывают политические, экономические и социальные изменения в обществе. Государство ощущает постоянную потребность в специалистах с достаточно высоким уровнем культуры, мобильности, творчества, умением использовать прогрессивные способы передачи информации, обладать адаптивностью к социально-экономическим изменениям и способностью внедрять полученные новые знания, и воспринимать инновационные образовательные технологии, которые формируются на стыке теории и практики [3, 4].

С конца прошлого столетия затраты на развитие науки в Российской Федерации выросли в 2,2 раза, однако доля затрат на развитие аграрного направления до 2014-2015 гг. постоянно уменьшалась. В последние годы сельское хозяйство страны демонстрирует устойчивый рост. Коренные изменения в аграрном секторе Российской Федерации ставят определенные проблемы, решение которых возможно только при наличии высококвалифицированных агроинженерных кадров. Это требует от вузов подготовки специалистов нового поколения, способных быстро адаптироваться в изменяющихся условиях. Повышать качество подготовки специалистов возможно, в том числе и путем модернизации современной системы аграрного образования [5, 6].

В качестве примера технологии совершенствования учебного процесса следует отметить внедрение балльно-рейтинговой системы обучения, позволяющей значительно активизировать самостоятельную работу и мыслительную деятельность студентов [7].

В поисках альтернативной системы менеджмента для организации работы студентов при подготовке к разным видам занятий (лекции, семинары, лабораторные работы) предлагается подход, базирующийся на использовании собственных учебно-методических пособий по дисциплинам, изучаемых на кафедре, в частности, рабочих тетрадей. Например, студент начинает свой путь позна-

ния с приобретения знаний, умений и навыков по графическим изображениям и составлению расчетных схем, изучает основы работы в графическом редакторе КОМПАС 3 D по практикуму с типовыми заданиями в рабочей тетради [8].

Задания рабочих тетрадей составлены так, что не только дают информацию, но и заставляют творчески рассуждать, мыслить и искать правильное решение. Попутно студенты получают дополнительную и конкретную информацию по исследуемой проблеме и приобретают определенные способности для повышения уровня своей индивидуализации.

Внедрение инновационных модернизированных методов обучения студентов с целью создания общеинженерного базиса фундаментальных знаний, универсальных умений и профессиональных навыков обеспечивает повышение их творческого потенциала и способствует развитию восприятия достижений научно-технического прогресса.

Таким образом, система управления образованием является основой для решения проблемы модернизации современных видов технических систем.

#### Список литературы

1. Слободюк А.П., Стребков С.В. Причины отказов рабочего органа дискатора // Научное обозрение. 2014. № 4. С. 26–33.
2. Водолазская Н.В. О технологиях инновационного менеджмента в сфере образовательных услуг // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. Т. 2. п. Майский : Белгородский ГАУ, 2020. С. 156–157.
3. Подготовка профессионалов в области управления инновационной деятельностью: от старших классов до магистратуры / А.В. Мешков, и др. // Проблемы и пути совершенствования учебной работы. Донецк, 2019. С. 187–192.
4. Водолазская Н.В. Особенности маркетинговых стратегий в сфере современных образовательных услуг // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, № 1/13 (55). – 2012. С. 27–29.
5. Харченко Е.В., Жиляков Д.И. Тенденции и перспективы развития высшего аграрного образования в изменяющихся геополитических условиях // Современная экономика: Мат. Всерос. научно-практ. конф. Курск, 2020. С. 3–7.
6. Практическая составляющая технического образования – основа формирования агроинженера / О.А. Шарая и др. // Стандарты и мониторинг в образовании. Том 6. – № 5. – 2018. – С. 41–46.
7. Голованова Е.В., Кузьмичева Т.Г. Анализ эффективности онлайн-обучения в экстремальных условиях // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Матер. Нац. научн.-практ. конф. с междунар. участием. 2023. С. 235–236.
8. Слободюк А.П., Бережная И.Ш., Водолазская Н.В. Компьютерное проектирование: учебное пособие для выполнения лабораторных работ для студентов направления 35.03.06 – Агроинженерия. – Белгород, 2022. 120 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Горячкина И.Н.**

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) в сельском хозяйстве включают в себя мобильные телефоны, устройства, сервисы и приложения, которые помогают обрабатывать, управлять и обмениваться данными, информацией или знаниями с целевой аудиторией. Они включают в себя широкий спектр конвергентных технологий, включая традиционные телекоммуникации, телевидение и видео, радио, сотовые телефоны и интеллектуальные устройства, а также ряд современных технологий, таких как компьютеры и Интернет, географические информационные системы, спутники и тому подобное. По сути, целью ИКТ является передача информации из одной точки в другую [1]. Говоря о современных технологиях ведения сельского хозяйства, необходимо признать важную роль ИКТ как системы поддержки принятия решений фермерами. Благодаря помощи ИКТ фермеры могут быть в курсе актуальной информации о погоде, а также о современных и наиболее перспективных способах повышения качества урожая и эффективного производства продукции [2].

Внедрение новых, передовых технологий производства продукции позволило мировому сельскохозяйственному сектору вырваться вперед и изменить методы выращивания, сбора урожая и распределения сельскохозяйственной продукции. Использование технологий ускорило развитие сельского хозяйства и сельских районов за счет внедрения инновационных способов улучшения существующих информационных и коммуникационных процессов.

Современное сельское хозяйство требует интеграции сложных технологий, таких как датчики температуры и влажности, роботы, технология спутниковой навигации и аэрофотоснимки, и это лишь некоторые из них. В этой связи следует отметить, что ИКТ помогают удовлетворить возросший спрос на новые подходы к производству сельскохозяйственной продукции. Например, технология цифрового ведения сельского хозяйства также помогает расширить возможности сельских фермеров, предоставляя им лучший доступ к эффективным производственным стратегиям, банковским и финансовым услугам и т.д.

Использование ИКТ в современных сельскохозяйственных технологиях также значительно трансформировало сельское хозяйство и фермерские хозяйства. Интернет вещей (IoT), облачные вычисления и большие данные – все это оказало глубокое влияние на эффективность текущих процессов. В настоящее время в сельском хозяйстве доступны технологии зондирования, беспилотные летательные аппараты и другие устройства, которые собирают актуальные данные о свойствах почвы, воздуха, состоянии урожая и погодных условиях [3, 4, 6]. Эти данные позволяют агропромышленным предприятиям внимательно следить за выращиванием сельскохозяйственных культур, оптимизировать исполь-

зование агрохимикатов и природных ресурсов и быстро адаптироваться к меняющимся условиям окружающей среды. Применение точного земледелия и ИКТ привело к повышению эффективности производства растениеводческой продукции и снижению затрат, а также предоставило инструменты для принятия решений, которые повышают производительность сельского хозяйства и помогают эффективно управлять природными ресурсами. Интернет вещей, в частности, имеет несколько применений в сельском хозяйстве, от мониторинга состояния почвы, растений и животных в режиме реального времени с использованием датчиков на месте до отслеживания происхождения продукта и его воздействия на окружающую среду, а также условий его хранения по всей цепочке поставок [5].

Оценки специалистов показывают, что к 2030 году IoT потенциально может превратиться в «Интернет действий», где датчики и машины, основанные на встроенном искусственном интеллекте и возможностях анализа данных, также будут способны к самооптимизации и инициированию действий самостоятельно, без особого вмешательства человека. В среднесрочной перспективе применение информационно-коммуникационных технологий создаст предпосылки для повышения эффективности и снижения себестоимости производства продукции в аграрном секторе экономики.

#### Список литературы

1. Горячкина И.Н., Мартынушкин А.Б., Терентьев В.В., Тетерина О.А. Информационно-коммуникационные технологии на транспорте // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России: материалы международной науч.-практ. конф. Рязань. 2022. С. 175–179.
2. Мешков А.В. и др. Комплекс рекомендаций по повышению эффективности функционирования предприятий // Инженерная экономика и управление в современных условиях: материалы научно-практической конференции. Донецк. 2019. С. 565–571.
3. Координатное внесение удобрений на основе полевого мониторинга / Ж.В. Даниленко, А.В. Шемякин, А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Вестник РГАТУ. 2018. № 4 (40). С. 167–172.
4. Внедрение системы точного земледелия / К.П. Андреев, Н.В. Аникин, Н.В. Бышов, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник РГАТУ. 2019. № 2 (42). С. 74–80.
5. Пискачев И.А., Терентьев В.В., Шемякин А.В. Перевозка грузов в сельском хозяйстве // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы национальной науч.-практ. конф. Рязань. 2016. С. 175–178.
6. Система мониторинга микроклимата помещения для содержания кур-несушек / Мартынов Е.А., Мартынова Е.Г., Корниенко П.П., Байдина И.А. // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019616838, 30.05.2019. Заявка № 2019615729 от 20.05.2019.

## **ВНУТРЕННЯЯ И ВНЕШНЯЯ СТРУКТУРЫ МАШИНЫ**

**Давыдова Х.Ю., Ерзамаев М.П., Петухов С.А.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Всякая машина обладает внутренней и внешней структурой. Правильное представление этих структур позволит лучше понимать и эксплуатировать машину. Конструкция машины оказывает существенное влияние на систему обслуживания и эффективность ее использования [1].

Внешняя структура определяется видами и количеством рабочих органов и систем управления процессом. В сельскохозяйственном производстве, как и в других имеются два вида машин – обрабатывающие и транспортирующие материал.

В обрабатывающих машинах имеется два рабочих органа – один перемещает машину(колесо), а другой обрабатывает материал (резец). Такая машина является самой сложной. В обрабатывающей машине имеются две системы управления. Одна система служит для изменения направления движения, а другая – для перемещения рабочих органов [2].

Благодаря такой классификации и систематизации внутренней структуры машин определена обобщающая машина и ее частные варианты.

Внутренняя структура машин представляет собой сочетание систем, сопряжений и передач. Основными являются системы двигателя и управления. Двигатель является источником энергии для выполнения трактором функций мобильного электроинструмента. Двигатель, установленный на тракторе, вместе с оборудованием, обслуживающим его работу, составляет силовую установку. Дизельные двигатели являются наиболее широко используемыми двигателями на современных тракторах. Бензиновые двигатели используются в небольших механизированных и старых тракторах в качестве стартовых двигателей для мощных дизельных двигателей.

Трансмиссия служит для передачи крутящего момента двигателя на ведущие колеса и зависимый механизм отбора мощности (ВОМ), изменяя его, изменяя направление и скорость вращения ведущих колес для плавного трогания и остановки трактора. Системами двигателя являются: 1) питание; 2) охлаждение; 3) зажигание; 4) смазка; 5) газораспределение. Эти системы являются обслуживающими и обеспечивают процесс горения и работу двигателя. Системы двигателя должны быть легкоъемными, что позволит быстро восстанавливать работоспособность двигателя.

Основными системами управления работой машин являются: 1) управление направлением движения; 2) торможение; 3) пуска; 4) управление скоростным режимом; 5) управление режимом труда; 6) управление работой рабочей машины. Эти системы управляют скоростным, нагрузочным режимами машины и режимом работы рабочих органов. В зависимости от рабочего тела они могут быть механическими, гидравлическими и пневматическими [1].

Сопряжения могут быть опорные, крепежные и уплотняющие. К опорным соприжениям относятся мобильные и неподвижные соприжения. Мобильными соприжениями являются подшипники качения и скольжения. К неподвижным опорным соприжениям относятся цапфы. Крепежным соприжением – шпоночные, болтовые и штифтовые. К уплотняющим соприжениям относятся сальниковые, прокладочные. Основными видами передач являются зубчатые, цепные, фрикционные. Крепежные и уплотняющие соприжения, цепные, фрикционные передачи должны быть легко снимаемыми, что позволит быстро восстановить работоспособность и повысить эффективность использования машин.

Восстановление систем некоторых соприжений и передач является одним из элементов технического обслуживания.

Всякая машина обладает внешней и внутренней кинематикой. Внешняя кинематика машины обеспечивает линейный режим работы. Внутренняя кинематика обеспечивает нагрузочный и скоростной режимы работы машины. Такое представление структуры машины дает возможность находить правильные пути ее совершенствования.

Наиболее перспективными рабочими машинами являются ротационные. В таких машинах обработка почвы происходит не за счет сцепления колеса с почвой, а вращающимся рабочими органами, приводящимися в движения непосредственно двигателем. Основная часть энергии передается не через колесо, а через рабочие органы [2, 3].

Таким образом, машина с ротационными рабочими органами являются наиболее приспособленными к использованию и обслуживанию. Такое рассмотрение структуры машины позволит правильно определить содержание технического обслуживания и ремонтные работы машины, совершенствовать конструкцию и эксплуатацию машины. Системный подход к структуре машины является одним из элементов теории и практики эксплуатации машин.

#### Список литературы

1. Сурин Р.О. и др. Перспективные конструктивные схемы сельскохозяйственных машин для проведения полевой обработки почвы // Евразийское научное объединение. – 2020. – № 7–2. – С. 132–135.
2. Шемякин А.В., Латышёнок М.Б., Терентьев В.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2017. – Т. 21. – № 1. – С. 50–56.
3. Рыжков, А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и САЕ 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. Выпуск 4, Том I. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2017. – С. 191–196. – EDN ZXUJRZ.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СЕКЦИЙ СУШИЛКИ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

**Добрицкий А.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, пос. Майский, Россия

Важнейшим и наиболее энергоемким процессом послеуборочной обработки семенного материала бахчевых является сушка, которая в значительной степени определяет качество семян и потенциальную урожайность [1, 2]. Повышение эффективности технологического процесса сушки и разработка конструкций конвективных сушилок семян бахчевых культур является актуальной задачей для АПК страны [1-6].

В процессе сушки теплоноситель, проходя сквозь семенное пространство, а также при проходе его через газораспределительное решето, встречает некоторое сопротивление [1]. Величина гидравлического сопротивления зависит от толщины и плотности семенного слоя, величины перфорации газораспределительного решета, аэродинамических свойств семян, скорости движения теплоносителя его плотности и других факторов [1-3].

В предлагаемой нами сушилке высоко влажных семян бахчевых культур с дифференцированным подводом тепла к принудительно перемешиваемому материалу [6] для предотвращения и уменьшения потерь напора в слое семенного материала, а также для равномерного распределения теплоносителя по всей поверхности газораспределительного решета, конструктивно предусмотрены в каждой из секций камеры сушки два решета, подвижное и неподвижное, что позволяет закрывать и открывать загрузочно-разгрузочное окно в определенное время [5]. Однако при такой конструкции камеры сушки создается дополнительное гидравлическое сопротивление. Поэтому целью исследований является установление значений потери напора в слое в зависимости от прохождения теплоносителя по секциям экспериментальной установки, что позволит в дальнейшем определить удельный расход сушильного агента и подобрать вентилятор требуемой производительности. Кроме этого, исследования позволят выявить правильность выбора количества секций сушильной камеры экспериментальной установки.

Исследования проводились при максимальной производительности экспериментальной установки, подача семян в сушильную камеру составляла 24 кг/ч, начальная скорость сушильного агента на последней секции составляла 5 м/с, температура сушильного агента 50°C, частота вращения ворошилок 4 мин<sup>-1</sup>, температура воздуха в помещении 15°C, относительная влажность 75% при атмосферном давлении 760 мм. рт. ст. [6]. Отсчет секций экспериментальной установки производился сверху вниз.

По результатам проведенных экспериментальных исследований построен график потери динамического напора в зависимости от прохождения теплоносителя по секциям экспериментальной установки. Полученные данные показа-

ли, что потери напора увеличиваются по мере прохождения секций, скорость сушильного агента при выходе из сушилки составляет порядка от 3,5 до 3,8 м/с, однако на интенсификацию процесса сушки и на качественные показатели семян это не оказывает влияния [6], из-за ворошения семенного слоя в каждой из секций камеры сушки, по сравнению с распространёнными в семеноводческих предприятиях слоевых сушильных установках лоткового типа [1]. Кроме того, применение активного ворошения семенного слоя экспериментальной установки препятствует образованию на решетной поверхности корки, образующейся в результате адгезионно-когезионных сил, и способствует лучшему «омыванию» теплоносителем каждого семени семенного слоя. Поэтому потеря напора, и следовательно, потеря скорости сушильного агента, в верхних секциях сушилки не значительны для интенсивной сушки на начальной стадии, потому как в верхних секциях сушилки из семенного материала удаляется свободная и слабосвязанная влага [1-2].

Помимо этого, увеличение количества секций камеры сушки приведет к дополнительным потерям напора, вследствие чего возникнет необходимость в увеличении напора нагнетающего вентилятора, что превысит скорость витания семян сушильным агентом при открытии разгрузочно-загрузочного окна предпоследней секции сушилки и выгрузка семенного материала прекратится. Поэтому количество секций сушильной камеры, при данных условиях работы сушилки, можно считать рациональным.

#### Список литературы

1. Голубкович, А.В. Технологические основы сушки высоковлажных семян овощных и бахчевых культур с обеспечением высокого качества: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.20.01 // А.В. Голубкович. – М., 1989. – 35 с.
2. Фролов, Д.И. Изучение распределения влаги в семенах тыквы при сушке / Д.И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2019. – № 3 (20). – С. 52–55.
3. Орлов, Б.Ю. Применение инфракрасного излучения в проектируемом оборудовании для сушки семян / Б.Ю. Орлов, В.С. Рубан, О.И. Никонов // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – С. 629–633.
4. Универсальная энергосберегающая сушилка / Л.В. Дианов, А.С. Ключников // Журнал «Сельский механизатор». № 5. 2014. – С. 14–15.
5. Добрицкий, А.А. Сушилка семян бахчевых культур / А.А. Добрицкий, С.Ф. Вольвак // Сельский механизатор. – 2019. – № 12. – С. 20–21.
6. Добрицкий, А.А. Обоснование рациональных параметров сушилки высоко влажных семян бахчевых культур / А.А. Добрицкий // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 54–58.

## **К РАЗРАБОТКЕ И ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ**

**Борозенцев В.И., Жерновой М.Е.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Силосование – это одна из распространенных в данный момент технологий приготовления и хранения кормов для ферм крупного рогатого скота, овцеводческих, козоводческих предприятий, конеферм и многих других животноводческих предприятий вне зависимости от их размеров и технологий содержания.

В центральных регионах Российской Федерации силос – основной компонент корма в зимних рационах крупного рогатого скота, что объясняется сравнительно низкой себестоимостью корма, высоким процентом сохранения питательных веществ и микроэлементов (до 90% против 65-75% в сене) и в первую очередь – белка (за счет исключительных условий хранения – консервация в молочнокислой среде в условиях, приближенных к анаэробным) [1].

В процессе заготовке силоса, начинают развиваться гнилостные процессы. Для уменьшения потерь корма, чтобы максимально сохранить в них полезных компоненты при закладке сырья используют химические консерванты в виде кислот, солей, которые содержат в себе повышенную концентрацию полезных бактерий, блокирующие активность грибков, образующих плесень, и вытесняющих патогены [2].

Теоретически при заготовке кукурузы на силос, измельченная масса кукурузы уже в самодостаточной степени обеспечена консервантами, но на практике это не всегда так, при заготовке силоса молочная кислота не вырабатывается в должной мере, что вызвано нарушением оптимального протекания биохимических процессов. Отчего возникает необходимость использования консервантов, которые вносят в листостебельную массу во время уборки либо перед выгрузкой в хранилище, что приводит к их частичной потере [3].

В связи с этим можно сделать вывод, что консервант целесообразно вносить в листостебельную массу непосредственно во время скашивания, перед её измельчением. Таким образом, разработка устройства для внесения консерванта является актуальной

На основе вышеизложенного, нами предлагается устройство для внесения твердых сыпучих консервантов в силосуемую листостебельную массу, перед верхним уплотняющим вальцом, то есть непосредственно перед ее измельчением [4].

Данное устройство монтируется над питающим аппаратом силосоуборочного комбайна и имеет привод от ведущего вальца питающего аппарата.

Устройство содержит бункер, внутри которого расположен ворошитель, который установлен на вал со звездочкой привода, также катушечный высевальный аппарат на котором установлены высевальные катушки желобчатого типа, расположенные на валу, со звездочкой привода, стойки, направляющий ко-

жух и механизм регулировки катушечного высевающего аппарата на норму внесения.

Для автоматизированного выключения катушечного высевающего аппарата предлагается установить электромагнитную муфту, так при выезде из загонки кормоуборочного комбайна, при не отключенном питающем аппарате, муфта обеспечит отключение вала привода катушек. Таким образом, включение в привод электромагнитной муфты исключит подачу твердого сыпучего консерванта при холостом ходе комбайна.

#### Список литературы

1. Технологии механизированных работ в животноводстве / А.Н. Макаренко, А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков [и др.]. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2014. – 292 с.
2. Кормопроизводство [Текст] / Н.В. Парахин, И.В. Кобозев, И.В. Горбачев и др. – М. : КолосС, 2006. – 432 с.
3. Оборудование для внесения консервантов [Электронный ресурс] – URL: <https://istokrtps.ru/stati/oborudovanie-dlya-vneseniya-konservantov> (дата обращения: 20.03.2023).
4. Патент №2782577. Устройство для внесения твердых сыпучих консервантов : №2021136154 : заявл. 07.12.2021 : опубл. 31.10.2022 / В.И. Борозенцев, М.Е. Жерновой ; заявитель, патентообладатель Белгородский гос. аграр. ун-т. – 7 с.

## УЧЕТ СОЛОМИСТОСТИ ХЛЕБНОЙ МАССЫ ПРИ ОЦЕНКЕ РАБОТЫ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Исаева С.Д., Кужанбаев Р.М., Ерзамаев М.П.  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Зерновое производство является основой агропромышленного комплекса Российской Федерации и крупнейшей отраслью сельского хозяйства, от развития которой зависит продовольственное благополучие населения и экономическое благополучие сельхозпроизводителей [1]. Предел удельного веса зерна отечественного производства в сумме резерва. Не менее 95% семян внутреннего рынка. Показатели производства зерна в РФ в последние годы не опускались ниже этого уровня.

Уровень производства зерна в стране удается поддерживать за счет применения технологических решений и современных технологий заготовки продуктов питания [2]. В частности, качество посевного и товарного зерна зависит от степени повреждения зерна при уборке и послеуборочной обработке.

Использование отечественных и зарубежных роторных комбайнов для уборки семян позволит значительно снизить порчу семян. Исследования показали, что при использовании роторных комбайнов количество неубранного зерна в ворохе значительно увеличивается [1].

Кроме сорняков, которые трудно отделить, неубранное зерно плохо отделяется воздушными зерноочистительными машинами, используемыми в технических линиях зерноочистительных агрегатов и зерносушильных комплексов. Для устранения этого недостатка в производственные линии необходимо включать дополнительные станки: триерные цилиндры, пневматические столы и другие заменяющие их высокопроизводительные устройства.

Основным направлением развития техники в области строительства зерноуборочных комбайнов должно стать улучшение показателей производительности, а также поиск путей и средств снижения металлоемкости и степени повреждения семян и товарного зерна. Именно от конструктивных и режимных параметров применяемой зерноуборочной машины зависит качество получаемого зернового материала [2]. Ведущие мировые комбайновые компании и российские производители предлагают практически новые, усовершенствованные модели комбайнов для повышения урожайности зерновых, зернобобовых, а также кукурузы и подсолнечника, минимизации потерь зерна и повышения качества срезки каждый год [3].

В настоящее время отсутствует основная взаимосвязь между требуемой и возможной точностью определения соломистости хлебной массы существующими методами. Это объясняется и затрудняется тем, что на величину соотношения веса зерна к весу соломы оказывают существенное влияние значительная вариация биологической урожайности на одном и том же поле (30...40%), различная степень влагосодержания зерна и соломы.

Кроме того, если учесть, что основная часть энергетических затрат при существующих молотильных аппаратах идет на протаскивание и смятие соломы, становится понятным необходимость совершенствования метода определения соломистости хлебной массы при уборке различных культур. Метод определения соломистости должен быть достаточно простым, доступным, надежным, оперативным и точным. Он должен иметь в своей основе взаимосвязь энергозатрат с урожайностью и нормативными показателями.

Автором получена зависимость удельных энергозатрат и погектарного расхода топлива от урожайности и соломистости хлебной массы для комбайна на подборе валков и прямом комбинировании.

Изменение энергозатрат в расчете на центнер обмолоченного зерна в зависимости от соломистости хлебной массы происходит на различных уровнях. При учете работы комбайнового агрегата по количеству намолоченного зерна необходимо иметь в виду это положение.

Величина удельных эффективных энергозатрат и погектарного расхода топлива изменяется прямо пропорционально от урожайности. Однако, интенсивность изменения, характеризуемая условным коэффициентом, различна и зависит от соломистости хлебной массы. Следовательно, основное, решающее влияние на величину энергозатрат при выполнении уборочного процесса зерновым комбайном оказывает величина хлебной массы. Это значит, что при учете работы комбайнового агрегата по уборочной площади, при оплате труда комбайнера и оценке производительности, наряду с точной фиксацией урожайности, необходимо как можно точнее определять соломистость хлебной массы.

Данный метод определения величины соломистости хлебной массы прост, основывается на учетных параметрах работы зерноуборочного комбайна, оперативен, обладает достаточной для эксплуатационных целей точностью.

Применение этого экспресс-метода позволит повысить объективность учета, значимость оценки работы уборочных агрегатов, будет способствовать повышению производительности труда и правильной организации социалистического соревнования среди комбайнеров, работающих на комбайнах разной марки и в различных условиях.

#### Список литературы

1. Аленин П., Кшникаткина А. Продукционный потенциал зерновых, зернобобовых, кормовых, лекарственных культур и совершенствование технологии их возделывания в лесостепи Среднего Поволжья. – Litres, 2021.
2. Сельскохозяйственные машины : Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия. Протокол №962 от 14 октября 2021 г. / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.
3. Шуляков А.Г. и др. Молотилки зерноуборочных комбайнов: проблемы и пути их решений // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (87). – С. 107–111.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ЖОМА

**Казаков К.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В рамках шестого пакета санкций Евросоюз запретил входящим в него странам закупать в России остатки от переработки растениеводческой продукции, к которой относится, в том числе гранулированный свекловичный жом. С учетом общих объемов производства и экспорта данного продукта в стране могут образоваться запасы более 1 млн. т., которые будут занимать место на складах сахаропроизводителей в разгар сезона переработки. Решить проблему могли бы рост внутреннего потребления и развитие альтернативных направлений для внешних поставок [1].

Отечественным сельхозпроизводителям для закрытия потребности КРС и свиней в углеводах гораздо привычнее использовать зерно, нежели свекловичный жом, особенно когда нет дефицита фуража, решающую роль здесь играет фактор стоимости, а также соотношение цена/качество. В период, когда жом активно экспортировался, наши сахарные заводы продавали его почти по стоимости фуражного зерна. Сейчас цена свекловичного жома опустилась несколько ниже стоимости кормового зерна, но все еще недостаточно выгодно для животноводов с учетом того, что по химическому составу и питательной ценности тонна ячменя или кукурузы будут стоять выше тонны жома, так как последний содержит в основном глюкозу. В чистом виде он почти не употребляется, разве что как жвачный компонент для коров.

Обезвоживание, сушка и гранулирование требует больших энергетических затрат, что порой экономически не выгодно.

Поскольку себестоимость сухого жома определяется преимущественно энергетическими затратами, то рентабельность его производства зависит в основном от величины топливной составляющей себестоимости. На разных заводах топливные затраты на сушку жома различны и могут отличаться в 2 и более раз [2].

В Белгородском ГАУ разработана конструкция сушильной установки, в качестве теплоносителя в которой используются отработанные газы котельных, работающих на газообразном топливе. Температура отработанных газов в основании трубы котельной составляет 170...200°C. Учитывая, что работа сахарных заводов совпадает с началом отопительного сезона целесообразно использовать выхлопные газы котельной для сушки жома. Перед сушкой жом необходимо отжать, так, для выпаривания 1 тонны жидкости из влажосодержащих материалов в сушилке требуется затратить 750 кВт энергии, а при отжиме 1 тонны жидкости из влажосодержащих материалов механическим путем – 2 кВт. [3]

### Список литературы

1. Водолазская Н.В. О разработке моделей технических систем специального назначения // Роль науки в удвоении валового регионального продукта: Материалы XXV Междунар. научно-произв. конф. п. Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 85–86.
2. Колесников А.С. Перемешивающее устройство для повышения степени экстрагирования пектина из свекловичного жома // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 4 (8). С. 10–17.
3. Патент № 2173636 С2 Российская Федерация, МПК В30В 9/12. Шнековый пресс: № 99126953/02: заявл. 22.12.1999; опубл. 20.09.2001 / А.Ф. Пономарев, С.А. Булавин, В.Н. Любин, К.В. Казаков; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия.

## **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СТОЛОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ**

**Калинин А.Б., Теплинский И.З., Немцев И.С.**  
ФГБОУ ВО СПбГАУ, г. СПб, Пушкин, Россия

Технология производства столовых корнеплодов в почвенно-климатических зонах с избыточным увлажнением предполагает их возделывание на профилированных поверхностях поля. Чаще всего формируется гребневая поверхность поля. Использование гребневой поверхности поля обеспечивает лучшее прогревание почвы и исключает ее переувлажнение. Формирование такой профилированной поверхности поля выполняется в весенний период пропашными культиваторами-гребнеобразователями, оборудованные активными или пассивными рабочими органами.

Исследования, проведенные в СПбГАУ совместно с ИАЭП, показали, что применение пассивных рабочих органов в культиваторах-гребнеобразователях [1] обеспечивает формирование гребней из более крупных почвенных элементов. Такая структура почвы в гребнях обеспечивает их меньшую усадку в течение всего периода вегетации растений, а почвенные поры, имея низкую теплопроводность, способствуют созданию стабильного температурного режима корнеобитаемого слоя, устойчивого к колебаниям внешней температуры. Стабилизация температурного режима минимизирует риски, связанные с проявлением последствий процессов глобального потепления. Кроме этого, многолетние метеорологические наблюдения показывают, что в европейской части России наряду с постепенным повышением температуры отмечается увеличение уровня среднегодовых осадков с высокой вероятностью выпадения ливней [2]. Воздействие неблагоприятных погодных факторов существенно увеличивает риски разрушения оптимальной структуры почвы внутри сформированной гребневой поверхности поля. Поэтому для защиты гребней от разрушения требуется выполнить упрочнение их поверхности.

С этой целью культиваторы-гребнеобразователи оснащают активными диaboлическими катками, работающими в режиме буксования. Проведенные в СПбГАУ исследования [3] показали, что выбор оптимального режима активного катка позволил создать на поверхности гребней упрочненный арочный каркас слоем 2-4 см, предохраняющий их от разрушения, сохраняя сформированные свойства в течение длительного периода времени. Этот каркас также защищает почву от развития эрозионных процессов в агроландшафтах при воздействии ливневых осадков, когда вода, не успевая впитаться в почву, свободно стекает по междурядьям вниз по уклону, увлекая за собой мелкие почвенные частицы. При этом на низинных участках полей появляются вымочки и почвенные наносы из смытой почвы. В связи с этим возникает необходимость адаптации технологических процессов подготовки почвы к изменяющимся

климатическим условиям путем модернизации технических средств [4]. Для минимизации рисков возникновения водных эрозионных процессов в технологии возделывания корнеплодов было выполнено совершенствование технологического процесса пропашного культиватора. В передней части культиватора закреплены стрельчатые культиваторные лапы [5, 6], выполняющие неглубокое рыхление почвы по центру гребней. Позади них устанавливаются рыхлительные лапы на жесткой стойке для глубокого рыхления междурядий. Позади стойки установлен окучивающий корпус, формирующий гребневую поверхность. Эти гребни прикатываются активным диaboлическим катком, приводимым от гидромотора через дроссель-регулятор для настройки катка на рациональный режим работы в зависимости от почвенного состояния. За катком располагается трёхлопастной лункователь с установкой лопастей под косым углом. Лункователь движется по рыхлому междурядью и создает углубления, обеспечивающие сбор избыточной влаги и ее отвод через крупные поры в нижележащие горизонты корнеобитаемого слоя [7].

#### Список литературы

1. Assessment of operational effectiveness of inter-row soil loosening in organic potato cultivation / A.A. Ustroeв, A.B. Kalinin, G.A. Loginov, P.P. Kudriavtsev. – 2017. – № 93. – P. 43–48.
2. Возделывание двух урожаев картофеля ранних сортов в условиях Московской области / О.Н. Ивашова, И.Н. Гаспарян, А.Г. Левшин [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 132 с.
3. Теоретические основы выбора рациональных режимов работы активного катка в составе комбинированного агрегата для подготовки посадок картофеля к уборке / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский, В.Д. Врублевский, О.В. Смелик // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 28. – С. 346–351.
4. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М. : КолосС, 2011. – 443 с.
5. Почвообрабатывающие, посевные и уборочные машины : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 44.03.04 - профессиональное обучение (по отраслям) профили подготовки: «Сельское хозяйство. Технические системы в агробизнесе» / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 415 с.
6. Лабораторный практикум по сельскохозяйственным машинам: учебно-методическое пособие / Л.И. Ерошенко, М.А. Новиков, В.А. Смелик [и др.]. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2009. – 42 с.
7. Почвозащитное земледелие на склонах / Под ред. А.Н. Каштанова; Сост.: А.С. Извеков, Ю.А. Никитин. – М. : Колос, 1983. – 527 с.

## СМЕСИТЕЛЬ-ДОЗАТОР АГРЕССИВНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

**Колесников А.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Как правило, при переработке сельскохозяйственных продуктов отходы производства очень часто не находят дальнейшего применения. Переработка побочных отходов производства, в частности отжатого жомопрессового сока из свекловичного жома, дает возможность получения растительно-белкового витаминного концентрата (РБВК) [1].

Для получения РБВК из жомопрессового сока применяют процесс химической коагуляции, т.е. выделения белоксодержащих веществ из общего объема материала с помощью химического вещества. В качестве данного вещества используют концентрат низкомолекулярных кислот (КНМК). Качество полученного РБВК на прямую зависит от качества КНМК.

Концентрат низкомолекулярных кислот – это смесь органических кислот в следующей пропорции: 30-35% муравьиной, 25-30% уксусной, 15-20% пропионовой, 5-6% бензойной, остальное вода. На качество готового КНМК оказывают влияние процессы дозирования и перемешивания. Чтобы улучшить два этих процесса, необходимо использовать смеситель-дозатор, который позволяет не только дозировать компоненты, но и правильно смешивать их в правильных пропорциях. Кроме этого, необходимо обеспечить точности производства.

Поэтому мы разработали конструкцию смесителя-дозатора, который позволяет осуществить дозирование четырех жидкостей одновременно, при этом после процесса дозирования происходит процесс их смешивание. При использовании смесителя-дозатора повышается равномерность дозирования компонентов и качество их смешивания [2-3].

Основными частями смесителя-дозатора являются: камера дозирования и смесительная камера. Основные части смесителя-дозатора выполнены в виде цилиндров, которые между собой соединены посредством болтового соединения. На верхней части смесителя-дозатора установлена крышка. Для вывода готовой смеси из смесителя-дозатора в нижней крышке имеется технологическое отверстие. Камера дозирования состоит из двух полукорпусов, которые соединяются болтовым соединением. В специально подготовленные прорези в полукорпусах вставлены труба для ввода уксусной кислоты, труба для ввода муравьиной кислоты, труба для ввода пропионовой кислоты и труба для ввода бензойной кислоты. Каждая труба имеет определенное количество выходных отверстий диаметром 2 мм. Данный дозатор позволяет получать готовую смесь в следующем процентном состоянии аммиачная вода – 40%, микроорганизмы – 35%, раствор солей – 20% и серная кислота – 5%, за счет разного количества выходных отверстий в каждой трубке, так значит, самое малое количество отверстий имеет труба для ввода бензойной кислоты, а самое большое – труба ввода муравьиной кислоты. В камере смешивания установлен смесительный

элемент. Смесительный элемент состоит из четырех крыльчаток выполненных из пластмассы. Крыльчатки установлены на неподвижных осях, которые в свою очередь приварены сваркой к пластине. Крыльчатки свободно вращаются вокруг осей на подшипниках. Для предотвращения попадания кислоты в подшипник в выточку в крыльчатке установлена уплотнительная манжета.

Смеситель-дозатор многокомпонентных жидкостей работает следующим образом. Из емкостей для хранения компоненты поступают по трубопроводам к входным отверстиям трубок для ввода различных компонентов в камеру дозирования. Дозирование каждого компонента зависит от количества выходных отверстий трубки для ввода. Истечение жидких компонентов происходит в четырех противоположных направлениях, что позволяет осуществлять предварительное смешивание компонентов, уже в камере дозирования. Однако этого недостаточно для получения необходимой однородности приготовленной смеси. С целью интенсификации процесса смешивания в конструкции дозатора нами предусмотрен дополнительный смесительный элемент. Поток предварительно смешанных компонентов поступает в камеру смешивания с определенной скоростью. При попадании на лопасти крыльчаток поток смеси закручивается и приводит во вращение лопасти [4-6]. Использование данной конструкции смесительного элемента позволяет повысить равномерность распределения всех компонентов в готовом концентрате.

#### Список литературы

1. Степуро М.В., Хапрова Е.Н. Сравнительная оценка биологической ценности белков растительного сырья // Известия вузов. Пищевая технология. 2010. № 4. С. 34–35.
2. Смеситель жидкостей: пат. 2250799 Рос. Федерация. № 2004105898/15 / Булавин С.А., Казаков К.В., Колесников А.С., Шапошник А.И.; заявл. 27.02.2004; опубл. 27.04.2005, Бюл. № 12. 7 с.
3. Experimental research in liquid batcher mixer / A. Kolesnikov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan, K. Kazakov // Engineering for Rural Development : 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 124–129.
4. Мачкарин А.В., Рыжков А.В., Казаков К.В. Машина для создания однородной массы навоза в лагуне // Эффективное животноводство. 2018. № 7 (146). С. 62–63.
5. Казаков К.В. Экспериментальные исследования процесса смешивания и дозирования жидких компонентов // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее: материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. Т. 1. Майский : Белгородский ГАУ, 2020. С. 27–28.
6. Бондарев М.Э., Казаков К.В. Дозатор жидких компонентов // Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК: материалы Международной студенческой научной конференции. Т. 4. Майский : Белгородский ГАУ, 2019. С. 11.

**ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА СЕЯЛКИ ПРЯМОГО ПОСЕВА****Колесников А.В., Шабашев А.В.**

ГОУ ВО ЛНР Луганский ГАУ, г. Луганск, Россия

Прямой посев таит в себе большие резервы экономии рабочей силы и топлива, обеспечения высокой оперативности полевых работ в условиях ограниченного времени и сжатых сроков, улучшения почвенных условий и снижения риска развития водной и ветровой эрозии [1].

Выполняется он специальными сеялками. Имеются конструкции с сошниками: однодисковыми с плоскими или сферическими дисками, двухдисковыми в комбинации с дисковыми ножами, трубчатыми с наральниками в виде черенкового ножа либо в комбинации с дисковыми ножами и др.

Разрезающий нож формирует в необработанной почве посевную бороздку, на дно которой двухдисковый сошник укладывает семена и удобрения. Разрезающий нож заглубляется под действием силы тяжести сеялки, поэтому на почвах повышенной твердости ее приходится догружать [2], что снижает маневренность агрегата, повышает энергозатраты и стоимость работ.

На кафедре «Технический сервис в АПК» ГОУ ВО ЛНР Луганского ГАУ разработан рабочий орган сеялки прямого посева, включающий двухдисковый сошник в комбинации с проскальзывающим разрезающим диском. За счет скользящего резания почвы и растительных включений повышается заглубляющая способность агрегата и снижается энергоемкость нарезания посевных бороздок.

Необходимое условие перерезания стеблей – их защемление в створе, образуемом поверхностью поля и касательной, к периметру диска в точке контакта его со стеблем [3].

В процессе работы орудия для уменьшения защемления стеблей в створе достаточно лишь совпадения направлений вращения разрезающего диска и ведущих колес трактора, то есть, первое условие защемления рассматриваемой конструкцией реализуется. Выполнение второго условия зависит от конструктивных и технологических параметров диска.

По агротребованиям на сеялки прямого посева максимальная глубина заделки семян  $h=0,08$  м,  $\Delta h \leq 0,01$  м. Средний коэффициент трения о сталь: пшеницы влажностью 17-49,6% – 0,593, свежескошенных трав влажностью 54,6-83% – 0,91, что соответствует  $30,7^\circ$ . По расчетам, условиям защемления удовлетворяет стальной диск диаметром  $2R = 0,35$  м.

Стабильность кинематического режима разрезающего диска обеспечивается передачами от его оси к валу опорных колес сеялки. Поэтому силы сопротивления почвы создают крутящий момент относительно оси, совпадающий с направлением угловой скорости. Под действием крутящего момента в точке контакта опорных колес с поверхностью поля возникает реактивная подталки-

вающая сила, направление которой противоположно тяговому сопротивлению диска.

Во избежание пробуксовывания опорно-приводных колес и нарушения нормы высева подталкивающая сила не должна превышать силы сцепления колес с почвой (коэффициент сцепления, нормальное давление колес на почву). Для заданных массы сеялки и почвенных условий требуемая сила сцепления колес с почвой устанавливается изменением коэффициента сцепления путем подбора типа шины, рисунка протектора и давления воздуха в шине.

Лабораторная установка с разработанным рабочим органом включающий двухдисковый сошник в комбинации с проскальзывающим разрезающим диском позволяет в процессе исследований изменять независимо в определенном интервале следующие факторы: кинематический режим разрезающего диска, вертикальную нагрузку на диск, продольное расстояние между сошником и разрезающим диском, угол наклона поводка, поступательную скорость.

#### **Список литературы**

1. Аллен Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы / Х.П. Аллен; Пер. с англ. и предисл. М.Ф. Пушкарева. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 208 с.
2. Любушко, Н.И. Направление развития конструкции зерновых сеялок для прямого посева / Н.И. Любушко, В.А. Юзбашев, Е.Л. Ревякин и др. // Тракторы и сельхозмашины. – 1985. – № 12. – С. 24–28.
3. Оптимизация высевающего аппарата для прямого посева / Макаренко А.Н., Мачкарин А.В., Рыжков А.В. // Сельский механизатор. 2014. № 12. С. 8–9.

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВЫКОПОЧНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА**

**Коновалов А.Г., Коновалов В.И.**  
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия

Садоводство является одной из стремительно развивающихся подотраслей сельского хозяйства, обоснованность которого формируют экономические и физиологические и другие аспекты [1, 2]. Для этого необходимо вырастить саженец или кустарник на отдельном участке, который называется питомником, а после пересадить на требуемое место. Наиболее трудоемкой операцией при обновлении сада является выкопка посадочного материала, от которой в последствии зависит дальнейшая приживаемость и скорость развития будущего плодоносящего дерева или кустарника. Поэтому усовершенствование машин для выкопки сеянцев является актуальным.

Технологический процесс выкопки проводят специальной выкопочной машиной, рабочий орган, который заглубляется на глубину 25-35 см., подрезает и поднимает пласт почвы вместе с корнем без оборота пласта. При этом не допускается механическое повреждение корневой системы, ствола и ветвей саженца. Все вышеперечисленное влияет приживаемость растения на новом месте, а также от качества выкопанного посадочного материала зависит скорость развития будущего плодоносящего дерева.

В процессе анализа направлений совершенствования машин для выкопки саженцев были выявлены различные технологические решения и различные технические результаты машин, которые были направлена на [3]:

1. Повышение качества посадочного материала.
2. Упрощение конструкции.
3. Повышение надёжности агрегата.
4. Повышение курсовой устойчивости.
5. Снижение тягового сопротивления рабочего органа.

Проведя анализ существующих промышленных образцов, можно выявить следующие технические улучшения выкопочной машины:

1. Использование рабочего органа в виде плавной U-формы.
2. Установка более одного лемеха по периметру нижней части подкапывающей скобы.

На основе вышеперечисленного можно сделать вывод, что наиболее важным критерием при разработке конструктивно-технологической схемы выкопочной машины является повышение качества посадочного материала. Основным фактором, влияющим на качество выкапываемого растения, является форма подкапывающей скобы, а также дополнительные элементы снижающие ее тяговое сопротивление, и обеспечивающие плавное резание корневой системы. Обусловлено это тем, что в процессе выкопки посадочного материала, подкапывающая скоба движется с непостоянной скоростью, из-за обрыва корней

происходит резкое снижение тягового сопротивления. Для этого необходимо устанавливать более одного лемеха стреловидной формы по периметру нижней части режущей кромки подкапывающей скобы, которые исключат обрыв корней и следовательно, движение машины будет с постоянной скоростью. Использование подкапывающей скобы плавной U-образной формы, образующая которой выполнена в виде участка следующих кривых: спирали Архимеда, кривой брахистрохроны, кривой баушингера, логарифмической спирали, способствует снижению энергоемкость процесса, что позволит проводить операцию выкопки в различных агротехнических условиях. Установка таких дополнительных элементов на подкапывающей скобе как пневмовибратор, плоский индуктор и т.п. позволит создавать знакопеременные нагрузки на рабочем органе, облегчая его движение в почве, тем самым снижая тяговое сопротивление.

### Список литературы

1. Незгуренко, В.А. Направления повышения экономической эффективности производства продукции растениеводства / В.А. Незгуренко // Современные проблемы экономики АПК и их решение : Материалы IV Национальной конференции, Белгород, 15 октября 2021 года. – Белгород : Литературный караван, 2021. – С. 107–109. – EDN DZJCLF.
2. Човган, Н.И. Мероприятия по повышению экономической эффективности производства продукции растениеводства / Н.И. Човган, А.В. Зернова // Современные проблемы экономики АПК и их решение : Материалы IV Национальной конференции, Белгород, 15 октября 2021 года. – Белгород : Литературный караван, 2021. – С. 86–88. – EDN PDCBLI.
3. Коновалов, В.И. Анализ направлений развития машин для выкопки саженцев / В.И. Коновалов, А.Г. Коновалов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 179. – С. 33–54. – DOI 10.21515/1990-4665-179-004. – EDN XABXIY.

## **АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР**

**Котов Д.Н., Крючин Н.П.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский

В настоящее время посев пропашных культур, в частности кукурузы и подсолнечника на силос, выполняется специальными пропашными сеялками. Потребный парк данных сеялок для России, исходя из нормальной годовой загрузки, составляет в среднем 160 тыс. шт., в том числе кукурузных – 110 тыс. шт., свекловичных – 30 тыс. шт., овощных – 20 тыс. шт. С учетом срока службы сеялок 5-8 лет, для России необходимо производить 25 тыс. шт. сеялок в год [1, 2].

Однако, основные мощности по производству пропашных сеялок осталось за пределами России, а зарубежные аналоги «Мультикорн», «Пневмосем», «Моносем» и др. по стоимости в 5-10 раз дороже, и неадаптированы к условиям российского сельхозпроизводителя [3].

Возникший дефицит этой техники привел к тому, что сроки посева увеличились в 1,5-2 раза, техническая загрузка возросла в 2-3 раза [4].

В связи с этим была разработана и изготовлена, на базе серийной пропашной сеялки СПЧ-6, экспериментальная пневматическая сеялка для рядового посева кукурузы [5], оснащенная роторно-скребковым высевающим аппаратом непрерывного дозирования [6] и пневмотранспортирующей системой.

Лабораторно-полевые испытания проводились в сравнении с базовой сеялкой СПЧ-6 на скоростях движения 2,2 м/с. Сопоставление качественных показателей сравниваемых сеялок осуществляли с агро требованиями [7].

Проведенные испытания показали, что при заданной норме высева 95 тыс. шт/га фактический высев по экспериментальной сеялке составил 98,0 тыс. шт./га, а сеялки СПЧ-6 – 92,8 тыс. шт/га.

Что соответствует отклонению от заданной нормы высева  $\pm 3,2\%$  для экспериментальной сеялки и  $\pm 2,3\%$  – базовой сеялки СПЧ-6 (по АТТ допускается  $\pm 3-5\%$ ).

При заданной глубине заделки семян в 50 мм, средняя глубина заделки семян при посеве экспериментальной сеялкой составила 49,0 мм, а при посеве сеялкой СПЧ-6 – 43,1 мм соответственно, средние квадратические отклонения составили  $\pm 7,2$  мм и  $\pm 9,6$  мм. Компактность заделки семян по глубине выше по экспериментальной сеялке – 79%, чем по СПЧ-6 – 68,4%.

Распределение семян в рядке, определяемое непосредственным нахождением семян в почве, лучше при посеве испытываемой сеялкой. Показатель равномерности распределения (количество семян, находящихся в заданном интервале) 80,2% против 83,3% – по сеялке СПЧ-6. При этом коэффициент вариации интервала между семенами по экспериментальной сеялке составил 36,2%, а по СПЧ-6 – 32,2%.

При густоте насаждений, составившей 8,9 шт/м<sup>2</sup> по испытываемой сеялке и 8,4 шт/м<sup>2</sup> – по сеялке СПЧ-6, равномерность распределения растений в рядке соответственно равна – 77,4% и 81,9%. При этом коэффициент вариации распределения растений в рядке по экспериментальной сеялке составил 37,9%, а по СПЧ-6 – 36,6%.

Таким образом, на основании представленных результатов проведенных испытаний можно сделать вывод о том, что в результате более качественного распределения семян по глубине на участках, засеянных экспериментальной сеялкой, относительная полевая всхожесть оказалась выше, чем на участках, засеянных пропашной сеялкой СПЧ-6, что в конечном итоге приводит к повышению урожайности высеваемых культур.

#### Список литературы

1. Саенко Ю.В. Сельскохозяйственные машины / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко, К.В. Казаков, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, Е.А. Мартынов, К.Н. Путиенко, В.Ю. Страхов. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.
2. Саенко Ю.В. Почвообрабатывающие, посевные и уборочные машины / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко, К.В. Казаков, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин, Е.А. Мартынов, А.С. Колесников, К.Н. Путиенко. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 415 с.
3. Казаков, К.В. Зарубежная сельскохозяйственная техника : Монография / К.В. Казаков, А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова, А.В. Мачкарин, К.Н. Путиенко, А.В. Рыжков, Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов. – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 200 с.
4. Бондаренко П.А. Перспективы создания и производства посевных машин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 5. – С. 14–16.
5. Крючин, Н.П. Пневматическая сеялка для посева кукурузы на силос [Текст] / Н.П. Крючин, Д.Н. Котов, С.В. Вдовкин, А.Н. Крючин // Сельский механизатор. 2019. № 6. С. 6–7.
6. Патент № 2173039 РФ МКИ А01 С7/16. Высевающий аппарат / Крючин Н.П., Ларионов Ю.В., Котов Д.Н., Андреев А.Н. (РФ). Заявка № 99119568/13 от 10.09.1999, Опубл. 10.09.2001. Бюл. № 25.
7. ГОСТ 31345-2017 Техника сельскохозяйственная. Сеялки тракторные. Методы испытаний. – М. : Стандартинформ, 2018. – 54 с.

## **РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОСЕВНЫХ МАШИН УНИВЕРСАЛИЗАЦИЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВЫСЕВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

**Крючин Н.П., Вдовкин С.В.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

Широкий набор возделываемых культур требует наличия разнообразного парка посевных машин, обеспечивающих высев семян с соответствующим способом, видом и схемой посева [1].

Конструкция и качество работы сеялок в значительной степени зависят от типа высевающего аппарата, как устройства для отбора, дозирования и подачи семян в семяпроводящие части.

Занявший прочное место в рядовых сеялках зерновой и овощной модификаций, катушечный высевающий аппарат непригоден для посева мелких и крупных семян из-за высокой неравномерности посева и дробления семян.

Эти серьезные недостатки прежде всего определяются тем, что качество работы высевающего аппарата зависит от соответствия размеров семян геометрическим параметрам высевающего аппарата. От соблюдения данного условия зависит работоспособность высевающих аппаратов со штифтовыми, ячеистыми, ложечными, желобчатыми и т.п. рабочими органами [2].

Данное обстоятельство вызывает необходимость использования специальных рабочих органов или упорядочения физико-технологических свойств семян путем калибрования на фракции или дражирования.

Для расширения функциональных возможностей посевных машин универсализацией рабочих органов высевающих устройств разработаны три высевающих аппарата: штифтовый, лопастной и фрикционный, в которых дозирование основано на фрикционных свойствах семян.

Особенность посева заключается в том, что каждый из рабочих органов штифтовая катушка, радиальная лопасть и фрикционный диск формируют исходный поток независимо от размерных характеристик семян [3, 4, 5].

Доза выброшенных в семяпровод сеялки семян в этих устройствах зависит от коэффициента внутреннего трения и от коэффициента трения семян с поверхностями рабочих элементов высевающего аппарата. Примененный принцип дозирования позволяет осуществлять посев семян с различными размерами и фрикционными свойствами.

Теоретические и экспериментальные исследования подтвердили преимущества данного способа формирования исходного потока семян по сравнению с объемным дозированием, используемым в катушечных высевающих устройствах [4, 5].

При посеве мелкосемянных культур (козлятника восточного, люцерны), зерновых (пшеницы, ячменя) и крупносемянных (кукурузы, гороха) показатели

качества и устойчивости дозирования соответствовали агротехническим требованиям.

Близкие к агротребованиям показатели были получены при высеве замоченных семян козлятника восточного, которые по своим физико-механическим характеристикам относятся к категории трудносыпучих посевных материалов [6].

С использованием штифтового высевяющего аппарата разработана и находится в стадии экспериментальных исследований навесная универсальная пневматическая сеялка группового дозирования с шириной захвата 4,5 метра, способная осуществлять высев семян практически всех сельскохозяйственных культур, возделываемых в настоящее время. Универсальная сеялка представляет собой блочно-модульную конструкцию, в которой реализованы современные технические решения рабочих органов и технологических элементов, подтвержденные патентами на изобретения. Основным является модуль сеялки, с помощью которого осуществляется пневматический высев семян сыпучих, мелкосеменных и трудновысеваемых культур рядовым способом с междурядием от 6 до 90 см., а также посев полосовым и ленточным способами, с нормой высева от 1 до 250 кг/га с совместным высевом минеральных удобрений.

#### Список литературы

1. Мачкарин, А.В. Технологии посева зерновых культур / А.В. Мачкарин // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», Майский, 28–29 мая 2019 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 90.
2. Семенов А.Н. Зерновые сеялки. М. – Киев., Машгиз, 1959. 318 с.
3. Патент на полезную модель № 133677 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Высевяющий аппарат : № 2013121148/13 : заявл. 07.05.2013 : опубл. 27.10.2013 / Ю.А. Савельев, Н.П. Крючин, Д.Н. Котов, А.Н. Крючин.
4. Котов, Д.Н. Теоретическое обоснование технологического процесса подачи семенного материала высевяющим аппаратом группового дозирования / Д.Н. Котов, А.В. Баринов // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 01–02 декабря 2020 года. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2020. – С. 390–394.
5. Андреев, А.Н. Процесс формирования потока семян и порошкообразных удобрений с применением дозатора непрерывного действия / А.Н. Андреев, С.В. Вдовкин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 5 (91). – С. 96–100.
6. Крючин, Н.П. Разработка технологии предпосевной подготовки семян бобовых трав / Н.П. Крючин, А.М. Петров, О.А. Артамонова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5 (73). – С. 99–102.

## РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УДАЛЕНИЯ СОРНЯКОВ

**Макаренко А.Н.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Наличие сорной растительности на полях при выращивании сельскохозяйственных культур неизбежно. Ее количество будет зависеть от применяемой технологии выращивания культуры и способов борьбы с сорной растительностью. Особенно это будет проявляться при использовании «чистых», безгербицидных технологий. При этом на борьбу с сорной растительностью необходимо затрачивать значительные трудовые ресурсы. Очень перспективным представляется применение роботизированных комплексов для распознавания сорняков и их удаления при помощи специальных рабочих органов.

При выращивании сельскохозяйственных культур в открытом или закрытом грунте удаление сорняков становится возможным только путем применения ручного труда, что вызывает необходимость задействовать большие людские ресурсы или обходиться малыми при больших затратах времени.

При выращивании сельскохозяйственных культур по традиционным технологиям необходимо применять или химическую обработку, что исключает понятие «чистые» или проводить междурядные обработки почвы. Проведение междурядных обработок предполагает удаление сорной растительности в междурядьях с помощью различных рабочих органов – стрелчатых лап, односторонних лап и т.д. [1]. При этом сорная растительность, которая находится в самом рядке, т.е. за пределами защитной зоны рабочих органов, максимум может быть присыпана почвой специальными лапами, а это не гарантирует дальнейшего прорастания сорняков и их питания за счет прикорневой зоны культурных растений.

Анализируя современное состояние науки и техники можно сделать вывод, что имеется вариант полного удаления сорной растительности в рядке при помощи роботизированных комплексов, которые легко адаптируются под выращиваемую сельскохозяйственную культуру, ее высоту произрастания, ширину междурядий [2]. Применение таких комплексов позволяет полностью исключить ручной труд и химические способы.

Современное развитие роботизированных комплексов в отрасли сельского хозяйства, особенно с точки зрения применения, находится на значительно более низком уровне, чем в других отраслях народного хозяйства и промышленности, даже если рассматривать отрасль растениеводства в сравнении с животноводством. Связывать это можно, наверное, с особенностями выращивания отдельных сельскохозяйственных культур. Очень сложно заложить правильный алгоритм универсальной машины, которая смогла бы выполнять технологические операции по удалению сорной растительности, например, на посевах сахарной свеклы и на делянках с овощными культурами. Наиболее удобно автоматизировать процесс в закрытом грунте.

На основании таких перспектив кажется целесообразным проведение исследований по разработке и внедрению роботизированных комплексов с различным набором рабочих органов, обеспечивающих распознавание и удаление сорной растительности на посевах и посадках культурных растений [3]. При этом необходимо учитывать, что комплекс должен быть универсальным для использования в различных условиях и иметь обширную базу характерной сорной растительности. При этом нужно отдельно позиционировать два типа машин – для использования в открытом и закрытом грунте.

Проведение исследований в обозначенном направлении является перспективным и востребованным. Такие комплексы полностью исключают применение ручного труда и позволят дополнительно автоматизировать процесс. Наибольшие перспективы просматриваются при выращивании овощей в закрытом грунте или технических культур в полеводстве в совокупности с применением систем точного земледелия.

#### Список литературы

1. Зарубежная сельскохозяйственная техника / К.В. Казаков, А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова [и др.]. – Москва : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 200 с. – ISBN 978-5-905563-70-6.
2. Абросимов, В.К. Малые интеллектуальные роботы для решения задач точного земледелия: проблемы и решение / В.К. Абросимов, В.В. Елисеев // Робототехника и техническая кибернетика. – № 4 (21). – 2018. – С. 14–18.
3. Иванов, А.Г. Совершенствование технологического процесса прополки сельскохозяйственных культур за счет использования роботизированной прополочной машины для точного земледелия / А.Г. Иванов, Н.С. Воробьева, В.В. Дяшкин-Титов // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2021. – С. 186–191.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДРОНОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЦЕЛЯХ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Максименко А.А., Сайфетдинов А.Р.**

Кубанский государственный аграрный университет  
имени И.Т. Трубилина, Россия

В современном мире технологические инновации применяются в большинстве сфер деятельности, а сельское хозяйство не является исключением. Применение беспилотных летательных аппаратов, таких как дроны, в сельском хозяйстве позволяет решать множество задач, в том числе мониторинг состояния полей, контроль за ростом и развитием растений, анализ потребности в удобрениях и средствах защиты растений, а также расчет возможных потерь урожая. Однако, правильное использование и эксплуатация данных систем может значительно повысить эффективность сельскохозяйственной деятельности, снизить затраты на ресурсы (труд, время, материалы) и повысить устойчивость хозяйства [1, 2].

Съемка и анализ состояния сельскохозяйственных угодий с помощью дронов является одним из основных направлений применения данной технологии. Оперативный анализ данных с помощью дронов позволяет анализировать поля быстрее и точнее, чем традиционные методы, такие как ручное наблюдение или анализ спутниковых снимков. Это выявляет проблемные зоны на полях и позволяет оперативно принимать соответствующие меры для поддержания условий идеальных для роста и развития растений.

Дроны также позволяют контролировать эффективность агротехнических мероприятий, таких как полив, внесение удобрений и средств защиты растений, выполнение посевных, уходных и уборочных работ. Быстрый и точный анализ и оценка таких действий позволяет оптимизировать процессы и снижать расходы на сельскохозяйственное производство.

С помощью дронов можно также оценивать и прогнозировать урожайность полей. Мощные алгоритмы анализа данных, собранных дронами, помогают оперативно реагировать на изменения, происходящие на полях в реальном времени и принимать необходимые меры для корректировки производственных планов.

Использование дронов в сельском хозяйстве является одним из инновационных подходов, которые могут значительно повысить эффективность, устойчивость и экономичность производственной деятельности в этой сфере. Однако, понимание и правильное использование данных систем является ключом к успешной реализации этой технологии и получению на ее основе наибольших пользы и выгод.

Дроны применяются в различных секторах сельского хозяйства, помогая в проведении сельскохозяйственных обследований, внесении удобрений и защите растений. Благодаря специализированному программному обеспечению,

можно анализировать различные параметры состояния культур на конкретных полях: уровень засоления зоны корней, жизнеспособность растений, заболеваемость и поражение вредителями.

В животноводстве дроны используются для наблюдения за пастбищами и перемещения скота на новые пастбища. Существуют также специализированные дроны для контроля состояния выпасов и определения оптимального времени возврата скота на те или иные участки пастбищ.

Дополнения к дронам позволяют проводить мониторинг состояния садов и виноградников, выявлять начальные этапы развития болезней и вредителей, определять время цветения и созревания плодов, а также контролировать состояние земельного покрова и полив в зонах корней.

Однако, при использовании дронов в сельском хозяйстве необходимо соблюдение законодательства в отношении безопасности, авторизации полетов, ответственности за возможный ущерб третьим лицам и окружающей среде. Существуют также технические ограничения, связанные с дальностью и продолжительностью полетов дронов, их стоимостью и сложностью оборудования и программного обеспечения, а также вопросы обучения и подготовки персонала, способного использовать данную технологию.

В целом, использование дронов в агросекторе способствует упрощению и оптимизации процессов мониторинга и контроля сельскохозяйственных угодий, оценки состояния растений и прогнозирования урожайности. С развитием технологий и накоплением опыта их использования, дроны становятся незаменимым инструментом для современных сельскохозяйственных работников и предприятий.

#### Список литературы

1. Курченко, Н.Ю. Технология применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Н.Ю. Курченко. – 2018. – Т. 3, № 3. – С. 37–42. – DOI 10.22406/bjst-18-3.3-37-42. – EDN XZNVND.
2. Наседкина, Т.И. Повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции / Т.И. Наседкина, А.И. Черных, О.В. Гончаренко. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 104 с. – ISBN 978-5-6047966-5-8. – EDN GDOKHQ.

## АДАПТИВНЫЙ МАНИПУЛЯТОР ДОЕНИЯ

**Мартынов Е.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Машинное доение – самый распространенный способ получать высокие удои молока с наименьшими трудозатратами, высокой производительностью труда и низкой себестоимостью производимой продукции. Однако стоит отметить сложность функционирования данной системы «человек-машина-животное», где в каждом элементе возможны ошибки и сбои в процессе доения [1].

На сегодняшний день промышленность выпускает ряд устройств, позволяющих автоматизировать процесс доения, начиная от простых устройств позволяющих снять доильный аппарат по завершению процесса доения, заканчивая роботами, осуществляющими весь цикл работ. Данные устройства позволяют существенно повысить производительность труда, однако среди известных конструкций нет устройств, отвечающих в полном объеме зоотехническим требованиям либо стоимость данных устройств слишком высока и не выходит на уровень рентабельности [2].

Анализ известных технических решений доильного оборудования позволил сформулировать требования к алгоритму работы для повышения качества работы оборудования: контроль процесса доения по каждой доле вымени по отдельности; снижение вакуумметрическое давление в доильном стакане до минимального значения при низкой интенсивности молокоотдача (как правило, в начале и в конце доения); автоматическое снятие доильного аппарата после снижения интенсивности молокоотдачи менее 50 мл/мин в последнем выдаиваемой доле вымени [4, 5].

Основное направление в разработке конструкций в последнее время изменилось. Сегодня на рынке появились роботизированные установки четырех видов: доильный робот установлен в одном боксе и оборудован одним манипулятором; два параллельно установленных доильных бокса и оборудован одной рукой-манипулятором между ними; доильный робот выполнен в виде модуля с двумя сблокированными параллельными доильными боксами обслуживаемыми одной рукой-манипулятором; роботизированная система состоит из нескольких доильных боксов, смонтированных один за другим и обслуживаемых одной рукой-манипулятором.

В то же время наибольшее распространение получили одно-боксовые доильные роботы. Практика показала, что в целом работа автоматизированных доильных систем не вызывает нареканий. В то же время существует ряд проблем, которые предстоит решить в ближайшее время, в частности эффективность применения автоматизированных систем доения.

В настоящее время практически все доильные аппараты приводятся в готовность при их снятии с держателей либо посредством манипуляторов (микро-

выключателей), размещенных на кромке доильной ямы. Готовность коров к дойке обеспечивается за счет полноценной стимуляции вымени животных. Доильное оборудование практически всех фирм-поставщиков позволяет выполнять стимуляцию сосков вымени коров в автоматическом режиме с управлением по молокоотдаче и времени. До сих пор оптимальными считались значения рабочего вакуумметрического давления, которые находились в пределах 37-42 кПа. В то же время на рынке в последнее время активно предлагаются доильное оборудование с рабочим вакуумметрическим давлением около 30 кПа [6].

Проведенный анализ результатов исследований и известных конструкций доильных аппаратов показал, что до настоящего времени нет устройств, способных обеспечить оптимальный режим доения с учётом индивидуальных особенностей животных и степени развития долей вымени, следовательно, разработка доильных аппаратов с управлением режимом доения по каждой доле вымени коров в отдельности актуальна.

Конструктивная схема переносного манипулятора для доения коров должно обладать возможностью управления режимом доения за счет снижения номинального значения вакуумметрического давления в подсосковых камерах доильных стаканов в начале и в конце доения в зависимости от интенсивности молокоотдачи и при этом иметь низкую стоимость производства.

#### Список литературы

1. Отечественные тенденции развития молочного скотоводства в России / О.В. Китаёва, В.Ф. Ужик // Московский экономический журнал. 2021. № 12.
2. Скоркин В.К. Стратегия развития механизации и автоматизации при производстве молока [Текст] / В.К. Скоркин // Техника и оборудование для села. 2015. № 2 (18). С. 13–21.
3. Чехунов О.А. Перспективные направления модернизации доильных аппаратов / О.А. Чехунов, А.В. Асыка // В сборнике: РОЛЬ АГРАРНОЙ НАУКИ В РАЗВИТИИ АПК РФ. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. 2017. С. 22–25.
4. Борозенцев В.И. К разработке алгоритма действия автомата доения коров / В.И. Борозенцев, В.И. Ужик // Техника в сельском хозяйстве. 2002. № 4. С. 15.
5. Мартынов Е.А. Переносной адаптивный манипулятор доения коров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 11. С. 15–16.
6. Ужик В.Ф. Переносной манипулятор доения коров с управляемым режимом доения / В.Ф. Ужик, Е.А. Мартынов // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. 2009. Т. 20. № 2. С. 63–67.

## **ВЫРАЩИВАНИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

**Мачкарин А.В., Рыжков А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Процесс возделывания зерновых включает в себя следующие этапы: подготовка почвы (вспашка, культивация, внесение гербицидов и т.д.), предпосевное внесение удобрений, протравливание семян зерновых культур, посев зерновых и зернобобовых культур, уход за посевами зерновых культур, сбор урожая, сушка и хранение [1].

Способы посева зерновых культур влияют на процесс подготовки почвы. Хотя весь комплекс подготовительных работ остается неизменным, сроки их значительно меняются. В случае с озимыми все действия необходимо начать сразу после уборки предыдущего урожая и закончить до посевных работ. Для яровых семян время подготовки растягивается до весны.

Первым этапом подготовки является вспашка. Производится она таким образом, чтобы все остатки предыдущей культуры после ее уборки (корни и стебли) попали в землю. Они будут выполнять функцию удобрения и мульчи для молодых растений. Также под вспашку вносят различные минеральные и химические удобрения, в первую очередь, калийно-фосфорные [2, 4].

Второй этап – разравнивание грунта. Для озимых культур – это предпосевная культивация, для яровых – весеннее боронование.

Чтобы защитить семена от болезней, насекомых и придать им дополнительные силы для прорастания, используют протравители семян зерновых культур. Это процесс не вызывает сложностей, поскольку выполняется с помощью специальных машин.

Посадка семян выполняется посредством специальных сеялок. Более новые модели могут одновременно производить прямой посев и вносить и удобрения. После закладки семян в грунт их обязательно нужно прикатать для ускорения всходов.

На урожайность зерновых культур могут повлиять: погодные условия, заболевание растения, вредители и многое другое. Именно поэтому очень важно правильно ухаживать за зерновыми с момента появления первых всходов до момента их созревания и уборки.

Способы уборки зерновых культур позволяют собрать урожай любого качества. Таких способа существует два: сплошной и отдельный. Последний применяют для уборки зерновых культур с неравномерным созреванием или неправильной вегетацией (разной длины стебли, полеглица и т.д.). В остальных случаях выполняется сплошная уборка зерновых культур посредством машин для уборки зерна – комбайнов [3].

После сбора урожая зерно привозят в зернохранилища или на элеваторы. Здесь под воздействием нужных температур зерно досушивается. Затем прово-

дится фитоэкспертиза, которая позволяет удостовериться в качестве зерна и только после этого зерно отправляется на переработку.

### Список литературы

1. Рыжков А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и САЕ анализ их рабочих органов / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин. Материалы IV Международной научно-практической конференции: в 3 т. / под общ. ред. В.А. Немтинова; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4. – С. 191–197.

2. Сельскохозяйственные машины: Учебное пособие / Ю.В. Саенко и др. / Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия. Протокол № 962 от 14 октября 2021 г. / Майский, 2021. – 435 с.

3. Мачкарин А.В. Повышение эффективности выращивания зерновых с разработкой и обоснованием оптимальных параметров сеялки прямого посева: Автореф. дис. ... канд. технических наук: 05.20.01 / Мачкарин Александр Викторович; Мичуринск - Научкоград, 2009. – 17 с.

4. Патент на полезную модель № 133677 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Высевающий аппарат : № 2013121148/13 : заявл. 07.05.2013 : опубл. 27.10.2013 / Ю.А. Савельев, Н.П. Крючин, Д.Н. Котов, А.Н. Крючин.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Неменущая Л.А.

ФГБНУ «Росинформагротех», р. п. Правдинский, Россия

В настоящее время объемы не перерабатываемых сельскохозяйственных отходов в России не снижаются, в том числе из-за недостаточного развития технологий рециклинга. В результате загрязняется окружающая среда, возрастает эрозия почв, теряются ценные сырьевые ресурсы, которые можно было эффективно использовать.

Самое большое количество отходов в растениеводстве приходится на послеуборочные растительные остатки, например солому, ее образующаяся масса от злаковых и крупяных культур в России за год составляет более 100 млн тонн, а используется из них лишь 10% (подстилка скоту, лучше всего из соломы ржи, измельченная до размера 10 см, добавление в корма, внесение в почву), при этом данный вид отходов обладает значительным энергетическим потенциалом для изготовления твердого топлива, может стать основой искусственных субстратов, почв, биоразлагаемых и строительных материалов [1, 2].

По практически реализуемым способам переработки соломы и других отходов растениеводства имеется значительный потенциал. Существует множество перспективных разработок в применении их в качестве удобрений и стимулирующих препаратов, такие как использование биодеструкторов (ООО «Биопрепараты»), Ризобакта СП (р.ж.ф.т.н.) восст. «Микобакт» (ООО «Петербургские Биотехнологии»), экспресс-компостирования (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова, ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет), препарата карбоксиметиллированных цветковых пленок овса, обеспечивающего прибавку урожайности пшеницы до 5% (Алтайского ГАУ, Алтайского ГУ), выщелоченной золы (патент RU 2648697).

Для кормопроизводства и улучшения обеспеченности сельскохозяйственных животных кормами будут перспективны технологии производства растительноуглеводных белковых кормовых добавок прямой биоконверсией микроорганизмами (ФГБОУ ВО Казанский НИТУ), стимуляторы силосования (ООО «Биопрепараты»), взрывной автогидролиз (Красноярский государственный торгово-экономический институт, Белорусский ГТУ), гидропонная кормовая добавка с использованием глауконита (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), экструзия биологических и сельскохозяйственных отходов (множество разработок, например патент RU 2017111052).

Технология глубокой переработки отрубей и лузги зерновых (ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технологический университет) обеспечивает получение биологически активной добавки для пищевой и перерабатывающей промышленности, есть разработки по производству эффективных сорбентов из лузги и шелухи гречихи, подсолнечника, риса и других куль-

тур (ФГБОУ ВО Башкирский государственный университет, ФГБОУ ВО Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет, ФГБОУ ВО Тверской государственный университет) [3-5].

Представленные технологии промышленно реализуемые, перспективны для рециклинга и эффективного растениеводства. Внедрение подобных технологий переработки отходов производства, помимо возможной экономической выгоды, будет содействовать обеспечению продовольственной безопасности страны, сохранению и улучшению экологии, оптимальному использованию земельных ресурсов, созданию новых рабочих мест и решению многих проблем в рамках устойчивого развития сельского хозяйства.

#### Список литературы

1. Андреев Т.И., Киселёва С.В., Рафикова Ю.Ю., Трофимова И.Л. Энергетический потенциал отходов растениеводства для теплоснабжения жилого сектора // СОК. 2022. № 8. С. 68–73.

2. Кузнецова Н.А., Зинич Л.В. Вторичная переработка отходов как фактор устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий // Фундаментальные исследования. 2021. № 11. С. 120–124.

3. Piskunova N.A., Osmolovskiy P.D., Dorozhkina A.A., Nemenushchaya L.A., Vorobyova N.N. Particular qualities of Formation of sensory Characteristics of jam made from the Fruits from musky Squash // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. «International Conference on Agricultural Science and Engineering». 2021. С. 012105.

4. Колесников А.С. Технологическая схема получения белка из соевого шрота на сахарном заводе // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием. 2023. С. 100–102.

5. Казаков К.В. Решение проблемы энергообеспечения в сушке свекловичного жома // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием. 2023. С. 186–188.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ**

**Пашенко В.М., Пустовалов А.П., Фатьянов С.О., Мишина Т.О.**

**ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, Россия**

С давних времен человек ведет бескомпромиссную борьбу с вредителями сельского хозяйства. В середине этого века, когда в широких масштабах начали применять химические вещества, казалось, что окончательная победа над нашими извечными врагами уже близка. Однако химикаты убивали не только вредных, но и полезных насекомых. В связи с этим возникла необходимость выработки новых методов борьбы с коварным противником [1].

Существует много способов, используемых для дезинсекции запасов зерна, такие как биологические с использованием генетического фактора и разработки способов подавления наследственности вредных организмов, физико-механические с применением высоких и низких, летальных для вредителей, температур, радиационные и др. Известна радиационная установка для дезинсекции зерна ЭТЛ – 1, разработанная Институтом ядерной физики Сибирского отделения АН СССР, содержащая размещенный в свинцовом корпусе электронный ускоритель, генерирующий пучок с энергией 1 МэВ, который облучает электронным пучком падающий круговой поток зерна [4].

Основным недостатком известных способов дезинсекции и устройств для их осуществления является токсичность, уровень которой даже при малом ее значении остается в продуктах на длительный срок. Радиационные установки в зависимости от типа источника излучения могут после обработки оставлять следы радиоактивности, кроме того, они дорогостоящие и, как правило, малопродуктивные [2, 3].

В связи с этим возникает необходимость создания способа, позволяющего более эффективно уничтожать вредителей зерна, при этом конструкция устройства должна быть простой и надежной в эксплуатации и не наносить повреждений самому зерну.

Достигается технический результат тем, что в устройстве для уничтожения вредителей зерна, содержащем загрузочный бункер, поддон с каналом для отведения зерновой массы и ударный механизм с приводом, последний выполнен в виде установленного на вертикальном валу разбрасывающего диска с закрепленными на его рабочей поверхности радиальными пластинами, при этом вокруг разбрасывающего диска расположен подвижный отражатель с угловыми элементами в виде цилиндра, охватывающего по окружности разбрасывающий диск [4, 5, 6].

При этом скорость вращения вала с разбрасывающим диском выбирают соответствующей линейной скорости соударения зерна о поверхность цилиндрического отражателя в интервале от 15 до 22 м/с.

Работа осуществляется следующим образом. Зерновая масса, зараженная вредителями, в частности, амбарным долгоносиком в различных его жизненных формах поступает в загрузочный бункер. Заданное количество зерновой массы, определяемое производительностью устройства, направляется в середину разбрасывающего диска. При вращении разбрасывающего диска под действием центробежных сил радиальные пластины направляют зараженную зерновую массу на цилиндрический отражатель, которая попадает на поверхность отражателя под углом близким к прямому.

Сила механического удара зерен и содержащихся в них вредителей о поверхность цилиндрического отражателя регулируется в процессе работы устройства в зависимости от состояния зерновой массы и жизненных форм вредителей путем изменения скорости вращения диска.

Проведенные эксперименты показывают, что максимально допустимая скорость при соударении зерна с твердым отражателем лежит в пределах 21-22 м/с. При большей скорости происходит травмирование зерна. Механическое разрушение и уничтожение жизненных форм долгоносика происходит от соударения при скорости более 6 м/с. Следовательно, угловая скорость вращения вертикального вала должна соответствовать скорости соударения зерновой массы цилиндрического отражателя в интервале от 6 до 20 м/с. Оптимальным значением для надежной работы устройства является интервал от 15 до 20 м/с.

В зависимости от последующего использования зерновой массы, возможно ее просеивание и дальнейшая обработка.

#### Список литературы

1. Закладной Г.А., Ратанова Р.Ф. Вредители хлебных запасов и меры борьбы с ними. М. : Колос, 1973. С. 159.
2. Подготовка тракторов и сельскохозяйственных машин и механизмов к работе / А.Н. Макаренко, А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков [и др.]. – п. 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.]. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 86 с.
4. Пат. 68860 Российская Федерация, МПК U1 A01M 17/00. Устройство для уничтожения вредителей зерна / В.М. Пащенко, О.Н. Пылаева, И.А. Бадыкшанова; опубл. 10.02.09, Бюл. № 4 (II ч.). – 2 с.
5. Пат. 80311 Российская Федерация, МПК U1 A01M 17/00. Устройство для уничтожения вредителей зерна / В.М. Пащенко, О.Н. Пылаева, И.А. Бадыкшанова; опубл. 10.12.07.
6. Патент РФ на изобретение № 2517834 «Устройство для механической переработки зерновой массы» / Макаров В.А., Меньшова Т.В., Пащенко В.М., Пылаева О.Н., Опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16.

## **РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИЙ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЯЛКИ СЗМ-400**

**Поляков Г.Н., Аникиенко Н.Н., Самусик Г.С., Савченко С.А.**  
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Россия

Развитие сельскохозяйственного сектора Иркутской области зависит от технического и технологического обеспечения АПК. Анализ статистических данных показывает, что техническая оснащенность сельского хозяйства региона имеет невысокий уровень. Растениеводство области отстает по техническому оснащению тракторами по сравнению с нормативами в 2,4 раза, а по зерноуборочным комбайнам в 3,1 раза. С увеличением посевных площадей под зерновыми культурами нагрузка на единицу техники растет, а в отдельных случаях достигает 800 га. Низкая оснащенность сопровождается ростом уровня старения техники, который составляет 70% [2, 4].

Сельскохозяйственная техника в последние годы с 2017 по 2021 гг. существенно подорожала, также растут цены на запасные части к сельскохозяйственным машинам. Сократилось приобретение специальных машин для посева зерновых пропашных культур. Наметилась тенденция расширения функций применения зерновых сеялок для посева кукурузы и мелкосемянных масличных культур. Возделывание рапса на семена связано с тем, что он является высокомаржинальной культурой и основным рынком сбыта является Китайская народная республика. При этом необходимо учитывать особенности возделывания пропашных культур – междурядная обработка, рыхление и подкормка [5, 6].

Целью исследования является изменение конструкции зерновой сеялки СЗМ-400 для посева пропашных и мелкосемянных культур в соответствии с агротехническими требованиями их возделывания.

Зерновая сеялка СЗМ-400 имеет рабочую ширину захвата 4 метра, она в основном применяется для посева зерновых колосовых, зернобобовых и мелкосемянных культур с междурядьем 0,14 метра и имеет 28 высевальных аппаратов и такое же количество однодисковых сошников, которые могут высевать семена на глубину до 0,1 метра. Для Иркутской области характерны весенне-летние засухи, которые могут длиться до конца июня.

Расширение функции сеялки СЗМ-400 сводится к следующему. Часть отверстий к высевальным аппаратам перекрываются металлическими или пластиковыми пластинами. При этом действующими высевальными аппаратами являются только 8, которые подают семена и минеральные удобрения только к 8 сошникам, с междурядьем 0,56 метра при возделывании кукурузы, а при высеве рапса действующими становятся 10 высевальных аппаратов с междурядьем 0,42 метра [3]. При высеве семена, лежащие на закрытых окнах высевальных аппаратов, не могут поступить к действующим аппаратам. Это может привести к пропускам высеваемой культуры. Поэтому необходимо держать уровень семян в семенном ящике не менее 1/3 его емкости.

Для мелких семян эффективен широкорядный посев с междурядьем 0,42 метра, при норме высева 5-7 кг/га [1]. Выбранные междурядья позволят использовать для ухода за посевами культиваторы типа КРН-4,2 при соответствующем выборе культиваторных лап.

Авторами был проведен эксперимент в сельскохозяйственных организациях Иркутской области. Для высева крупных семян пропашной культуры была установлена норма высева 58 кг/га и доза внесения минеральных удобрений в физическом весе 90 кг/га. Сеялка для высева мелких семян была настроена на норму высева 6,5 кг/га, для этого рабочая длина катушки была установлена на минимальную величину. Высевающий аппарат сеялки СЗМ-400 при указанной выше норме высева крупных семян рабочая длина катушки составила 0,041 метра, а для исключения дробления зерна донышко аппарата было опущено на 0,007 метра.

Таким образом, конструктивные изменения сеялки СЗМ-400 позволили использовать её для посева пропашных культур и рапса.

Обосновано оптимальное расстояние между рядами высеянных семян кукурузы и рапса с целью применения культиваторов растение питателей и других средств по уходу за посевами.

Проведенные полевые исследования доказали, что регулировки высевающих аппаратов сеялки позволяют высев проводить с заданными агротехническими требованиями для условий Иркутской области.

#### Список литературы

1. Агрономическая тетрадь для механизаторов. Возделывание зерновых культур и рапса по интенсивным технологиям / Б.П. Мартынов, И.С. Шатилов, А.С. Семин и др.; Под общ. ред. Б.П. Мартынова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Росагропромиздат, 1988. – 255 с.
2. Бурак П.И., Голубев И.Г., Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Гольпяпин В.Я. Состояние и перспективы обновления парка сельскохозяйственной техники: науч. аналит. обзор. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 152 с.
3. Сахнов, А.В. Пневматический высевающий аппарат сеялки точного высева пропашных культур / А.В. Сахнов, Е.А. Савельев // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: материалы научно-практической конференции с международным участием. – Белгород, 2023. – С. 133–136.
4. Система ведения сельского хозяйства Иркутской области: в 2 ч. Ч. 2 Монография / Под редакцией Я.М. Иванько, Н.Н. Дмитриева. – Иркутск : ООО «Мегапринт». 2019. – 321 с.
5. Сельскохозяйственные машины / Саенко Ю.В., Чехунов О.А., Макаренко А.Н. и др. Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия. Протокол №962 от 14 октября 2021 г. / Майский, 2021.
6. Яковлев, Д.А. Изменение температурного режима почвы при посеве яровой пшеницы в ряды / Д.А. Яковлев, Г.Н. Поляков // Кормопроизводство. – 2023. – № 1. – С. 31–35.

## **МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ ДВУХТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ ТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ**

**Припоров И.Е.**

ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия

Применение моторного топлива с добавлением растительных масел приводит к незначительному ухудшению мощностных и топливно-экономических показателей дизеля [1].

В качестве материала для приготовления растительного масла, например служат семена подсолнечника, которые получают на семяочистительных комплексах [2].

Для устранения недостатков серийных двухтопливных систем питания дизеля была проведена ее модернизация, которая заключается в наличии клапана-распределителя с анализатором очистки минерального и растительного топлив, устройства для контроля качества смешивания смеси, клапана-распределителя с анализатором очистки смеси, дополнительного электродозатора подачи смеси. При этом клапан-распределитель с анализатором очистки минерального топлива соединен со входом топливного фильтра, а выход его соединен с входным каналом смесителя и ЭБУ, а также устройство для контроля качества смешивания смеси соединено с ним и выходным каналом смесителя, а его выход соединен с топливным фильтром, который соединен с клапаном-распределителем с анализатором очистки смеси, а его выход соединен с топливоподкачивающим насосом. Вход дополнительного электродозатора подачи смеси соединен с топливоподкачивающим насосом, а выход с индуктивным датчиком нагрузочно-скоростного режима дизеля, клапан-распределитель с анализатором очистки растительного топлива установлен под топливным фильтром и над электрическим насосом.

Модернизированная система питания позволяет определить качество минерального и растительного топлив, контролировать получение однородной смеси, а также регулировать подачу готовой смеси в ТНВД.

### **Список литературы**

1. Уханов А.П. Дизельное смесевое топливо: проблемы и инновационные разработки / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, И.Ф. Адгамов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2. С. 46–51.
2. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Качественные показатели работы универсального семяочистительного комплекса на базе отечественных семяочистительных машин нового поколения // Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК. Сб. научных тр. 9-й Междунар. науч.-практ. конф. 2014. С. 162–167.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРКИ ПШЕНИЦЫ**

**Ринас Н.А.**

ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия

Проблема уборки зерна, как главной продукции сельского хозяйства, по-прежнему остается острой и не до конца решенной. Техничко-экономические показатели отечественных технологий уборки уступают зарубежным по энергоёмкости, трудовым затратам, потерям и др. Национальное сельское хозяйство России на современном этапе функционирования, как отмечается во многих отечественных публикациях, не может быть конкурентоспособным на рынке продовольствия по причине применения в основном агротехнологий с невысокими выходными параметрами, экстенсивными по вложению и отдаче знаний, капитала и материальных ресурсов. Только агротехнологии и машины инновационного типа с высоким уровнем знаний и материально-технических ресурсов помогут изменить негативную ситуацию к лучшему [1, 2].

Широко применяемая технология уборки зерновых культур трудозатратна, энергоёмка, допускает большие потери урожая и высокие затраты [2]. Кроме того, современные зерноуборочные комбайны (ЗУК) с молотильными аппаратами бильного типа имеют повышенное дробление зерна, снижая его качество. Требуется модернизация конструкции молотильных аппаратов и оптимизация параметров и режимов работы машин [3, 4]. Из-за низкого качества зерна по разным причинам оно мало востребовано за рубежом. В повышении производительности труда, снижении затрат, существенную роль играют новые технологии и система машин [5, 6].

Структура и состав комбайнового парка России уже исчерпал свои возможности. Требования к наукоемкости конструкции комбайна должны учитывать не только его надежность, производительность, качество работы, комфортность и др., но и резкое снижение затрат за счет совмещения операций.

Нами использованы результаты производственных испытаний современных зерноуборочных комбайнов в сельскохозяйственных предприятиях Краснодарского края, а также результаты собственных исследований [5, 7]. При анализе результатов испытаний современных ЗУК, нами была сформирована система оценочных показателей (мощность двигателя, удельная производительность, расход топлива, потеря зерна), на основании которых разработаны направления повышения производительности комбайнов и качества уборки зерна. Под качеством уборки зерна мы понимаем не только прямые и косвенные потери, но и содержания белка и клейковины в зерне озимой пшеницы сильного сорта.

Наиболее легким для практической реализации из направлений повышения производительности и качества работы комбайнов является использование максимальной производительности ЗУК. И как раз анализ результатов испытаний современных зерноуборочных комбайнов в Краснодарском крае показал, что их

технические возможности далеко не используются. К сожалению, имеет место недоиспользование рабочей скорости при соответствующей ширине жатки и урожайности, что ведет к снижению производительности  $W$  комбайна, а значит – к снижению эффективности. В качестве энергетического средства может быть использован полноприводный ЗУК, прицепной или навесной на энерго-средство типа Полесье (Белоруссия). Учитывая необходимость комплексного выполнения жатвы, к прицепному комбайну легче, чем к самоходному подключить любое прицепное орудие для обработки почвы, сева промежуточных культур, прессования соломы. Для любого тягового сопротивления комплексного агрегата легко подобрать трактор по тяговой мощности, что не так просто решить у самоходного комбайна. Предлагаемый агрегат обеспечит бесспорную эффективность, высвобождая один трактор для агрегатирования пресс-подборщика и оператора, на что требуются немалые ресурсы. Кроме того, убирая зерно и заготавливая сразу солому в рулоны, агрегат повышает производительность труда, экономит затраты и сокращает сроки уборки, затягивание которых снижает урожай и увеличивает его потери [7].

#### Список литературы

1. Рыжков, А.В. Агрегат для обработки почвы при биологизации земледелия / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарян // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 4 (36). – С. 57–63.
2. Инновационно-технологические предпосылки повышения конкурентоспособности зерна / Г.Г. Маслов, Е.М. Юдина, А.А. Палагута, Н.В. Малашихин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. – 2017. – № 132. – С. 249–264.
3. Патент № 2363140 С1 Российская Федерация, МПК А01F 7/06, А01F 12/18. молотильно-сепарирующее устройство : № 2008102187/12 : заявл. 21.01.2008 : опубл. 10.08.2009 / М.А. Погорелова, Е.М. Юдина ; заявитель ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет».
4. Патент на полезную модель № 163823 U1 Российская Федерация, МПК А01D 41/04. прицепной зерноуборочный агрегат : № 2015157483/13 : заявл. 31.12.2015 : опубл. 10.08.2016 / Г.Г. Маслов, Н.А. Ринас, С.А. Малышев ; заявитель ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет».
5. Ринас, Н.А. Совершенствование технологии комплексной уборки озимой пшеницы с одновременным прессованием соломы: : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ринас Николай Анатольевич. – Краснодар, 2020. – 156 с.
6. Саенко, Ю.В. Влияние освещения на процесс роста зерна / Ю.В. Саенко, М.С. Широков // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Мат. Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Майский, 01 декабря 2022 года. – Майский : Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина, 2023. – С. 130–132.
7. Ринас, Н.А. Агрегат для уборки зерновых колосовых с одновременным прессованием соломы / Н.А. Ринас // Сельский механизатор. – 2018. – № 10. – С. 22–23.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬЧИРУЮЩИХ ДИСКОВ НА СТЕРНЕВЫХ КУЛЬТИВАТОРАХ**

**Рыжков А.В., Мачкарин А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В последние годы в растениеводстве широкое распространение получили стерневые культиваторы. Так как данной машиной за один проход можно выполнить несколько операций, то это не может не сказаться на экономии затрат труда и средств, снижении вредного влияния ходовых систем тракторов на почву. Стерневые культиваторы применяются как при традиционных системах обработки, так и в рамках минимальной обработки почвы. Хорошо обрабатывает как легкие, так и тяжелые почвы для посева [1].

Анализ исследований показывает, что стерневые культиваторы эффективно используются для предпосевной обработки почвы, для ухода за парами, для осенней обработки стерни вместо зяблевой вспашки и как элемент осуществления биотехнологической обработки почвы с мульчированием. Дисковые рабочие органы у стерневых культиваторов имеют немаловажное значение [2, 3].

Проведенный анализ технических решений конструкций стерневых культиваторов и их дисковых рабочих органов показал, что в качестве дисковых рабочих органов используются сферические вырезные диски. С точки зрения качественной укладки пожнивных остатков и создания мульчирующего слоя они не всегда удовлетворяют выдвигаемым требованиям [4].

Анализируя конструкции стерневых культиваторов, и принимая во внимание вышеизложенные недостатки, нами была предложена конструкция агрегата, который состоит из двух рядов рабочих органов, которые включают стойки со стрелчатými лапами на первом и втором ряду. Сзади культиватора расположен брус с регулируемыми стойками. На каждой стойке закреплены по два мульчирующих диска [5].

Как утверждают авторы [2], для полноты использования пожнивных остатков в качестве мульчи при зяблевой обработке стерневыми культиваторами наиболее приемлемым конструктивным решением является замена сферических или плоских вырезных дисков, предназначенных для выравнивания поверхности почвы, на сферические игольчатые, установленные в режиме «клювом назад». Также возможно использование фронтальных батарей игольчатых дисков вместо катка.

Анализируя конструкций дисков и принимая во внимание то, что нам при обработке почвы необходимо создать мульчирующий слой, была предложена конструкция дискового модуля для стерневого культиватора, включающая раму с размещенными стойками на ней стойками. На каждой стойке смонтированы по два лопастных диска с 8-ю лопастями. Диски установлены с углом атаки  $15^{\circ}$ . Рама с дисками закреплена на основной раме культиватора подпружинено на упругих втулках. Данная конструкция позволит более эффективно измельчать и

распределять в почве сидеральные культуры, пожнивные остатки и заделывать удобрения [6, 7]. На каждой из восьми стоек закреплены по два диска, имеющих 8 лопастей каждый. Брус со стойками дисков закреплен к раме упруго при помощи демпфирующих резиновых вставок. Мульчирующий диск стерневого культиватора включает восьмилопастную конструкцию с отогнутыми лепестками. Лопасты дисков отогнуты на  $15^\circ$  в шахматном порядке в разных направлениях. Такая конструкция диска при закреплении его за рыхлительными лапами позволит лучше измельчать и перемешивать сидераты и пожнивные остатки, создавая мульчирующий слой.

Предлагаемая конструкция стерневого культиватора с лопастными мульчирующими дисками позволит лучше копировать микрорельеф почвы, выравнивать почву за лапами и создавать на поверхности оптимальный слой пожнивных и растительных остатков.

Кроме того, на наш взгляд, это позволит улучшить технико-экономическую эффективность процесса поверхностной обработки почвы в минимальных и почвозащитных технологиях.

#### Список литературы

1. Калабкина М.А. Анализ ресурсосберегающих технологий в растениеводстве / М.А. Калабкина, Т.И. Шаева // Системное управление, 2013. – № 3. – С. 40–44.
2. Смирнов П.А. Результаты практических исследований мульчирования поверхности почвы стерневыми культиваторами / П.А. Смирнов, Н.Ю. Васильев, Е.В. Спасов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2018. – № 1 (4). – С. 76–81.
3. Соболевский И.В. Исследование процесса работы экспериментального стерневого культиватора для поверхностной обработки почвы / И.В. Соболевский, В.А. Куклин // Таврический вестник аграрной науки. – 2022. – № 4 (32). – С. 213–221.
4. Несмиян А.Ю. Обзор культиваторов для сплошной обработки почвы и тенденций их производства / А.Ю. Несмиян // Тракторы и сельхозмашины, 2013. – № 4. – С. 6–9.
5. Рыжков А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и САЕ анализ их рабочих органов / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Материалы IV Международной научно-практической конференции, Тамбов, 15–17 ноября 2017 года. Том Выпуск 4, Том I. – Тамбов : ТГТУ, 2017. – С. 191–196.
6. Мачкарин А.В. Машины и технологии для уборки, переработки и утилизации навоза / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2021. – 401 с.
7. Бабицкий Л.Ф. Теоретические предпосылки к бионическому обоснованию параметров рабочих органов стерневого культиватора / Л.Ф. Бабицкий, И.В. Соболевский, В.А. Куклин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – Т. 20. – № 2. – С. 183–191.

## МУЛЬЧИРОВЩИК С КОЛЬЦЕВЫМИ ДИСКАМИ

**Рыжков А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Современное направление механизации сельскохозяйственного производства предусматривает создание новых почвообрабатывающих рабочих органов, способных качественно выполнять работу при минимальных затратах энергии и качественной обработки почвы. Так как обработка почвы была и остается решающим фактором, влияющим на эффективность производства продукции растениеводства, то необходимо стремиться к снижению затрат при ее обработке. Экономия энергии является основной составляющей в отражении себестоимости производимой продукции. Поэтому снижение затрат энергоресурсов является важной задачей при производстве продукции растениеводства [1].

Изучив существующие дисковые рабочие органы, можно сделать вывод, что для обработки почвы широкое применение получили вырезные сферические диски размером от 450 до 660 мм, изготавливаемые из материала сталь 65Г с полным циклом термической обработки.

Использование «минимальной» обработки почвы дискованием позволяет поддерживать ее к моменту сева рыхлой и чистой от сорняков. При этом следует отметить, что с ранее выпускаемыми нашей промышленностью дисковыми боронами батарейного типа приходилось делать многократные проходы по полю.

Для сокращения проходов по полю были разработаны принципиально новые дисковые орудия с дисками, расположенными на отдельно стоящих стойках. Дисковая борона данного типа объединила в себе функции плуга, бороны и культиватора. Глубина однократной обработки составила 10-16 см при различном состоянии почвы (от 40%-й влажности до замерзшей при 20-градусном морозе) независимо от размеров и количества пожнивных и сорных остатков. Передовой опыт внедрения ресурсосберегающих технологий показывает, что на самой энергоемкой операции (почвообработке) применение дискаторов позволяет, в зависимости от зональных условий эксплуатации, значительно (в 2-3 раза) сократить погектарный расход топлива и повысить производительность агрегатов и рентабельность обработки [2].

Биологизация – эффективное средство ресурсосбережения в земледелии [3]. Биологическая система земледелия Белгородской области предусматривает накопление растительных остатков (т.е. органического вещества), в виде соломы, навоза, сидератов на поверхности почвы, что будет способствовать: ликвидации эрозионных процессов, лучшему физическому состоянию почв, водному балансу, со временем сократит заполнение полей сорной растительностью, снизит заболеваемость с/х культур, изменит численность вредных насекомых, приведет к сокращению энергозатрат [4, 5].

Сегодня из почвы мы берем 6-7 тонн сухого вещества в год в виде урожая или в виде пожнивных остатков, а оставляем две, максимум три тонны в виде

корневых остатков, а также внесения навоз. В идеале – мы должны оставлять в почве больше сухого вещества, чем получаем из нее, а это 8-10 тонн. Половина названного количества растительной массы должна оставаться на поверхности почвы в виде мульчи для сокращения стока воды, защиты почвы от смыва, размыва, дефляции. Для этой технологической операции лучше всего подходят дисковые мульчировщики [2].

Кольцевые мульчировщики – новый класс орудий для комплексной поверхностной обработки почвы [2]. Работа кольцевых мульчировщиков основана на использовании оригинальных рабочих органов, выполненных в виде колец, имеющих форму усеченного конуса, размещенных на пружинных стойках. Мульчировщики обеспечивают уничтожение до 98% сорняков, создание мульчирующего слоя, высококачественное выравнивание поверхности поля [6].

Предлагается дисковый мульчировщик с четырехрядным расположением дисков. Он позволит выполнять измельчение, сепарацию сидератов и пожнивных остатков на поверхность почвы и подготовку почвы под посев. Рабочие органы двух задних рядов дискового мульчировщика предлагается выполнять в виде конических кольцевых дисков для лучшего подрезания и укладки пожнивных остатков и сидеральных культур на дневную поверхность поля. Данные машины обеспечивают удаление сорняков из почвы вместе с корневой системой без подрезания.

#### Список литературы

1. Яковлев Н.С. Техническое оснащение технологии возделывания зерновых культур / Н.С. Яковлев, Н.Н. Назаров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2017. – Т. 47. – № 3 (256). – С. 68–75.
2. Леонтьев В.В. Кольцевые бороны «Лидер-БКМ» и «Лидер-БКС», особенности конструкции / В.В. Леонтьев, Е.Н. Рябова // Научно-агрономический журнал, 2014. – № 1 (94). – С. 26–27.
3. Чёрный А.Г. Влияние биологизации земледелия на продуктивность посевов / А.Г. Чёрный, С.И. Смуров, А.А. Хмельницкий // Сахарная свёкла. – 2005. – № 7. – С. 33.
4. Патент № 2352095 С1 Российская Федерация, МПК А01С 23/02. Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких органических удобрений: № 2007137408/12: заявл. 09.10.2007; опубл. 20.04.2009 / В.М. Рязанов, С.А. Булавин, В.С. Быков [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Белгородская ГСХА.
5. Мачкарин А.В. Машины и технологии для уборки, переработки и утилизации навоза / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2021. – 401 с.
6. Яковлев Н.С. Оценка качества работы бороны с кольцевыми рабочими органами / Н.С. Яковлев, Н.Н. Назаров, В.С. Нестяк [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2017. – № 12 (158). – С. 141–147.

## РАЗРАБОТКА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ СЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

**Савельев Е.А., Сахнов А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Пропашные культуры имеют большое значение в сельскохозяйственной отрасли. Благодаря своему свойству – уменьшать численность сорных растений и накапливать в почве запасы питательных веществ, по эффективности они приближаются к чистому пару [1, 2]. Под пропашными культурами понимают возделывание растений, во время произрастания которых применяется ряд агротехнических мероприятий [3]. Выращивание сельскохозяйственной продукции представляет собой биоэнергетический процесс, основу которого составляет растение, синтезирующие биологическую массу под воздействием потока солнечной энергии, за счёт чего происходит его рост [4].

Для получения максимального количества урожая необходимо правильное размещение семян в слое почвы. Такую основополагающую задачу выполняет посевная техника, а именно зерновые сеялки точного высева. Как известно все зерновые сеялки точного высева делятся на сеялки с механическим и пневматическим высевающим аппаратом. Наиболее перспективными являются пневматические сеялки, которые в свою очередь по конструкции высевающего элемента делятся на дисковые и барабанные. Барабанные высевающие аппараты применяются для высева единичных семян (пунктирный посев), а также групп семян (гнездовой посев) [1]. В работе таких сеялок существуют конструктивные недостатки, из-за которых возникают пропуски и двойники при севе пропашных культур.

Большинство зерновых сеялок подобны друг другу по устройству, поэтому семена будут перемещаться по известному пути, а именно – от бункера к дозатору, от дозатора к высевающему барабану, от высевающего барабана к семенному ложу. В такой схеме наиболее опасным для семян этапом является контакт с высевающим барабаном, поскольку процесс упорядочивания семян, а также их отсоединение от высевающего барабана (посадку) оказывает механическое воздействие на семена и может привести к их травмируемости [5-7]. Для более точного упорядочивания ряда семян необходимо усовершенствовать конструкцию высевающего аппарата, путём установки над высевающим барабаном щётки снятия лишних семян, а так же выполнить внешнюю проточку у высевающего барабана. Для уменьшения травмируемости семян и во избежание пропусков, необходимо заменить элементы конструкции высевающего аппарата, которые оказывают механическое воздействие на семена на этапе сева. Поэтому в высевающем барабане необходимо выполнить внутреннюю проточку, а также поместить ограничитель и устройство очистки отверстий под семена.

Таким образом, пневматический высевающий аппарат сеялки точного высева состоит из: высевающего барабана, внешней проточки, внутренней про-

точки, воздуховода, щёток снятия лишних семян, заслонки регулировки подачи семян, бункера, ворошилки, дозатора, корпуса, ограничителя, устройства чистки отверстий под семена, пустотелого вала с вырезами, механизма привода высевающего барабана, крышки высевающего барабана.

Работает агрегат следующим образом – семена поступают из бункера через заслонку регулировки подачи семян к дозатору, который направляет семена к высевающему барабану. Разряжение в воздуховоде через пустотелый вал с вырезами поступает в высевающий барабан, который герметично соединён с крышкой высевающего барабана, и через отверстия высевающего барабана захватывает семена. При вращении барабана, которое осуществляют через механизм привода высевающего барабана, за счёт его проточки на внешней стороне, семена упорядочивают и подготавливают к заполнению отверстий высевающего барабана. За счёт разряжения к отверстиям высевающего барабана прикрепляются семена. В случае появления двойников лишние семена сбрасываются при помощи неподвижных щёток снятия лишних семян в бункер. Щётки снятия лишних семян закреплены с возможностью регулировки на корпусе, поочерёдно по обе стороны от удерживаемых разряжением семян. При достижении вращающегося высевающего барабана, с прикрепленными к отверстиям высевающего барабана за счёт разряжения семенами, неподвижного ограничителя, семена попадают в область атмосферного давления (исчезает разряжение) и сбрасывают в подготовленное семенное ложе. При необходимости отверстия высевающего барабана очищают с помощью устройства чистки отверстий под семена, которое неподвижно прикреплено к ограничителю и скользит по внутренней проточке высевающего барабана.

#### Список литературы

1. Верещагин Н.И. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве [Текст] / Н.И. Верещагин, А.Г. Левшин, А.Н. Скороходов и др. // Характеристика производственных процессов / М., изд-во «Академия» 2013.
2. Сеялки зерновые [Электронный ресурс] – URL: <https://www.vaderstad.com/ru/> (дата обращения: 15.02.2023).
3. Посевная техника [Электронный ресурс] – URL: <https://www.kongskilde.com/ru/ru-RU/ru-RU/Agriculture/Soil/Seed-Drills> (дата обращения: 15.02.2023).
4. Посевная техника [Электронный ресурс] – URL: <https://amazone.ru> (дата обращения: 15.02.2023).
5. Planters and Planting Equipment [Электронный ресурс] – URL: <https://www.deere.com/en/planting-equipment/> (дата обращения: 15.02.2023).
6. Пат. RU 2295847 С2 Способ внесения минеральных удобрений одновременно с посевом семян пропашных культур и устройство для его осуществления / Скурятин Н.Ф., Курсенко П.Р., Сахнов А.В., Алейник С.Н., Заявка № 2005109904/12 от 05.04.2005. опубл. 27.03.2007.
7. Пат. RU 117249 U1 Штучный дозатор / Сахнов А.В., Саенко Ю.В., Стребков С.В., Сахнова Л.Ю., Сахнов В.П., Заявка № 2012103670/13 от 02.02.2012. опубл. 27.06.2012.

## СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА

**Саенко Ю.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Продуктивность сельскохозяйственных животных складывается из их генетического потенциала, условий содержания и кормления. В естественных условиях содержания животные привыкли к зеленым кормам. При промышленном ведении поголовье содержат в помещениях безвыгульно и выдают только комбикорма, в которых недостаточно натуральных витаминов, макро- и микроэлементов. Дефицит этих веществ приводит к снижению роста молодняка, неправильному развитию, а у взрослых хряков и свиноматок нарушаются воспроизводительные функции, что значительно снижает эффективность производства свинины [1, 2].

Чтобы повысить витаминную ценность кормов можно в комбикорма добавлять витаминную травяную муку, но для её производства необходимо затратить большое количество энергии. Большие энергозатраты связаны с сушкой травы.

Более дешевой кормовой добавкой является пророщенное зерно. Специалистами установлено, что проращивание зерна до величины ростков и корешков 1,5...2 см обеспечивает увеличение содержания витаминов. При этом существенно повышается поедаемость корма и усвояемость питательных веществ.

Проращивание зерна – трудоемкая операция. Трудоемкость связана с загрузкой, ворошением зерна и выгрузкой пророщенного зерна. При больших производительностях установок требуются большие объемы зерна, которые необходимо перегружать при помощи средств механизации.

В естественных условиях основными факторами, влияющими на рост и развитие растений, являются почвенно-климатические, к которым относят температуру, влажность, освещенность. Причем необходимо отметить, в течение первых 24-36 часов семена проращивают без освещения. И только после появления ростков начинают процесс освещения зерновок.

Установки для проращивания зерна могут быть периодического и непрерывного действия. В установках периодического действия зерно проращивают циклически. Цикл проращивания состоит из загрузки емкостей зерном, орошения, освещения, (в целом проращивания), выгрузки готового продукта, очистки и обработки емкостей, и загрузки новой партии зерна для последующего проращивания. Чтобы такие установки позволяли получать пророщенное зерно каждый день, необходимо рядом смонтировать пять установок. Тогда каждый день из одной установки будут выгружать массу пророщенного зерна. Но такая компоновка требует большого свободного пространства, обладает высокой металлоемкостью, требует больших затрат энергии.

Известны зарубежные и отечественные устройства непрерывного действия для проращивания зерна на витаминный корм животным. В целом такие кон-

струкции представляют собой движущиеся ленты, на которых размещают емкости с зерном для проращивания. В первом аналоге опрыскиватель расположен поперек движения ленты, поэтому при длительном нахождении семян на транспортере возможно пересыхание семян, снижение их электрической проводимости и снижение эффективности обработки электрическим током. Во втором аналоге ростки и корешки при проращивании зерна переплетаются, это приводит к получению «сплошной» массы. При движении «переплетенных» зерен на конвейере возможно обламывание ростков и корешков. Это приведет к загниванию зерен и снижению их качества. В третьем – загрузку зерна осуществляют на подносы, установленные на транспортере. При загрузке отдельных подносов зерно может просыпаться между подносами и прорасти на раме, это приведет к их загниванию и ухудшению санитарного состояния.

Предложенный конвейер для проращивания зерна отличается от аналогов тем, что зерно загружают непосредственно на транспортер, транспортеры установлены один под другим. Лента транспортера выполнена пластиковой и опирается на металлические вальцы, транспортеры смещены относительно друг друга. Для проращивания зерна используют теплую воду и свет [3, 4]. При выполнении технологической операции транспортеры движутся в противоположных направлениях. Для проращивания зерна не используют полимерный материал, который повышает себестоимость корма и будет откладываться в тканях животных. Для проращивания зерна до величины ростков 1,5-2 см требуется пять суток [5].

#### Список литературы

1. Походня, Г.С. Свиноводство и технология производства свинины: Сборник научных трудов научной школы профессора Г.С. Походни (Специальный выпуск №2: Использование проращенного зерна в рационах свиней) [Текст] / Г.С. Походня. – Белгород. – 2009. – 68 с.
2. Пономарев, А.Ф. Свиноводство и технология производства свинины [Текст] / А.Ф. Пономарев, Г.С. Походня, Г.В. Ескин. – Белгород : Крестьянское дело. – 2001. – 492 с.
3. Бахарев Г.Ф. Анализ нетрадиционных технологий переработки зерна на корм животным [Текст] / Г.Ф. Бахарев, Л.И. Дролова, Л.Н. Емельянова // Машинно-технологическое, энергетическое и сервисное обеспечение сельхозтоваропроизводителей Сибири: Материалы Международной научно-практической конференции 9-11 июня. – Новосибирск, 2008. – С. 415–420.
4. Ващенко, С.Ф. Овощеводство защищенного грунта [Текст] / С.Ф. Ващенко. – М. : Колос, 1974. – 34 с.
5. 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.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВЕННЫХ КОМКОВ

Сазонов Д.С., Ерзамаев М.П., Артамонов Е.И.  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

При возделывании картофеля, особенно на тяжелых переувлажненных почвах, уборка является одной из самых трудоемких технологических операций. Основная причина этого заключается в том, что комбайнам сложно обеспечить необходимую чистоту сепарации картофеля. При этом в сходовом ворохе преобладают почвенные комки, имеющие высокую плотность и влажность. Это диктует необходимость более подробно проанализировать причины переуплотнения почвы и выявить влияние плотности и влажности на прочностные свойства комков.

Как показывают литературные данные [1, 2], а также свидетельствуют результаты наших исследований, источником комков, содержащихся в сходовом ворохе, служит почва плотностью свыше  $1300 \text{ кг/м}^3$ . При меньшей плотности они не образуются вообще или легко разрушаются. На тяжелых почвах, к моменту уборки картофеля, плотность находится в пределах  $1300...2000 \text{ кг/м}^3$  и варьирует весьма широко даже на небольших участках.

Для формирования в лабораторных условиях почвенных комков определенной плотности и влажности был изготовлен уплотнитель, принцип работы которого основывался на ударном уплотнении почвы между двумя телами со сферическими выемками, помещенными в замкнутое пространство. Это позволило получить почвенные комки по размерам и свойствам близкие к реальным. Комки формировались по плотности с интервалом  $50 \text{ кг/м}^3$  и по влажности через 5 процентов.

В результате проведенных исследований выявлено, что интенсивность уплотнения почвы определяется не только величиной воздействующей силы, но и тесно связана с влажностью почвы. При влажности от 25% и выше значительно возрастает интенсивность уплотнения почвы, а также вероятность переуплотнить ее даже при небольших нагрузках.

Основной причиной переуплотнения почвы является частое прохождение по полю тракторов, сельскохозяйственных машин и орудий при выполнении технологических операций по уходу за растениями, а также дополнительное уплотняющее воздействие передних колес комбайна или движителей трактора во время уборки. Вместе с тем, уплотнение почвы при комбайновой уборке может происходить также вследствие определенного технологического несовершенства работы сепарирующих органов.

При многократно повторяющихся нагрузках ниже предела прочности комка происходит повышение плотности почвы и, тем самым, усиливаются ее прочностные свойства. При ударных нагрузках плотность, до определенного значения, увеличивается прямо пропорционально количеству воздействий, да-

лее ее рост становится незначительным. Таким образом, существует порог уплотнения для данной величины воздействующей силы, после которого количество ударов почти не влияет на плотность и для того, чтобы изменить ее, необходимо увеличить высоту падения или приложить более высокий импульс силы.

Проведенный нами анализ прочностных свойств почвенных комков, полученных на уплотнителе, позволил установить границы их разрушаемости для различных видов нагрузок в зависимости от плотности и влажности. Эти границы, из условия разрушения не менее 90 процентов почвенных комков, определялись: при пятикратном динамическом ударе; однократном статистическом сжатии между двумя плоскостями; при нахождении в зоне вибрации в течение 3,0 секунд. Допустимые нагрузки ограничивались условием повреждаемости клубней: максимально допустимая высота падения на металлическую решетчатую поверхность не более 0,25 м; Величина статистического сжатия – в пределах 200...250 Н [1]; в случае использования вибрации амплитуды для частот 20, 30 и 50 Гц не должны превышать соответственно 3, 2 и 1 мм [3]. Разрушение почвенных комков, имеющих плотность и влажность выше границ разрушаемости, практически неосуществимо при данных величинах и способах воздействующего усилия. Причем, как следует из наших опытов, на линейном участке роста плотности импульс силы  $I$ , необходимый для разрушения почвенного комка, увеличивается соответственно количеству энергии  $E$ , затраченной на ее уплотнение.

Следовательно, при плотности почвы свыше  $1300 \text{ кг/м}^3$  использование нагрузок, традиционно применяемых для разрушения почвенных комков, целесообразно только до влажности 22...24%. В случае работы при более высокой влажности необходимо добиваться меньшей плотности почвы к моменту уборки, сведя к минимуму количество проходов по полю, тракторов, сельскохозяйственных машин и орудий, имеющих высокое удельное давление. Следует также предусмотреть ряд мероприятий, направленных на снижение плотности почвы, например, возделывание картофеля в грядках по схеме посадки  $20 \times 120$  см.

#### Список литературы

1. Кузьмин А.В. Методы снижения повреждаемости клубней картофеля и совершенствования картофелеуборочных машин : дис. – Москва : [Рос. гос. аграр. заоч. ун-т], 2005.
2. Рыжков, А.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и САЕ 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. Гончаревич И.Ф. и др. О перспективах использования вибрационной техники и технологий в сельском хозяйстве // Сборник научных докладов ВИМ. – 2010. – Т. 2. – С. 387–393.

## ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА

Семернина М.А.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для кормления животных используют подготовленные определенным образом корма. Одной из наиболее сильных энергоемких технологических операций по подготовке кормов является измельчение. При измельчении корма увеличивается площадь поверхности частиц корма, поэтому всасывание питательных веществ в организм животных происходит более полно. Процесс измельчения нарушает внешнюю твердую оболочку зерна, поэтому животному требуется затратить меньше энергии на переваривание корма.

Измельчение – это процесс деления кусков материала (зерна) путем разрушения их под воздействием внешних сил. Таким образом, преодолеваются внутренние силы сцепления, которые связывают твердые частицы [1, 2].

Измельчение материалов широко используется в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства, в том числе для подготовки кормов к скармливанию [3].

Зерновая дробилка – установка для измельчения зерна с целью дальнейшего кормления свиней, крупного рогатого скота или птицы. В дробилке можно не только измельчать корм, но и смешивать его компоненты в заданных пропорциях.

Во многих случаях молотковой дробилкой измельчают неоднородные материалы, часть из которых более твердая, другая имеет волокнистую структуру, более гибкая. Известно, что твердые поверхности измельчают ударом, а мягкие гибкие кормовые материалы, например, стебли, измельчают резанием.

Для измельчения корма хорошо себя зарекомендовали молотковые дробилки [3]. Традиционные молотковые дробилки имеют один тип рабочих органов – молотки, которые хорошо измельчают твердую зерновку, но практически не измельчают зелёный росток. Поэтому такие дробильные установки могут быть использованы только для измельчения однородных материалов (например, зерна).

При кормлении животных только комбикормами, они не получают натуральные витамины, макро- и микроэлементы. Зоотехниками установлено, что одним из простых и дешевых способов увеличения содержания естественных витаминов, макро- и микроэлементов в кормах является добавление в них пророщенного зерна. Чтобы более сильные свиньи не съедали только более вкусное пророщенное зерно, его необходимо подмешивать в комбикорм. На производстве свиней кормят комбикормами. Чтобы получить однородную смесь с комбикормом пророщенное зерно необходимо измельчить до размеров частиц комбикорма.

Нами предложена дробилка, которая имеет два типа рабочих органов: молотки и ножи, шарнирно установленные на пальцах. Второй тип рабочих орга-

нов – ножи, хорошо режут зелёные ростки [2]. Дробилка имеет два барабана внешний и внутренний, которые установлены соосно. Измельчающие барабаны можно приводить во вращение от различных электродвигателей, обеспечивая различную частоту вращения внешнего и внутреннего барабанов.

По итогу проведения экспериментов было установлено, что загрузку пророщенного зерна целесообразно осуществлять сбоку дробильного барабана ближе к центру. Такая особенность компоновки обусловлена тем, что пророщенное зерно, двигаясь за счет центробежных сил от центра к периферии, последовательно проходило резание ножами, затем дробление молотками. Ростки имеют меньшую массу, чем зерновки и при взаимодействии с ножами получают меньшую кинетическую энергию, и летят на меньшее расстояние. Зерновки, наоборот, имеют большую массу и при взаимодействии с ножами получают большую кинетическую энергию, и летят на большее расстояние, взаимодействуют с молотками [4, 5]. Таким образом, в камере измельчения формируются два кольцевых потока, внутренний кольцевой поток состоит из ростков, а внешний кольцевой поток образован зерновками. По итогу, измельченная масса ростков и зерновок выходит через решето и направляется в емкость. Предложенная конструкция позволяет измельчать неоднородные материалы (зерно с ростками), уменьшает габаритные размеры дробилки, позволяет выполнить её более компактной.

#### Список литературы

1. Шабловский В.В. Воспроизводительные функции и продуктивность свиноматок при скармливании им пророщенного зерна ячменя [Текст]: автореф. дис. кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.01 / Шабловский Владимир Владимирович. – Курск, 2009. – 19 с.
2. Вендин С.В. Измельчение пророщенного зерна для приготовления кормовых смесей [Текст] / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко. – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2017. – 137 с.
3. Саенко Ю.В. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства [Текст] / Саенко Ю.В., Макаренко А.Н., Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Скляр О.А., Мартынов Е.А., Ужик О.В., Путиенко К.Н. – Белгород, 2014. – 194 с.
4. Пат. 2558219 Российская Федерация С1 А01К5/00 (2006.01) Технологическая линия для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна [Текст] / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Макаренко А.Н., Ивченко А.Н., Юдин А.И., Федорчук Е.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА имени В.Я. Горина. – № 2014103764/13; заявл. 02.04.2014; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 21. – 11 с.
5. Пат. RU 2692559 Дробилка пророщенного высушенного зерна. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Казаков К.В., Семернина М.А. Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина. № 2018135786. Опубликовано 25.06.2019 г. Бюл. №18. 13 с.

## **ПЕРСПЕКТИВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЕМЕННОГО ЗЕРНА**

**Слободскова А.А., Латышенко Н.М., Семина Е.С.**

Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия

Россия уверенно выходит на ведущее место в мире по производству и экспорту зерна, за последние годы страна получает достаточно высокие валовые сборы зерна. Не последнюю роль в этом процессе играют крестьянско-фермерские хозяйства занятые производством зерна, но из-за слабой оснащенности и технической базы хозяйств и отсутствия технологий хранения, имеет место рост незапланированных потерь массы и качества зерна. Поэтому разработка, применение в производстве научно обоснованных способов и технологий хранения семенного зерна, а также оборудования для их осуществления является актуальной научной задачей. Проведенный анализ показал, что наиболее распространены четыре способа хранения семенного зерна: на зерноскладе в мешках (тарный способ хранения зерна), насыпью в зерноскладе, в полимерных рукавах и в металлических силосах. Основным способом хранения семенного зерна в настоящее время, является хранение зерна в зерноскладе насыпью. Положительной стороной этого способа является простота его реализации. К недостаткам – повышенное требование к вентиляции и низкий уровень защиты от грызунов и насекомых вредителей. В последнее время в агропромышленных предприятиях страны стал активно применяться способ хранения зерна в полимерных рукавах. Технология внедрилась благодаря снижению расходов на зернохранилище, но этот способ не приемлем для хранения семенного зерна, так как его защитные свойства основаны на хранении зерна в среде углекислого газа. Все же способ хранения зерна в металлических силосах является наименее затратным. Поэтому сельхозпроизводители стараются использовать способ хранения в силосах, несмотря на его недостатки, к которым в первую очередь относятся низкий уровень защиты зерна от воздействия внешних климатических условий. К проблемам хранения семенного зерна следует также отнести затрудненную борьбу с вредителями хлебных злаков, которые могут оказаться в зерновой насыпи [1, 3-5].

Для устранения недостатков хранения семенного зерна в силосах была разработана конструкция герметичного контейнера для хранения семенного зерна в разреженной атмосфере. Контейнер состоит из корпуса с герметичной крышкой. На крышке которого установлены контрольный вакуумметр и адсорбционный осушитель воздуха с атмосферным электромагнитным клапаном. В нижней части корпуса имеется емкость для сбора углекислого газа, образующегося в результате дыхания зерна. Процесс аэрации воздуха в зерновой смеси, осуществляется с помощью вакуумного насоса [6, 7].

Для осуществления способа хранения зерна в контейнере с разреженной атмосферой он заполняется зерном и закрывается герметичной крышкой. После включения контрольно-управляющего устройства, вакуумный насос снижает давление воздушной смеси в рабочем объеме контейнера до рабочего значения. Образовавшийся в процессе дыхания углекислый газ будет опускаться на дно контейнера, и скапливаться в емкости-накопителе. Способ хранения зерна предусматривает периодическую принудительную аэрацию воздуха. На конструкцию контейнера с разреженной атмосферой и некоторые её элементы были получены патенты на изобретение [2].

### Список литературы

1. Полякова, А.А. Исследование производительности смесителя-обогапителя концентрированных кормов / А.А. Полякова // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 277–280.
2. Патент на изобретение № 2679053 РФ, С1. Способ хранения зерна в емкости в регулируемой газовой среде и устройство для его осуществления [Текст] / А.В. Ивашкин, М.Б. Латышонок, В.А. Биленко, Е.Н. Рудомин, М.И. Голубенко; заявитель и патентообладатель А.В. Ивашкин, М.Б. Латышонок, В.А. Биленко, Е.Н. Рудомин, М.И. Голубенко. – № 2017145432; заявл. 22.12.2017; опубл. 05.02.2019. Бюл. № 4. – 17 с.
3. Полякова, А.А. К вопросу теоретического обоснования конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей / А.А. Полякова, Д.Е. Каширин // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Рубцовский индустриальный институт (филиал). – Рубцовск : Рубцовский индустриальный институт, 2016. – С. 93–97.
4. Лабораторные исследования перемешивания зерновой смеси / А.А. Слободскова, Н.М. Латышенко, Е.С. Семина, И.И. Садовая // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Совещания Советов молодых ученых и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа – Рязань : РГАТУ, 2021. – С. 151–154.
5. Слободскова, А.А. К вопросу качества смешивания концентрированных кормов / А.А. Слободскова, Е.С. Семина // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Совещания Советов молодых ученых и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа – Рязань : РГАТУ, 2021. – С. 154–157.
6. Слободскова, А.А. Результаты исследования влияния времени на процесс смешивания концентрированных кормов без использования активатора / А.А. Слободскова // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса арктических территорий : Научно-практическая конференция с международным участием «Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса арктических территорий», посвященная 70-летию доктора ветеринарных наук, профессора, Заслуженного деятеля науки Республики Саха (Якутия) Павловой Александры Иннокентьевны, Якутск, 10 ноября 2020 года. – Якутск : Дани-Алмас, 2021. – С. 159–163.
7. Вендин, С.В. Обоснование параметров терморегуляции и перемешивания при анаэробном сбраживании / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов // Сельский механизатор. – 2016. – № 7. – С. 20–22.

## СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СМЕСИТЕЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ

Слободскова А.А., Семина Е.С., Максименко О.О.

Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия

Концентрированные корма являются одним из самых дорогостоящих видов корма, который используется при современных интенсивных технологиях выращивания сельскохозяйственных животных. К современным смесителям предъявляется ряд существенных требований. Смесители должны иметь высокую техническую надёжность, универсальность, не обеспечивать порчу и потерю корма, а также иметь хорошие технологические свойства. Предложенная конструкция смесителя концентрированных кормов в ФГБОУ ВО РГАТУ, которая защищена патентом Российской Федерации на полезную модель, полностью отвечает вышеперечисленным требованиям [1, 2].

Конструкция представляет собой смесительный бункер, отделённый перегородкой от шнека. Шнек снабжен электроприводом. Имеются загрузочная и выгрузная горловины, а также главный орган, который изменяет процесс выдачи качественной кормовой смеси – это механический активатор в виде двух лопастей, закреплённых на валу. Активатор имеет свой электропривод, обеспечивающий его возвратно поступательные движения. Имеются также перепускные окна, расположенные в центре смесительной камеры. Для обоснования основных параметров смесителя были проведены теоретические и лабораторные исследования опытного образца смесителя концентрированных кормов [3, 4].

В основном этапе теоретического исследования рассматривали движение с приготавливаемой смесью внутри бункера в виде фаз двух смешиваемых компонентов. В результате решения уравнения получается приближённое значение поля скоростей для поиска более общего решения. В результате чего получается уравнение стационарного вида движения вязкой смеси в граничных условиях. Далее переводили к уравнению нестационарной диффузии Фоккера-Планка и граничным условиям для выделения единственного решения. Характеристика качества смеси определяется коэффициентом вариации концентрации фазы. Поскольку система дифференциальных уравнений не имеет однозначного решения, было решено использовать метод сеточных уравнений для упрощения его решения. В результате решений сеточных уравнений получено сеточное уравнение Фоккера-Планка, на основании которого уже проводили математическое моделирование. Полученная математическая модель показывает изменение коэффициента вариации от исследуемых факторов: угла раскрытия лопастей механического активатора, угла поворота механического активатора относительно оси рабочего вала и частоты его колебания. По результатам проведённой оптимизации установлено, что коэффициент вариации в течение четырёх минут смешивания достигает максимума, равного 91.1% при следующем соче-

тании факторов: угол раскрытия лопастей механического активатора равен  $130^\circ$ , угол поворота механического активатора относительно оси рабочего вала равен  $20^\circ$  и частота его колебания 90 об/мин [5].

#### Список литературы

1. Полякова, А.А. Исследование производительности смесителя-обогапителя концентрированных кормов / А.А. Полякова // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 277–280.

2. Патент на полезную модель № 166226 U1 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель-обогапител концентрированных кормов: № 2016116473/05: заявл. 26.04.2016: опубл. 20.11.2016 / Д.Е. Каширин, А.А. Полякова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ).

3. Слободскова, А.А. К вопросу качества смешивания концентрированных кормов / А.А. Слободскова, Е.С. Семина // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Сопещания Советов молодых ученых и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа – Рязань : РГАТУ, 2021. – С. 154–157.

4. Динамика развития насекомых-вредителей и микроорганизмов в семенном зерне в герметичном контейнере с разреженной воздушной средой / Н.М. Латышенко, М.Б. Латышенко, В.А. Макаров [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 99–107. – DOI 10.36508/RSATU.2022.31.47.012.

5. Гаврилин И.В., Чехунов О.А. Модернизация кормораздатчика ИСРК-12 // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 9.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ**

**Смелик В.А.**, д-р техн. наук, профессор;  
**Новиков М.А.**, д-р техн. наук, профессор;  
**Бронштейн А.Я.**, доцент

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,  
Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия

Северо-Западный регион РФ характеризуется неустойчивым климатом и повышенной влажностью. Из-за неблагоприятных погодных условий, уборку зерновых культур приходится проводить при повышенной влажности, высокой засоренности посевов и неоднородности семян основной культуры по степени их созревания [1]. Основным способом уборки зерновых культур при неустойчивом климате является прямое комбайнирование. Уборку в этом случае необходимо начинать при начальной стадии полной спелости зерна. Получаемое при прямом комбайнировании зерно очень неоднородно по влажности и спелости. Так, например, при средней влажности зерна около 19% значительное количество зерен имеют влажность более 25 процентов. Наряду с этим в зерновой ворох попадают части стеблей растений, имеющие более высокую влажность, чем зерно [2, 3].

Необходимо отметить, что в структуре примесей, поступающих от комбайна, до 80% относятся к мелким. Наличие в зерновом ворохе мелких примесей значительно затрудняет работу практических всех машин и оборудования пунктов послеуборочной обработки семян [3].

Учитывая, что на пункте производится послеуборочная обработка зернового вороха различного назначения: на семена, продовольственные цели и фураж, рекомендуется следующее.

Целесообразно дифференцировать поля в зависимости от целевого назначения конечной продукции. При уборке семенных партий зерноочистительное оборудование необходимо настроить на удаление не только примесей, но и мелких щуплых тонких и дробленых семян основной культуры. Доля отделяемых фракций направляется на фуражные цели и, в зависимости от запланированных объемов семян, может составлять 20-50 и более процентов от общего объема зернового вороха, поступающего на послеуборочную обработку. Это позволит уменьшить затраты электроэнергии, топлива труда. И в отдельных случаях позволит исключить технологическую операцию по вторичной очистке зерна. Также это позволит до 25% снизить подачу влажного материала на сушку, являющуюся самой энергозатратной операцией при послеуборочной обработке влажного зерна [4, 5].

Пункт послеуборочной обработки необходимо оборудовать бункерами активного вентилирования в объёмах, достаточных для временного хранения,

охлаждения и накопления зерна, для накопления резерва, необходимого для обеспечения бесперебойной круглосуточной работы оборудования.

Приемное отделение пункта целесообразно выполнить с использованием аэрожелобов достаточной вместимости, обеспечивающих приём всего потока зернового вороха, поступающего от зерноуборочных комбайнов, его временное хранение и вентилирование [6].

Применение аэрожелобов и компенсирующих бункеров для временного хранения в составе поточных линий позволит обеспечить равномерную загрузку оборудования в течение суток и компенсирует влияние внешних изменяющихся факторов, к которым относятся погодные условия, засоренность посевов, неравномерность суточного поступления зернового вороха и др.

Использование в поточной линии аэрожелобов и бункеров активного вентилирования уменьшает нагрузку на зерносушилку. Это позволяет реализовать поэтапную сушку зерна, построенную на использовании графиков сушки капиллярно-коллоидных материалов, обеспечивающую удаление влаги из разных слоев зерновки при разных температурных режимах [7].

Для этого зерновые сушилки должны быть оборудованы устройствами непрерывного контроля температуры и влажности зерна в процессе его сушки.

#### Список литературы

1. Грушин Ю.Н., Пустынный Д.А. Энергосберегающие технологии послеуборочной обработки высоковлажного зерна: Монография. – Вологда – Молочное : ИЦ ВГМХА, 2013. – 160 с.
2. Могильницкий В.М., Перекопский А.Н. Технологические аспекты развития механизации послеуборочной обработки семян многолетних трав в Северо-Западном регионе РФ // АгроЭкоИнженерия. 2012. № 83.
3. Сычугов Н.П., Сычугов Ю.В., Исупов В.И. Машины, агрегаты и комплексы послеуборочной обработки зерна и семян трав (монография) / Под ред. Н.П. Сычугова. Киров : изд-во ООО «ВЕСИ», 2015. 404 с.
4. Патент на изобретение 2757401 РФ, МПК F26B 17/04, F26B 20/00 Сушилка пророщенного зерна / Веденин С.В., Саенко Ю.В., Макаренко А.Н., Казаков К.В., Путиенко К.Н., Байрамов Р.З. заявитель: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ № 2021105254, заявл. 01.03.2021, опубл. 15.10.2021.
5. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. 2022682136. Сравнительный расчет зерносушильных агрегатов / Веденин С.В., Саенко Ю.В., Мартынов Е.А., Страхов В.Ю., Байрамов Р.З.; Зарегистр. 18.11.2022 г. Заявка № 2022681365 от 08.11.2022.
6. Патент на изобретение 2136137 РФ, МПК A01F 25/08, B65D 88/70. Аэрожелоб / Дианов Л.В., Смелик В.А., Новикова Н.Е., Ширяев А.С.; заявитель: Ярославская государственная сельскохозяйственная академия № 98105280/13; заявл. 17.03.1998; опубл. 10.09.1999.
7. Смелик В.А. Новиков М.А. Ерошенко Л.И. Перекопский А.Н. Особенности послеуборочной обработки семян зерновых культур в условиях повышенного увлажнения // Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 290. Ч. II. М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2018. – С. 136–138.

## **ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**Тетерина О.А.<sup>1</sup>, Тетерин В.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

Развитие сельского хозяйства включает увеличение эффективности производства и урожайности растительной продукции. Улучшение качества урожаев достигается в том числе и методами предпосевной обработки семенного материала, которые создают благоприятные условия для зрелости семян, обеспечивают их защиту перед посевом, а также повышает способность растений к выживанию и способствует получению сельскохозяйственной продукции высокого качества [1, 2].

Использование гуминовых препаратов в предпосевной обработке семенного материала получило широкое распространение в растениеводстве. При этом не маловажную роль играет и используемая технология предпосевной обработки семенного материала. Авторами была разработана технология аэрозольной предпосевной обработки семенного материала и устройство для его осуществления. Проведённые лабораторные исследования показали высокую степень равномерности обработки семенного материала, которая варьировалась от 87% до 94%, при этом согласно предложенной технологии на семена оказывается и температурное воздействие, что способствует дополнительному их прогреванию и активизации физиологических процессов. Важно также отметить тот факт, что размерность частиц применяемого аэрозоля составляла порядка 14 мкм. Кроме того, проведённые исследования технологии предпосевной обработки на семенах ячменя сорта Зазерский 85 при обработке гуматом Экорост показало увеличение всхожести сорта на 15,2% в сравнении с контролем [3].

Для обеспечения эффективного сельскохозяйственного производства необходимо использование разнообразных ядохимикатов для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений, но это вызывает различные негативные результаты, такие как гибель почвенной микрофлоры, нарушение физиологических функций растений и накопление ядов в продуктах сельского хозяйства. Некоторые пестициды также оказывают высокую фитотоксичность, что приводит к замедлению физиологических процессов растительного организма, снижению интенсивности фотосинтеза и поглощения элементов минерального питания. В связи с чем, в земледельческой практике широко пользуются приемом составления баковых смесей из различных средств защиты растений и стимуляторов роста, благодаря чему достигается эффективное сокращение количества обработок, увеличение спектра действия и усиление совместного воздействия средств защиты растений, а также снижение химической нагрузки на культурные растения [4-5].

В свою очередь добавление гуминовых препаратов в баковые смеси обеспечивает несколько преимуществ: усиление действия средств защиты растений, снижение стрессовой нагрузки на культурные растения, увеличение скорости разложения ядов в клетках растений и стимуляцию роста растений, которые помогают нивелировать последствия химического стресса. Кроме того, гуматы также являются защитными средствами от фитотоксического действия гербицидов, а также способствуют удалению вредных примесей и пестицидов из почвы [6].

Для решения проблемы экологической нагрузки на окружающую среду при проведении вегетационных обработок средствами защиты растений. Авторы разработали аэрозольный опрыскиватель, который позволяет обрабатывать растения защитно-стимулирующими препаратами с большей эффективностью, при этом сокращая использование химических препаратов и уменьшая негативное воздействие на окружающую среду. Опрыскиватель создает равномерный туман из защитных средств, который лучше проникает в устьица растений благодаря размеру частиц аэрозоля. Опрыскиватель также оборудован защитными куполами, чтобы предотвратить снос препарата ветром. Проведены производственные испытания по совместному использованию средств защиты растений и гуматов в виде аэрозоля, показали высокую эффективность использование нового опрыскивателя при обработке пропашных культур, в ходе проведенных опытов наблюдалось уменьшение развития болезней и повышение урожайности.

#### Список литературы

1. Дралова, А.В. Влияние гуминового удобрения life force® на рост и развитие семян редиса / А.В. Дралова, Т.В. Олива // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 29–30 марта 2022 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 105.
2. Рябова, Т.Н. Предпосевная обработка семян и приемы посева овса Конкур в Среднем Предуралье / Т.Н. Рябова, Ч.М. Исламова, И.Ш. Фатыхов. – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – 156 с. – ISBN 978-5-9620-0331-3.
6. Тетерина, О.А. Аэрозольная обработка семян стимуляторами роста / О.А. Тетерина, М.Ю. Костенко, В.С. Тетерин. – 2016. – № 2 (3). – С. 6–10.
4. Рогозин, М.Ю. Экологические последствия применения пестицидов в сельском хозяйстве / М.Ю. Рогозин, Е.А. Бекетова // Молодой ученый. – 2018. – № 25 (211). – С. 39–43.
5. Федоренко, В.Ф. Технологические и методологические аспекты применения техники для защиты растений в странах ЕС : Методические рекомендации / В.Ф. Федоренко, В.Г. Селиванов, В.М. Дринча. – Москва : Росинформагротех, 2016. – 160 с. – ISBN 978-5-7367-1176-5.
6. Тетерин, В.С. Машина для аэрозольной обработки пропашных культур / В.С. Тетерин, Н.Н. Гапеева // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 7 (277). – С. 22–25. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-7-22-24.

## ПРИМЕНИМОСТЬ ШНЕКОВОГО И СПИРАЛЬНОГО ДОЗАТОРОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ КОМБИКОРМА

**Трофимов Р.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Кажется, не существует такого производства, где не приходится решать проблему транспортировки. Раздача корма – это один из наиболее трудоемких процессов в отрасли животноводства, и этим обусловлена острая необходимость его механизации и автоматизации. Для кормления свиней, с позиции зоотехнических требований, больше подходит влажный корм. Для того чтобы исключить закисание остатков корма в рабочих органах кормораздатчика можно применять технологию поточного увлажнения. [1, 2].

Многие прицепные раздатчики кормов, а также раздатчики ограниченной мобильности оборудованы шнековыми дозаторами. Общим недостатком шнековых дозаторов является высокая неравномерность дозирования ( $\pm 15\%$ ), обусловленная нарушением заполнения межвиткового пространства рабочего органа в зоне загрузочного окна. Однако, есть способы уменьшить неравномерность дозирования [3, 4].

У шнекового дозатора с управляемой захватывающей способностью расстояние между витками на протяжении шнека, согласно конструкции, изменяется. Есть зона подпитки с постоянным, равным минимальному, шагом навивки шнека. Зона подпитки занимает часть области загрузки и расположена рядом с подшипником вала шнека. Зона подпитки обеспечивает свободное истечение материала из бункера в кожух при любом положении ограничивающей заслонки за счет увеличенного сечения загрузочного окна.

Часть загрузочного участка шнека, следующая за зоной подпитки, выполнена в виде винтовой навивки с увеличивающимся шагом в сторону выгрузного окна. Изменение шага навивки загрузочного участка происходит по арифметической прогрессии с постоянным приращением значений шага, определяющегося максимальной и минимальной производительностью кормораздатчика. Ограничивающая заслонка позволяет изменять площадь сечения загрузочного окна и устанавливать нужный шаг винтовой навивки на пути следования корма. При такой конструкции дозатора уменьшается неравномерность дозирования.

Шнековый дозатор может выполняться с активным каналом обратного хода. Такая схема позволяет обеспечить принудительное циркулирование корма, равномерно заполнять межвитковое пространство дозирующего шнека, исключить напрессовку, увеличить точность дозирования [5].

Шнековый дозатор может рассматриваться в качестве варианта оснащения разрабатываемых конструкций кормораздатчиков с непрерывным увлажнением комбикорма в потоке и подходит для проведения исследований. Для снижения частоты вращения шнека может использоваться частотный преобразователь. Однако, частотные преобразователи довольно дороги.

В течение последних 30 лет все большее распространение получают спиральные транспортеры. Спиральный транспортер возможно использовать для объемного дозирования кормов. Он представляет собой трубу с продетой в нее бесстержневой спиралью. Один ее конец закреплен в подшипниковом узле, другой соединен с валом мотора-редуктора. Диаметр условного прохода остается неизменным по всей длине, что исключает возникновение зон прессования продукта. Спиральные конвейеры бывают с гибким, позволяющим транспортировать сырье по криволинейной траектории движения, или жестким несущим элементом. Гибкие спиральные транспортеры при их использовании в качестве объемных дозаторов в кормораздатчиках, увлажняющих комбикорм в потоке, не могут гарантировать постоянную равномерную выдачу корма.

Транспортеры с жесткой спиралью сохраняют большинство плюсов транспортеров с гибкой спиралью и напоминают шнековые транспортеры, но жесткая спираль в отличие от шнека не имеет вала, а значит, исключены застойные зоны. При этом, обеспечивается высокая износостойкость. Обычно транспортеры подобного типа также снабжают частотным преобразователем для снижения вероятности появления неисправностей двигателя и спирали. Производительность спирального транспортера при одинаковой частоте вращения со шнековым – меньше. Данная особенность дает возможность при определенном подходе использовать для исследований увлажнения комбикорма в потоке конструкцию кормораздатчика, не оснащенную дорогостоящим частотным преобразователем.

#### Список литературы

1. Трофимов, Р.В. Пути развития средств механизации раздачи корма свиньям на животноводческих комплексах / Р.В. Трофимов // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, Майский, 01 декабря 2022 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 156–159.
2. Механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства. Практикум / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 195 с.
3. Системы и оборудование для выращивания телят / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.В. Рыжков [и др.]. – Белгород : издательство Белгородской ГСХА, 2007. – 147 с.
4. Машины и оборудование в растениеводстве / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 170 с.
5. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2014. – 194 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**Фатьянов С.О., Морозов А.С., Пустовалов А.П.**

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

В тезисах рассматриваются возможности применения биогазовых установок в сельскохозяйственных предприятиях России.

Биогазовые установки работают с использованием биомассы, которая состоит из растительного и животного материала. В результате соответствующей обработки биомассы можно получать тепло и энергию. Биомасса состоит из таких компонентов как древесная, сельскохозяйственная растительность и водная растительность, различного вида отходы, в том числе пищевые и отходы жизнедеятельности сельскохозяйственных животных [1].

Биомасса в виде древесного топлива остается источником получения тепла и энергии во многих странах до нашего времени. В странах с ограниченными энергетическими ресурсами растет использование биогаза, вырабатываемого из отходов. Так, например, в Дании его потребление составляет 18% от общего количества природного газа. В ФРГ широко используется биометан, потребление которого должно достичь 10%. Еще шире биомасса используется в развивающихся странах, доходя до 90% в некоторых из них от всей получаемой энергии. Наиболее эффективной биомассой для получения биотоплива является навоз сельскохозяйственных животных при условии их стойлового содержания и птиц. В этом случае получение биотоплива происходит анаэробном методом, что доступно мелким фермерским хозяйствам, находящимся на значительном удалении от энергетических систем с помощью биогазовых установок [2, 3, 4].

Постоянный расход невозобновляемых источников энергии способствует росту производства и потребления биоэнергии, которая не относится к разряду исчерпаемой. Доступность и небольшая цена обеспечивают рост анаэробного способа получения биогаза. Известно, что эффективнее получать энергию не от прямого сжигания биомассы, а от получения из нее биогаза. Из растительной продукции, например рапса, получают масла и спирты, которые затем превращаются в моторное топливо. Технологии и способы получения энергетических ресурсов из биомассы постоянно совершенствуются, но наиболее распространенным является микробиологический [5]. Получение этанола из биомассы существенно сокращает потребности в переработке нефти. Из 1 м<sup>3</sup> жидкого навоза можно получить до 20 м<sup>3</sup> биогаза, а обычного навоза – до 30 м<sup>3</sup>. Его энергоемкость составляет 23 Мдж/м<sup>3</sup>. Энергетическая эффективность 1 м<sup>3</sup> биогаза не многим уступает энергии, получаемой из 1 кг каменного угля. Наблюдающийся рост поголовья крупного рогатого скота в стране увеличивает количество сырья для выработки биогаза. Невостребованность этих ресурсов приводит к ущербу в 450 млрд. руб. в год за счет загрязнения природы при неправильной утилизации отходов. Между тем как при правильной переработке отходов можно полу-

чать тепловую и электрическую энергию, удобрения и относительно чистую воду, пригодную к использованию в сельском хозяйстве [6].

Одна из первых в нашей стране газовая станция промышленного объема с использованием биомассы начала функционировать в ноябре 2009 г. в Калужской области. Сырье поступает с расположенной рядом фермы. Строительство перерабатывающего комплекса заняло немногим более одного года. Установка способна переработать 120 м<sup>3</sup> отходов. В биогазовый комплекс входят: оборудование подготовки сырья, когенерационная установка электрической мощностью 320 кВт (и тепловой – 400 кВт), резервуары для хранения органических удобрений, метантенки анаэробного сбраживания с газгольдерами, оборудование очистки газа, система контроля и управления.

### Список литературы

1. Булатов, Н.К., Мухамадеева, Р.М. Использование биогазовых установок в Республике Казахстан [Электронный ресурс]. URL <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-biogazovyh-ustanovok-v-respublike-kazahstan/viewer>.

2. Блинова, Л.А. Биогазовые установки как источник альтернативной энергии в АПК РФ [Текст] // Проблемы современной экономики. Материалы II междунар. науч. конф. Издательство Два комсомольца – 2012 – С. 41–44.

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. 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.

5. Фатьянов, С.О. Биогазовая установка как способ решения проблемы утилизации отходов промышленного животноводства / С.О. Фатьянов, С.В. Карловский // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2020. № 2 (11). С. 162–165.

6. Мисюрева, С.А. Снижение энергопотребления при нагреве воды в коровнике / С.А. Мисюрева, А.С. Морозов, С.О. Фатьянов // В сборнике: Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса. материалы 69-ой Международной научно-практической конференции. 2018. С. 276–279.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ

**Ханнанова А.Х., Ерзамаев М.П., Артамонов Е.И.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Качество продукта является одной из важных характеристик процесса механизированных работ.

При выполнении механизированных работ в сельскохозяйственном производстве предметом труда являются такие объекты: почвы растения, плоды, удобрения и т.д. Как элемент контроля качества работ включается и определение состояния этих объектов, т.к. от этого зависит технология, выбор технических средств, их регулировка, эксплуатационные режимы работы [1].

При почвообрабатывающих и посевных процессах, например, необходимо контролировать состояние почвы по следующим показателям важности: влажности, липкости, твердости, температуре, изнашивающим свойствам. Только такая совокупность оценки позволит определить жимы. Это позволит на этапе подготовки и проведения заданного процесса обеспечить необходимое качество работ и его контроль [1].

Средства труда оказывают влияние на качество выполняемых механизированных работ через состояние рабочих органов, их установку, сопротивление, через систему управления.

Состояние рабочих органов в результате взаимодействия с предметом труда занимается. Так, при износе лемеха плуга, лап культиваторов и других почвообрабатывающих рабочих органов, их режущие лезвия затупляются. Вследствие этого на плотных почвах такие орудия плохо заглубляются, ухудшается равномерность хода по глубине, у культиваторов-чистота подрезания сорняков. От расстановки лап культиваторов при междурядной обработке зависит повреждаемость растений, величина защитных зон. Система управления обеспечивает соблюдение заданного направления движения, скоростных режимов, воздействие на рабочие органы [2].

Оператор оценивается по квалификации, физиологическому состоянию, которые повреждены изменениям. Ухудшение этих показателей может привести к искаженному отражению оператором окружающей информации, что нарушит правильные воздействия на машину, и как следствие-понижит качество. Окружающая среда, воздействуя как до, так и в процессе работы на предмет труда, средство труда, продукт труда, оператора изменяет их, что отражается на качестве работ. Следует также отметить и обратную связь элементов процесса на окружающую среду. Дождь, пыль, снег, ветер, температура, солнечная радиация и т.д.-факторы, воздействующие на элементы процесса. Они особенно характерны для сельскохозяйственного производства и требуют соответствующего учета при контроле качества механизированных работ [3].

Завещающим этапом контроля качества механизированных работ является контроль состояния продукта труда. При этом дается итоговая, комплексная

оценка тому, что было создано в данном процессе, проявляется результат этапов проведения и контроля качества всех элементов процесса. Достигнутая цель данного процесса – продукт труда, оценивается приёмочными показателями качества.

Следовательно, качество-характеристика продукта труда в процессе его производства и потребления, а виды контроля качества работ – по состоянию предмета труда, средства труда, оператора, окружающей среды, продукта труда. Учет и оценка элементов процесса при контроле качества механизированных работ ведется по показателям, которые весьма разнообразны и многочисленны. Поэтому возникает необходимость упорядочить их, систематизировать.

Разработана классификация показателей объёмного (пространственного) типа, которая позволит анализировать показатели системно, с выделением отдельных их групп, при этом показывается их взаимосвязь. При этом состояние предмета труда, окружающей среды, средств труда, оператора, продукта труда оцениваются соответствующими показателями.

Так, например, при почвообрабатывающих процессах для предмета труда энергетическим показателем будет твердость почвы, пространственным – геометрия поля, временным – начало работ и их продолжительность [1, 4].

Средство труда при этом будет характеризоваться мощностью двигателя, внешней и внутренней кинематикой, его стоимостью и т.д. Аналогично оцениваются и остальные элементы процесса соответственно классификации [3].

Таким образом, качество продукта труда определяется совокупностью элементов процесса механизированных работ: по состоянию предмета труда. Для систематизации показателей контроля разработана их объёмная классификация. На основе этих разработанных теоретических положений опубликованы материалы для практического применения в сельском хозяйстве.

#### **Список источников**

1. Асатиллаев Й.М. Обоснование показателей почвы, влияющие на качество урожайности сельскохозяйственных культур // Механика и технология. – 2022. – Спецвыпуск 1. – С. 122–127.
2. Асадуллин Н.М. Эффективность использования техники в АПК // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. – 2019. – С. 262–265.
3. Овчинникова О.Ф. Нормирование труда на механизированных работах в растениеводстве // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 2 (46). – С. 184–192.
4. Сельскохозяйственные машины : Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 35.03.06 - Агроинженерия. Протокол №962 от 14 октября 2021 г. / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – 435 с.

## ДОИЛЬНЫЕ РОБОТЫ

**Чехунов О.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одним из путей развития доильного оборудования в мире считается внедрение в хозяйства молочно-скотоводства различных форм собственности и размеров производства доильных роботов, т.е. оборудования, задействованного для доения коров без участия человека [1].

Основные достоинства использования роботизированных систем доения в хозяйствах: высвобождение наемного и (или) собственного труда, т.е. уменьшение эксплуатационных затрат; «индивидуальный подход» к доению со стороны коровы, определяющей самостоятельно время дойки, позволяет увеличивать валовые надои молока; отсутствие «человеческого фактора», а также контакта молока с атмосферой делает его качество более высоким, следовательно, и дорогостоящим; снижение стресс факторов для скота, вызванное «индивидуальным подходом» к доению при котором коровы посещают робота до 3...5 раз за сутки, а непосредственно после отела до семи [2].

Большинство доильных роботов в процессе доения в режиме реального времени осуществляют тестирование количества и качества выдаваемого молока и морфологических параметров животного, составляя «индивидуальные карточки» в электронном виде. Получаемая информация аккумулируется в специальных системах, доступных животноводам с любых точек с выходом в интернет. Информация с указанных систем позволяет вести большинство аналитической информации по ферме (удой, качество молока, период ухода в запуск и т.д.), а также подавать сигналы о заболеваемости животных на ранних стадиях или существенных отклонениях по зооветеринарным параметрам [3].

Основные недостатки использования роботизированных систем доения в хозяйствах: относительно малое обслуживаемое поголовье (как правило 50...70 коров); при внедрении данных систем в существующие коровники требуется значительное перевооружение, при строительстве новых – высокие капитальные затраты, объясняемые наличием гидравлических систем навозоудаления; необходимость в щелевых полах, что приводит к травматизму копыт; пролонгированный экономический эффект, объясняемый высокой стоимостью, компенсировать которую снижением фонда оплаты труда не всегда осуществимо, т.е. требуются инвестиционные вложения; необходимость в постоянном сервисном обслуживании со стороны поставщиков, что объясняется наукоемкими системами в роботах, обслужить которые без специализированных программ и инструмента не возможно; необходимость в высококвалифицированных специалистах при повседневном обслуживании; значительный процент выбраковки стада (в ряде случаев более 10%), объясняемый отказом коров посещать робот по психологическим причинам или здоровью, а также технической неспособностью роботами обслуживать «нестандартных» животных, имеющих отклонения

по форме вымени; необходимость в выравнивании стада по параметрам, касающимся машинного доения коров; необходимость привлечения резервных источников энергоснабжения или систем накопления электроэнергии [4].

Наиболее распространенные в мире доильные роботы: Bou Matic (США) – роботы BouMatic Proflex, BouMatic ProFlex D2 и спрей-робот SR1; De Laval (Швеция) – робот DeLaval VMS, роботизированная карусель AMR DeLaval; Fullwood (Объединенное королевство) – доильный робот M<sup>2</sup>erlin; GEA Farm Technologies GmbH (Германия) – многобоксовые доильные роботы GEA Farm Mlone, роботизированная карусель DairyProQ; Insentec-Galaxy Starline (Нидерланды) – двухбоксовый робот Insentec Astrea 20.20; SAC (Дания) – многобоксовые доильные роботы SAC Futureline Max, SAC RDS Futureline MAX DB, SAC RDS Futureline MAX SB, SAC RDS Futureline MAX Mobile; Westfalia Surge GmbH (Германия) – мультибоксовые роботы для доения до 200...250 голов; Lely (Нидерланды) /ООО «Лейли РУС» (Россия) – однобоксовый доильный робот Lely Astronaut A и др. [5, 6].

#### Список литературы

1. Чехунов О.А. Доильный аппарат с управляемым режимом / О.А. Чехунов, А.В. Асыка // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 602–606.
2. Дашков В.Н. Технология и оборудование для доения коров. – Минск : ГУ «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2006. – 174 с.
3. Карташов Л.П., Соловьев С.А. Повышение надежности системы «человек – машина – животное». – Екатеринбург : УрО РАН, 2000. – 276 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. Тарасенко А.П., Солнцев В.Н., Гребнев В.П. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства.– М. : Колос, 2003. – 552 с.
6. Ведищев С.М. Механизация доения коров. – Тамбов : ТГТУ, 2006. – 160 с.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА

**Широков М.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Современное животноводство базируется в основном на промышленном выращивании КРС, свиней, птицы, рыбы и рационы животных основаны на использовании сбалансированных полноценных кормов. Однако создать их без зеленой массы кормовых культур практически невозможно.

Зеленую массу можно получить путем проращивания зерна до величины ростков и корешков 2...2,5 см. Это обеспечивает увеличение содержания витаминов, при этом существенно повышается поедаемость корма и усвояемость питательных веществ [1]. Пророщенное зерно успешно заменяет искусственные витаминные добавки и премиксы, которые необходимы животным для полноценного развития и набора веса. Оно доступно по цене, экологично, оказывает мощный укрепляющий и оздоровительный эффект, повышает продуктивность. Пророщенное зерно свиньям необходимо скармливать в количестве 10...15% по массе от рациона питания по содержанию сухого вещества [2].

При этом процесс проращивания очень трудоемкий и должен выполняться с соблюдением технологических режимов, для того чтобы обеспечить проращиваемой культуре благоприятную среду, чтобы зерно соответствовало гигиеническим нормам и не принесло вред животному. Так, во время проращивания зерно может быть подвержено плесневению и загниванию, что приведет к непригодности к употреблению целой партии [3]. Или несоблюдение технологии проращивания приведет к низким показателям всхожести зерна, слабым и маленьким росткам, что отразится на массе кормовой смеси. Поэтому необходимо контролировать условия проращивания зерна, такие как время замачивания и уровень освещенности культуры [4], время выдержки в воде и доступ воздуха, температурный режим и питание проращиваемого зерна.

Необходимость скармливания пророщенного зерна обусловлено тем, что пророщенное зерно обладает высоким содержанием витаминов и минералов, имеет высокую энергетическую ценность, благодаря этому возрастает иммунитет и ежедневный прирост веса у животных и птицы, повышается сохранность молодняка, повышается выход продукции, а также улучшаются репродуктивные свойства сельскохозяйственных животных и птицы.

Чтобы получать пророщенное зерно стали разрабатывать и создавать установки и технологические линии для проращивания зерна. При этом установки отличаются конструктивно-техническим исполнением: одноярусные и многоярусные, с естественными и искусственными источниками света, стационарные и конвейерного типа, с орошением зерна и замачиванием, по степени автоматизации процесса проращивания.

В Белгородском ГАУ была разработана установка для проращивания зерна [5], которая представляет собой 3-х ярусную конструкцию из металла, снаб-

женную ваннами для проращивания из пластика, ванной для хранения запаса воды из пластика, светодиодными лампами, насосом и фильтром. Которая обеспечивает механизацию процесса проращивания зерна, повышение производительности процесса проращивания зерна за счет непрерывного проращивания, снижение затрат на замачивание зерна и снижение потерь при проращивании зерна, что приводит к снижению себестоимости получения витаминной кормовой добавки.

Работа предложенной установки состоит в том, что в двух ваннах на решетках раскладывают зерно вначале в темноте на двое суток и немного его увлажняют, чтобы начал появляться росток и корешок. Затем с появлением зеленого листа добавляют освещение. Для освещения зерна при проращивании используют фитолампы. В одну из ванн периодически наливают воду для набухания зерна, а затем сливают воду очищают воду фильтрами, обеззараживают и её же наливают в другую ванну. Затем процесс повторяют. Такая особенность позволяет получить замкнутую систему орошения, без слива воды, что экономит ресурсы. Ярусное расположение ванн для зерна позволит повысить производительность установки, не увеличивая габаритные размеры. Длительность проращивания зерна ячменя и пшеницы до длины ростков два, два с половиной сантиметра составляет пять, шесть суток.

#### Список литературы

1. Походня Г.С. Свиноводство и технология производства свинины / Сборник научных трудов научной школы профессора Г.С. Походни (Специальный выпуск № 2) под общей редакцией Г.С. Походни. – Белгород : Изд-во БелГСХА. С. 64–65.
2. Захарова, О.А. Корма растительного происхождения [Текст] / Н.И. Морозова, Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова. – Рязань, Рязанский ГАУ, 2011. – 320 с.
3. Урбанчик Е.Н. Оптимизация режимов второго этапа проращивания пшеницы и изучение возможности использования полученного продукта [Текст] / Е.Н. Урбанчик // Механика и технологии. – 2015. – № 4 (50). – С. 94–100.
4. Пат. 2642511 Российская Федерация С1 А01С 1/02 (2006.01) Конвейер для проращивания зерна [Текст] / 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.
5. Пат. 2741111 С1 А01С 1/00 (2006.01) Установка для проращивания зерна [Текст] / Вендин С.В., Саенко Ю.В., Походня Г.С., Широков М.С., Путиенко К.Н., Страхов В.Ю. Правообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина. Заявка 2020125788 от 28.07.2020. Опубликовано от 22.01.2021 г. Бюл. № 3.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЯ ПШЕНИЦЫ

**Юдина Е.М.**

ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия

Конкурентоспособное производство продукции земледелия зависит от применяемых технологий [1, 2, 3] и интеллектуальных средств механизации [4, 5]. Ресурсосберегающие природоохранные технологии способствуют сохранению и приумножению плодородия почвы, повышению производительности труда и снижению затрат. При строгом соблюдении научно обоснованных систем земледелия выполняются на практике вышеуказанные требования, сельхозпредприятия добиваются высоких урожаев и рентабельно ведут хозяйство. Успешное решение актуальной проблемы повышения качества зерна пшениц зависит от многих факторов. Главным из них, конечно, является сорт, так как только сильные сорта при соблюдении технологии возделывания способны обеспечить получение зерна 1 и 2 классов. Ценные сорта пшениц позволяют получить качество зерна только 3 класса, а слабые сорта – 4-5 класс продовольственного зерна, из которого нельзя получить хлеб с высокими потребительскими свойствами без добавления улучшителей. К сожалению, такие сорта трудно вывести и 80% объема его экспортных поставок Россия реализует за рубежом не выше 4-5 классов.

Технологические достоинства зерна пшеницы зависят не только от содержания в нем белка и клейковины. Для сильного зерна необходимы и другие показатели: форма зерна, влажность, наличие проросших и морозобойных зерен, цвет, запах, засоренность и др. Последние показатели зависят от соблюдения технологии возделывания, которая позволяет строго выдерживать агротехнические сроки и качество выполнения механизированных работ. Средства механизации процессов в технологии от протравливания семян до послеуборочной очистки. Таким образом, правильный сортовой состав, сбалансированные системы удобрений и защиты растений, новая сельскохозяйственная техника – это главные составляющие высокого урожая и качества зерна.

Особенности конструкции рабочих органов машин оказывают непосредственное влияние на качество зерна. Научными учреждениями и испытательными станциями доказано, что роторные зерноуборочные комбайны почти в 10 раз снижают дробление зерна по сравнению с комбайнами, оснащенными бильными молотильными аппаратами. Известно, что дробленное зерно плохо хранится и снижает товарную ценность зерна. И здесь дело не только в достаточном техническом оснащении, но и во внедрении новых комбинированных и многофункциональных машин, совмещающих выполнение нескольких операций за один проход по полю. В работе использованы общепринятые методики закладки полевых опытов, учета урожайности и качества зерна, метод анализа и синтеза механизированных процессов возделывания полевых культур с приме-

нением машинно-тракторных агрегатов, а также метод разработок по комплектованию агрегатов [6]. Большое влияние на качество и косвенные потери зерна оказывает его травмирование зерноуборочными комбайнами, которое в условиях их рядовой эксплуатации может достигать 6 процентов. Такая величина дробления ведет к невозвратимым потерям урожая и снижает качество зерна, помимо этого в травмированном зерне ухудшается процесс фотосинтеза. Допустимое травмирование зерна обеспечивают роторные молотильно-сепарирующие устройства (МСУ), у которых дробление зерна не превышает 1 процента. Зерноуборочные комбайны с таким МСУ должны занимать главное место в структуре комбайнового парка сельскохозяйственных предприятий. Их преимущество еще и в том, что они обеспечивают более высокую производительность на уборке зерна по сравнению с обычными бильными МСУ. Послеуборочное дозревание и сортировка зерна на току способствует повышению его качества. После уборочного дозревания зерна качественные показатели зерна, убранного роторными МСУ существенно превосходят показатели качества уборки бильными МСУ. Так, для сильной пшеницы сорта Ольхон, убранного роторными МСУ, содержание клейковины повысилось на 23%, что не отмечалось в зерне, убранном обычными бильными МСУ.

Очень актуальны для уборки качественного зерна сроки уборки, которые не должны превышать 5 календарных дней. В этой связи для уборочных машин важно не только качество их работы, но и производительность, сокращающая сроки уборки. В последние годы находит применение новый способ уборки зерна очесом на корню, который обеспечивает повышение производительности машин в 1,4-2 раза.

#### Список литературы

1. Ринас, Н.А. К решению проблемы комплексной уборки зерновых культур / Н.А. Ринас // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 103. – С. 431–445.
2. Кузнецова Л.Н. Влияние последствия основной обработки почвы на засоренность посевов и продуктивность озимой пшеницы / Кузнецова Л.Н., Ширяев А.В., Титовская А.И., Смуров С.И. // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2016. – № 3 (11). – С. 72–78
3. Инновационно-технологические предпосылки повышения конкурентоспособности зерна / Г.Г. Маслов, Е.М. Юдина, А.А. Палагута, Н.В. Малашихин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. – 2017. – № 132. – С. 249–264.
4. Почвообрабатывающие, посевные и уборочные машины : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А.В. Мачкарян, А.В. Рыжков, К.В. Казаков [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – 415 с.
6. Completing of modern energy-saving machine-tractor units / Е.М. Yudina, N.A. Rinas, S.K. Papusha [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839. – Krasnoyarsk : IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52029.

# ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

УДК 624.953

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ

Аристов Д.А., Молочников Д.Е., Яковлев С.А.  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

Нефтегазовая отрасль современной промышленности широко применяет цилиндрические резервуары различного объема и типа, среди которых одним из самых распространенных является вертикальный стальной резервуар.

Наиболее распространенными на нефтебазах являются вертикальные цилиндрические резервуары. К таким относятся резервуары низкого давления со щитовым коническим или сферическим покрытием [1].

Операция заполнения и слива вертикальных резервуаров характеризуется переменным процессом деформации его стенок. Значение величины деформации стенки резервуара при нагружении не совпадает с обратной деформацией при разгрузке, образуя площадь петли гистерезиса. Петля гистерезиса выражает накопление энергии в материале и, в зависимости от длительности действия, изменяет свою площадь, тогда затраты энергии на деформацию материала резервуара при единичном нагружении можно представить в виде [2, 3]

$$J(\sigma) = k_n \mu_{\sigma, \varphi} A_z V_m, \quad (1)$$

где  $k_n$  – коэффициент пропорциональности;

$\mu_{\sigma, \varphi}$  – масштабный коэффициент по напряжению и углу изгиба элемента;

$A_z$  – площадь петли гистерезиса;

$V$  – объем рассматриваемого элемента резервуара.

Приведенный к наиболее тяжелому режиму нагружения ресурс резервуара представим в виде [4]

$$R_i = J(N_u)_{np} / k_t = J(N_u)_{np} / \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{k_i} \right)^m, \quad (2)$$

где  $J(N_u)_{np}$  – приведенная затраченная энергия на деформацию стенок резервуара на наиболее тяжелом режиме (при максимальном заполнении резервуара).

Из условия исчерпания ресурса  $R_i$  детали следует соотношение

$$T_{\Sigma} = t_0 \left[ 1 + \sum_{i=1}^n \left( \frac{k_{J_0}}{k_i} \right)^m \right] = R_i = \frac{J(N_u)_{np}}{\sum_1^T \left( \frac{1}{k_i} \right)^m} \quad (4)$$

Долговечность резервуара для выполнения одного цикла нагружения и разгрузки можно представить как сумму отдельных этапов эксплуатации резервуара

$$\sum t = t_n + t_c + t_x + t_{om}, \quad (6)$$

где  $\Sigma^t$  – суммарная наработка или продолжительность нагружения от начала до окончания цикла разгрузки, ч.;

$t_n$  – время налива топлива, ч.;

$t_c$  – время слива, ч.;

$t_x$  – время хранения топлива в резервуаре, ч.;

$t_{\text{бom}}$  – время нахождения резервуара без топлива, ч.

Продолжительность режимов заправки за время истощения ресурса

$$T = T_{\text{эnp}} \cdot \left[ 1 + \sum_1^n \left( \frac{k_{j_0}}{k_i} \right)^m \right]^{-1}, \quad (7)$$

где  $T_{\text{эnp}} = J(N_u)_{\text{np}} / \sum_1^n \left( \frac{k_1}{k_i} \right)^m$  – приведенное эквивалентное время на режиме заправки.

Принимая во внимание предельное число режимов заполнения и опорожнения резервуара, суммарная наработка за  $r$  циклов заправки резервуара топливом

$$\Sigma tr = r(t_n + t_c + t_x + t_{\text{бom}}). \quad (8)$$

Величина снижения ресурса, эквивалентного полному нагружению резервуара можно представить

$$R_{\text{э.p}} = \frac{\Sigma t_{o.n}}{1 + \frac{V_p}{\dot{v}_n} + C} \left[ 1 + \sum_1^n \left( \frac{k_1}{k_i} \right)^m \right], \quad (11)$$

где  $\Sigma t_{o.n}$  – общее время работы резервуара под нагрузкой на данный момент.

Если связать сопротивление материала при нагружении с площадью поперечного сечения элемента, а при разгрузении с моментом сопротивления опасного сечения, то в качестве меры повреждения можно применять отношение площадей петли гистерезиса до начала появления микротрещин к номинальным площадям при базовом числе циклов.

### Список литературы

1. 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.
2. Повышение долговечности емкостей для перевозки нефтепродуктов автомобильным транспортом увеличением их жесткости при ремонте / С.А. Яковлев, Д.Е. Молочников // Ремонт. Восстановление. Модернизация. № 2, 2019. С. 46–48.
3. Угрюмов, Ю.Ю. Совершенствование процесса технического обслуживания мобильной техники / Ю.Ю. Угрюмов, А.В. Бондарев // Горинские чтения: Том 3. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 158.
4. Бондарев, А.В. Некоторые результаты расчета параметров способа восстановления детали / А.В. Бондарев, Д.А. Пластинин // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке. – Майский : Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, 2021. – С. 67–71.

## **ФАБО ОБРАБОТКА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВС ИННОВАЦИОННЫМ ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ**

**Артамонов Е.И., Ерзамаев М.П.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

Основным агрегатом современных машин, тракторов и других механизмов является поршневой двигатель внутреннего сгорания. Детали цилиндропоршневой группы испытывают самые различные нагрузки. Высокая температура, давление, сила трения, приводящая к износу рабочих поверхностей это все приводит к снижению ресурса и надежности двигателя [1, 2, 3].

Сердцем цилиндропоршневой группы является гильза цилиндров. Известны различные способы восстановления рабочей поверхности гильзы цилиндров. Это железнение, хромирование, электроимпульсное нанесение покрытий, индукционная центробежная наплавка, термомеханическое обжатие, электроконтактная приварка ленты, постановка легкосъёмных тонких пластин. Разработка новых методов и способов восстановления и ремонта поверхности трения, сохраняющие и увеличивающие срок службы гильзы является актуальной задачей.

Износостойкость рабочей поверхности повышают за счет создания на них различных пленок химических соединений, которые увеличивают твердость и прочность металла, а также создают условия для снижения силы трения в сопрягаемых деталях. Химические пленки создают различными методами: это биметаллизация, присадки, избирательный перенос, анодно-механическое хонингование, финишная антифрикционная безабразивная обработка [1, 2, 3, 4].

Самым простым в исполнении и результативности из перечисленных методов является финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) [1, 3]. Рабочая поверхность чугунных деталей, покрытая пленкой цветного металла имеет высокие антифрикционные свойства. Они увеличиваются за счет уменьшения шероховатости поверхности и снижения силы трения между черным и цветным металлом в парах трения деталей [3].

На кафедре «Технический сервис» Инженерного факультета ФГБОУ ВО Самарского ГАУ разработано приспособление для ФАБО к вертикально расточному станку 2Е78П, закрепляемое вместо расточного резца на шпиндельном валу, новизна конструкции которого подтверждена патентом на изобретение [4].

Отличительной особенностью работы разработанного приспособления от аналогичных является то, что оно задает постоянное заданное усилие прижатия натирающего элемента на рабочую поверхность гильзы цилиндров в процессе нанесения антифрикционного слоя. Это обеспечивается за счет сжатия пружины в приспособлении на требуемую величину механизмами установки вылета режущего инструмента в шпинделе станка. Благодаря этому обеспечивается гарантируемое нанесение слоя цветного металла толщиной 0,05...0,1 мм за один рабочий проход в условиях латуни или медь по чугуну.

В результате проведения лабораторных экспериментов по нанесению антифрикционного слоя разработанным приспособлением на рабочую поверхность гильзы цилиндров двигателя УМЗ-4175.10 было установлено что, что шероховатость поверхности трения изменяется с 0,32 до 0,28 мкм со значений усилий натирающего элемента от 40 до 70 МПа это говорит о том, что в этом диапазоне наблюдается наилучший перенос цветного материала.

#### Список литературы

1. Шайхутдинов, Р.Р. Повышение износостойкости гильз цилиндров двигателей путём обоснования параметров анодно-механического хонингования: Автореф. Дис... канд. тех. наук / Р.Р. Шайхутдинов. – Казань, 2010. – 18 с.
2. Салахутдинов, И.Р. Гильза цилиндров / двигателя; УМЗ-417 с изменёнными физико-механическими свойствами / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глушечс // Вклад молодых учёных в инновационное развитие АПК России: Материалы НПК молодых учёных. – Пенза : ТГСХА, 2010. – С. 132–135.
3. Симдянкин, А.А. Повышение эксплуатационных показателей автотракторных дизелей учётом контактно-силового взаимодействия деталей цилиндропоршневой группы: Дисс. доктора техн. наук: А.А. Симдянкина. – Саратов, 2003. 316 с.
4. Пат. № 2782487 Российская Федерация, МПК С23С 26/00 Приспособление для финишной безабразивной антифрикционной обработки гильз цилиндров автомобилей и тракторов / Е.И. Артамонов, Д.Н. Котов и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Самарский ГАУ. – № 2022109307, заяв. 08.04.2022, опубл. 28.10.2022, Бюл. № 31.
5. Новицкий, А.С. Комплексный критерий оценки эксплуатационных свойств моторных масел / А.С. Новицкий, Е.С. Батырев // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 53–55. – EDN ZWASUH.

## ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СОСТАВОВ ПРИ РАЗБОРКЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Аюгин Н.П., Романов Д.Б.

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, п. Октябрьский, Россия

Резьбовые соединения в конструкциях машин составляют 15...25% от общего числа соединений, поскольку они отличаются простотой, надежностью, а также возможностью разборки и повторной сборки без замены деталей [1].

Разъединение скрепленных деталей – главная задача разборки резьбовых соединений, так как предоставляет сохранение годности деталей разбираемой сборочной единицы и самого соединения [2, 3].

Для снижения крутящего момента отворачивания разбираемой сборочной единицы могут быть использованы различные способы: механический, термический и химический [4, 5].

Наибольший интерес представляет использование химического способа, действие которого основано на химическом разрушении ржавчины, образовавшейся между деталями соединения.

Для этого необходимо, чтобы в зазоры между болтом и гайкой попали активные химические вещества. Поэтому при химическом способе используют различные составы на основе кислот.

Для проведения экспериментов по влиянию химического способа были выбраны стальные гайки М10х1, навинченные на шпильки. Было взято 150 образцов, выдержанных в течение 6 месяцев в 10% водном растворе хлорида натрия, а затем 6 месяцев во влажном грунте.

Образцы помещались в емкости, наполненные различными химическими составами. Затем выдерживались в течение 2...32 часов при температуре 20°C. После выдержки проводилось отворачивание резьбовых соединений с помощью динамометрического ключа.

Отворачивание проводилось после 2, 8, 14, 20, 26 и 32 часов выдержки.

Использовались следующие химические составы:

1. 65% – вода, 35% – серная кислота.
2. 65% – вода, 35% – соляная кислота.
3. 65% – вода, 35% – ортофосфорная кислота.
4. Керосин.
5. Преобразователь ржавчины: 40% – вода, 40% – ортофосфорная кислота, 15% – ингибирующие соединения цинка и марганца, 5% – комплексообразователь.
6. Вода.
7. Тормозная жидкость DOT-4: 35...45% – эфиры борной кислоты полипропиленгликоля, 2...5% – этилкарбитол, 5...7% – пластификаторы, 5% – полипропиленгликоль, 15% – N-бутиловый эфир трипропиленгликоля, 0,3...0,5% – ионол, 0,05...0,4% – азимидобензол и морфолин и др.

8. WD-40: 50% – растворитель уайт-спирит, 25% – вытеснитель углекислый газ, 15% – минеральное масло, 10% – инертные ингредиенты.

9. 70% – вода, 30% – гидроксид натрия.

Результаты исследований. Способ основан на химическом разрушении ржавчины, образовавшейся между деталями соединения. Для этого необходимо, чтобы в зазоры между шпилькой и гайкой попали активные химические вещества.

Замеры по определению момента на отворачивание резьбовых соединений проводились с трехкратной повторностью.

Изначально контрольные образцы были затянуты с крутящим моментом 60 Н·м.

В ходе проведения эксперимента было выявлено, что из-за интенсивной коррозии образцов при моменте больше 20 Н·м происходит разрушение шпильки.

При выдержке в течение 26 часов в 35%-ом растворе соляной кислоты зафиксировано снижение крутящего момента до 18...20 Н·м, аналогичные результаты наблюдались при аналогичной выдержке в воде и тормозной жидкости.

При выдержке в течение 32 часов в 35%-ом растворе соляной кислоты, 35%-ом растворе ортофосфорной кислоты и воде наблюдалось снижение крутящего момента на отворачивание до значения 10...11 Н·м, в тормозной жидкости зафиксировано снижение крутящего момента до 12...15 Н·м.

В остальных случаях отвернуть гайку не удалось по причине разрушения шпильки.

По результатам проведенного эксперимента можно сделать вывод, что при использовании химического способа возможно снижение крутящего момента в 3...6 раз при выдержке в течение 26...32 ч.

#### Список литературы

1. Пат. 73153 Российская Федерация, МПК А01F 29/00. Измельчитель корнеклубнеплодов / В.И. Курдюмов, Н.П. Аюгин; заявитель и патентообладатель УГСХА. – № 2007143047/22; заявл. 20.11.2007; опубл. 20.05.2008, Бюл. № 12.

2. Халимов Р.Ш. Определение технического состояния ремонтного оборудования / Р.Ш. Халимов, Н.П. Аюгин, И.И. Шигапов // Сельский механизатор. 2020. № 8. С. 28–29.

3. Сахнов А.В. Способ ремонта гайки ходового винта / А.В. Сахнов, Ю.В. Фоменко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2022. № 11. С. 120–127.

4. Водолазская Н.В. Теоретические основы выбора параметров оснастки для сборочного процесса / Н.В. Водолазская // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2021. № 5. С. 198–200.

5. Водолазская Н.В. Совершенствование технологии процесса контролируемой сборки резьбовых соединений / Н.В. Водолазская // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2019. № 12. С. 564–568.

## РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВ

**Аюгин Н.П.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, п. Октябрьский, Россия

Многочисленные исследования ученых свидетельствуют, что усваиваемость кормов животными во много зависит от их сбалансированности по питательным веществам, а также от размеров частиц корма. При размерах частиц корма больше установленных зоотехническими требованиями происходит недостаточно полное их переваривание организмом животных, а при размерах меньше установленных зоотехническими требованиями животное плохо пережёвывает корм, в результате чего он недостаточно обильно смачивается слюной и частично проглатывается непережёванным [1-4].

Кроме того, измельчение кормов решает задачу по улучшению условий механизации и автоматизации процессов смешивания, дозирования и раздачи кормов животным.

В настоящее время промышленность страны выпускает измельчители кормов, которые работают по давно известным и устаревшим принципам и схемам, что негативно сказывается на энергозатратах измельчения и качестве получаемого корма, а также на спросе средств механизации аналогичного назначения. Большая конкуренция на рынке измельчителей кормов предъявляет все более жесткие требования к конструктивным, энергетическим и эксплуатационным характеристикам измельчителей, а также качественным показателям выполнения самого процесса.

Наибольшее распространение получили машины, использующие способ измельчения резанием, поскольку резание, по сравнению с разрушением материала ударом или смятием, является наименее энергоемким. К тому же при ударе разрушающих элементов по измельчаемому продукту из них выделяется клеточный сок, что противоречит зоотехническим требованиям.

Это делает актуальными вопросы всесторонних исследований процесса резания различных кормов с целью усовершенствования как самого процесса, так и оборудования, предназначенного для его осуществления.

Исследование процесса резания кормов является задачей со сложной структурой, из-за большого количества факторов, оказывающих влияние на процесс измельчения.

Также следует учитывать, что они оказывают сложное взаимовлияние на процесс резания, причем комбинации факторов могут существенно влиять на характер взаимодействия.

Для изучения процесса резания кормов растительного происхождения в ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ была создана лабораторная установка по принципу ротационного копра, которая позволила обеспечить скорость резания достаточно в широком интервале [5-6].

Принцип лабораторной установки в следующем. Нож установки закреплен на маховике, насаженном на вал, крутящий момент на который передается от электродвигателя через ременную передачу и обгонную муфту. При частоте вращения маховика, соответствующей необходимой скорости резания кормового материала через пульт управления отключается электродвигатель с целью исключения влияния момента инерции электродвигателя и осуществляется подача образца материала в плоскость резания ножа. Для кратковременной подачи исследуемого материала в плоскость резания ножа в обмотку соленоида устройства подачи материала на мгновение подается ток, который выдвигает сердечник-фиксатор с закрепленным исследуемым материалом в плоскость резания, затем сердечник-фиксатор возвращается в исходное положение.

Тензодатчик, смонтирован на фиксаторе и позволяет регистрировать усилие резания. Сигнал от тензодатчика поступает в усилитель затем в аналогово-цифровой преобразователь и передается на экран персонального компьютера.

Частота вращения маховика после среза ножом образца исследуемого материала фиксируется тахометром. Работа, затрачиваемая на срез образца, снижает частоту вращения маховика.

#### Список литературы

1. Минасян А.Г. Методика расчета геометрического профиля напряженных сегментов для валковых измельчителей / А.Г. Минасян, А.С. Колесников // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 2 (34). С. 59–65.
2. Вольвак С.Ф. Теоретические исследования процесса выгрузки измельчённых кормов / С.Ф. Вольвак, В.И. Шаповалов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 3 (35). С. 39–46.
3. Вольвак С.Ф. Исследование процесса измельчения концентрированных кормов / С.Ф. Вольвак, В.И. Шаповалов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). С. 14–24.
4. Вендин С.В. Дробилка для измельчения пророщенного зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.А. Семернина // Сельский механизатор. 2021. № 1. С. 18–19.
5. Пат. 73153 Российская Федерация, МПК А01F 29/00. Измельчитель корнеклубнеплодов / В.И. Курдюмов, Н.П. Аюгин; заявитель и патентообладатель УГСХА. – № 2007143047/22; заявл. 20.11.2007; опубл. 20.05.2008, Бюл. № 12.
6. Пат. 2369082 Российская Федерация, МПК А01F 29/00. Измельчитель корнеклубнеплодов / В.И. Курдюмов, Н.П. Аюгин, М.Н. Лемаева; заявитель и патентообладатель УГСХА. – № 2007148370/12; заявл. 24.12.2007; опубл. 10.10.2009, Бюл. № 17.

## АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

**Балабуев К.А., Кравцов М.М., Гужин И.Н.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Самарская область,  
г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

Дизельное топливо является самым распространённым типом нефтепродуктов, используемых в сельскохозяйственном производстве. Знать о качестве топлива важно, потому что мощность, технико-экономические показатели работы машин зависит от этого показателя напрямую.

Основные эксплуатационные характеристики дизельного топлива следующие: самовоспламеняемость (характеризуется цетановым числом), вязкость и плотность, фракционный состав, содержание общей и меркаптановой серы, низкотемпературные свойства [1].

Уменьшение цетанового числа приводит к увеличению периода задержки самовоспламенения что увеличивает расход топлива и «жесткость» работы двигателя. Увеличение цетанового числа более 50 единиц приводит к дымной работе двигателя, увеличению нагарообразования и неполному сгоранию топлива. Значение цетанового числа зависит от углеводородного состава топлива и наличия в нем присадок улучшающих самовоспламенение.

Увеличение вязкости и плотности дизельного топлива приводит к нарушениям распыла и увеличению расхода топлива. Также вязкость влияет на прокачиваемость топлива по трубопроводам и утечки топлива через неплотности топливной аппаратуры.

Также из-за несоответствия показателей качества стандартам происходит неполное сгорание топлива, затрудняется пуск и прогрев двигателя, увеличивается износ деталей двигателя и увеличивается количество нагара на форсунках и деталях цилиндро-поршневой группы. По вышеперечисленным причинам уменьшается экономичность дизельного двигателя до 25% [2].

Для определения качества дизельного топлива, используемого сельхозтоваропроизводителями Самарской области проведены исследования двух проб дизельного топлива экспресс-методами.

В ходе опыта определяли:

- визуальные характеристики (цвет, прозрачность);
- плотность дизельного топлива;
- испытание на медную пластинку;
- наличие водорастворимых кислот и щелочей;
- температуру вспышки дизельного топлива.

Визуальный контроль показал, что испытываемые пробы светло желтого цвета, прозрачные, без следов воды и механических примесей.

Плотность топлива определяли по стандартным методикам с помощью нефтенсиметра. Замеренную плотность привели к плотности при температуре +15 градусов Цельсия при помощи стандартной формулы.

У дизельного топлива №1 плотность составила 829,4 кг/м<sup>3</sup>.

У дизельного топлива №2 плотность составила 824,7 кг/м<sup>3</sup>.

Испытание на медную пластинку показало, что образцы дизельного топлива не содержат в себе активных сернистых соединений, выдерживают класс 1 (обе пластинки не поменяли цвет и на них отсутствовал налет).

Водорастворимые кислоты и щелочи определяли с использованием делительной воронки. При испытании при добавлении индикаторов (метилоранж и фенолфталеин) водный раствор не окрасился, что говорит о том, что обе пробы дизельного топлива не содержат в себе кислот и щелочей.

Определение температуры вспышки проводили в закрытом тигле при помощи аппарата полуавтоматического прибора ПЭ-ТВЗ. У дизельного топлива №1 температура вспышки равна 60 градусов Цельсия. У дизельного топлива №2 температура вспышки равна 65 градусов Цельсия.

Исходя из проведённых исследований, мы можем дать оценку каждой пробе: проба №1 и проба №2 выдержали испытания и соответствуют ГОСТу.

#### **Список литературы**

1. Гужин И.Н. Влияние депрессорных присадок на низкотемпературные свойства дизельного топлива // Достижения науки агропромышленному комплексу: сборник научных трудов. Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2014. С. 260–263.

2. Романченко М.И., Пастухов А.Г. Научно-прикладные основы оценки эксплуатационного расхода топлива транспортных средств : монография. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. 122 с.

## ЭЛЕКТРОИСКРОВОЕ УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

**Батырев Е.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Одним из наиболее перспективных направлений повышения надежности и долговечности изнашивающихся деталей машин является упрочнение или модифицирование рабочих поверхностей, обеспечивающих создание поверхностных слоев с более высокими механическими и триботехническими показателями.

Электроискровое упрочнение и нанесение металла происходит в воздушной или газовой среде при тепловом и химическом действии электрического разряда между поверхностью изделия и упрочняющим электродом, которому сообщается колебательное движение от вибратора. За очень короткое время электроискрового разряда ( $10^{-5} - 10^{-8}$  с) через электроды проходит мощный (до  $10^6$  А/мм<sup>2</sup>) импульс тока, накопленного в конденсаторах. Температура в межэлектродном зазоре повышается до  $11000^\circ$  С. При такой температуре азот и легирующие элементы, содержащиеся в электроде, легируют поверхность детали, повышая ее физико-механические свойства [1].

В результате происходит сложный электрофизический процесс, характеризующийся одновременным протеканием следующих явлений:

- идут процессы преимущественного разрушения материала электрода (анода) и образования вторичных структур в рабочей его части;
- осуществляется перенос продуктов эрозии электрода на деталь (катод);
- на поверхности обрабатываемого изделия протекают микрометаллургические процессы;
- элементы материала электрода диффундируют в поверхностный слой изделия; поверхность изделия приобретает новый специфичный рельеф;
- образуется на поверхности изделия измененный слой, включающий белый слой, диффузионную зону и зону термического влияния, при этом изменяются свойства поверхностного слоя;
- формируется поверхностный слой мелкодисперсного состава, вплоть до наноровня;
- происходит изменение размера изделия.

При перемещении анода вдоль обрабатываемой поверхности в газовой атмосфере при многократном действии импульсов электрического разряда будет формироваться покрытие [1, 2].

Упрочненный слой отличается высокой твердостью, износостойкостью, которые обуславливаются образованием карбидов, нитридов, карбонитридов и закалочных структур. Качество упрочненной поверхности определяется материалом обрабатываемой детали, составом электродного материала, параметрами искрового разряда.

Упрочнение производится электродами из твердых сплавов Т15К6, Т30К4, Т60К6, ВК-3М, ВК-8, феррохрома, ферромарганца, электродами, выплавляемыми из порошковых самофлюсующихся сплавов типа ПГ-СР4, а также графита ЭГ2 и ЭГ4. Лучшими материалами для упрочнения деталей, работающих при трении скольжения, считаются ферромарганец и твердый сплав Т15К6, а деталей, работающих при трении качения, – феррохром и графит ЭГ2.

Электроискровое легирование можно назвать технологией двойного назначения, поскольку эту технологию можно эффективно использовать как для упрочнения новых, только что изготовленных деталей машин и инструментов, так и для восстановления размеров изношенных деталей с одновременным их упрочнением.

Нанесение электроискровых покрытий осуществляется как в ручном или механизированном режимах, так и в автоматическом с использованием программно-аппаратного комплекса, что предопределяет широкую возможность дифференциации его использования, на производстве при решении широкого круга задач, в т.ч. на ремонтных предприятиях [1, 2, 3, 4].

#### Список литературы

1. Электроискровая обработка – как новый способ восстановления и упрочнения изношенных деталей / А.С. Новицкий, А.В. Бондарев, А.В. Сахнов, Е.С. Батырев // *Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года.* – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 333–336.

2. Новицкий, А.С. *Технология сельскохозяйственного машиностроения : Лабораторный практикум* / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – 84 с.

3. *Ресурсосбережение при посеве зерновых культур* / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, А.П. Захаржевский [и др.]. – Москва-Белгород : Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 200 с. – ISBN 978-5-905563-55-3.

4. *Энергосберегающие способы посева зерновых культур* / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, А.В. Бондарев [и др.] ; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина. – Белгород : Константа, 2013. – 296 с. – ISBN 978-5-9786-0277-7.

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

**Бережная И.Ш.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Механическая обработка молока и молочных продуктов, применяемая на предприятиях перерабатывающей промышленности, осуществляется с помощью фильтров, центрифуг, сепараторов различной конструкции, гомогенизаторов и мембранных фильтрационных аппаратов [1].

Современное оборудование, применяемое в перерабатывающей промышленности, в том числе и гомогенизаторы молока, характеризуются большим числом элементов, множеством связей и взаимосвязей, значительным объемом перерабатываемой информации [2]. Такие системы называют сложными, большими или системами со сложной структурой.

Структура и связь между ее элементами главным образом влияет на эффективность функционирования системы [3]. При анализе и при синтезе систем разного типа необходимо обязательно учитывать важность структуры системы. Действительно, наиболее важный этап разработки модели как раз и состоит в выборе структуры модели интересующей нас системы.

Для этого гомогенизатор разбили на основные подсистемы, а именно: станина с приводом; кривошипно-шатунный механизм с системой смазки и охлаждения; плунжерный блок; манометрическая головка; предохранительный клапан; гомогенизирующая головка.

На первом этапе проанализировав принцип работы агрегата и взаимодействие его основных составных частей выявлены следующие зависимости. Станина содержит привод, который с помощью клиноременной передачи приводит в движение кривошипно-шатунный механизм. Кривошипно-шатунный механизм преобразует вращательное движение электродвигателя в поступательное движение плунжеров плунжерного блока. Плунжеры в свою очередь перемещают продукт в гомогенизирующую головку. Плунжерный блок отвечает за поддержку определенного давления продукта, поступающего в гомогенизирующую головку для получения необходимой степени гомогенизации, которое можно проконтролировать с помощью манометрической головки и предохранительного клапана. Все это позволило нам выделить подсистему, имеющую наибольшее влияние на работу всего агрегата в целом, а именно – плунжерный блок.

Далее произвели детальное моделирование механизма функционирования подсистемы плунжерного блока. Плунжерный блок включает в себя: механизм герметизации плунжера, блок, присоединительный штуцер, плунжеры, комплект манжетных уплотнений, нажимные кольца, гайки, нижние, верхние и передние крышки, всасывающие и нагнетательные клапаны, седла клапанов, прокладки, втулки, пружины, клапан. Анализируя полученную структуру плун-

жерного блока, можно выделить два основных узла, а именно, механизм герметизации плунжера и всасывающие и нагнетательные клапаны. Узел, содержащий всасывающие и нагнетательные клапаны, наименее подвержен отказу, так как детали, входящие в его состав в процессе работы совершают минимальные осевые перемещения и, следовательно, имеют наименьшую величину износа. В это же время узел герметизации плунжера наиболее подвержен износу из-за относительно больших осевых перемещений плунжера в комплекте уплотнений.

На основании вышесказанного можно сделать следующий вывод - несмотря на всю сложность конструкции гомогенизатора, а также на наличие большого числа взаимосвязанных подсистем данного агрегата, можно выделить критическое соединение «плунжер-уплотнение», так как даже минимальный износ любой детали, входящей в указанное соединение, повлияет на работу всего агрегата.

### Список литературы

1. Kolesnikov A. Experimental research in liquid batcher mixer / A. Kolesnikov, N. Vodolazskaya, A. Minasyan, K. Kazakov // Engineering for Rural Development : 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 124–129. – DOI 10.22616/ERDev.2021.20.TF024. – EDN QUDLRT.
2. Slobodyuk, A. Failure examination of disc header workpoints using cae-system apm win-machine / A. Slobodyuk, S. Strebkov, A. Bondarev // Engineering for Rural Development : Proceedings, Jelgava, 23–25 мая 2018 года. Vol. 17. – Jelgava : Latvia University of Agriculture, 2018. – P. 836–842. – DOI 10.22616/ERDev2018.17.N135. – EDN YBMQRN.
3. Слободюк, А.П. Причины отказов рабочего органа дискатора / А.П. Слободюк, С.В. Стребков. – 2014. – № 4. – С. 26–33. – EDN SCSJRF.
4. Пастухов А.Г. 3D моделирование узлов технологического оборудования / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, И.Ш. Бережная // Достижения науки – агропромышленному производству: материалы LV международной научно-технической конференции / под ред. проф., д-ра с.-х. наук М. Ф. Юдина. – Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-уральский ГАУ, 2016. – Ч. IV. – С. 110–113.
5. Водолазская, Н.В. Структурный анализ сборки резьбовых соединений / Н.В. Водолазская // Research and Development in Mechanical Industry, Vrnjačka Banja, Yugoslavia, 01–04 сентября 2002 года. Том 1. – Vrnjačka Banja, Yugoslavia : High Technical Mechanical School, Yugoslavia, 2002. – С. 470–475. – EDN UVKNHN.
6. Бережная, И.Ш. Структурный анализ оборудования перерабатывающих предприятий / И.Ш. Бережная // 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. 300–304. – EDN YOPJUI.

## ПРИМЕНЕНИЕ БИОМИНЕРАЛЬНОГО ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЯХ

**Болотина М.Н., Голубев И.Г., Гольцяпин В.Я.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Московская обл., Россия

По всему миру ведутся разработки по поиску альтернативных источников энергии. К ним относятся: биотопливо, газомоторное топливо, водородное топливо, а также электричество.

Перспективным источником тепловой энергии, используемой в дизелях автотракторной техники, является биоминеральное топливо, получаемое смешиванием растительного масла и товарного минерального дизельного топлива (ДТ).

Большой объем исследований отечественных и зарубежных ученых связан с использованием биотоплива для сельскохозяйственной техники [1]. Среди видов биотоплива значимое место занимает биодизель – вид топлива на основе жиров растительного и животного происхождения. По техническим характеристикам он схож с обычным дизельным топливом, но менее токсичен, имеет более высокую температуру вспышки, что снижает вероятность случайного возгорания. Хорошие смазочные свойства биодизеля продлевают срок работы двигателя.

Перспективным источником тепловой энергии, используемой в дизелях автотракторной техники, является биоминеральное топливо, получаемое смешиванием растительного масла и товарного минерального дизельного топлива (ДТ).

Анализ показал, что биодобавки для смесового дизельного топлива могут быть произведены из более чем 50 видов масличных культур. Это позволяет подобрать для производства биотоплива масличную культуру, в наибольшей степени приспособленную к выращиванию в конкретном регионе. Для получения растительных масел в мире возделывают в основном сою, рапс и подсолнечник. Применительно к условиям Европейской части России перспективной масличной культурой считается рапс [2, 3].

Испытания дизелей на топливе с биодобавками растительного происхождения проводились российскими и зарубежными учеными. Исследовались различные смеси товарного дизельного топлива с растительными маслами, в том числе рапсовым, соевым, подсолнечным, редечным, сурепным, сафлоровым. При испытаниях дизелей на топливе с биодобавками растительного происхождения большинство отечественных и зарубежных ученых отмечали снижение их мощности и как следствие увеличение расхода топлива [4].

При замене дизельного топлива биодизельной смесью с рапсовым маслом (при соотношении в ней компонентов 1:1), по данным некоторых исследователей, существенно улучшились экологические показатели работы двигателя. Выбросы оксидов азота на номинальном режиме работы двигателя сократились на 15-20%, сажи – на 30-35, оксидов углерода и углеводородов – на 10-15%. Смесевое топливо с биодобавками можно заливать в бак в чистом виде и в качестве добавки к дизельному топливу (биодизельная смесь). Установлено, что

смесевое топливо с биодобавками имеет хорошие смазывающие свойства, чем выгодно отличается от дизельного.

В целом смесевое топливо с биодобавками улучшает экологические характеристики дизельных двигателей. Однако их использование в дизельных двигателях имеет и недостатки, в числе которых высокая вязкость смесевое топлива, полимеризация при хранении и сжигании топлива, кислотный состав, содержание свободных жирных кислот в топливе, загущение смазочного масла. В ряде организаций проводятся исследования для оценки эффективности использования многокомпонентного смесевое топлива для дизелей, в состав которого входит этиловый спирт [5, 6].

#### Список литературы

1. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Нагорнов С.А., Зазуля А.Н., Голубев И.Г. Использование биологических добавок в дизельное топливо – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 50 с.
2. Golubev I.G., Bolotina M.N., Golubev M.I., Vykov V.V. Use of coniferous bio additives for diesel fuel mixture. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture Сер. 3. 2021. С. 022015.
3. Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: сб. Матер. национал науч.-практ. конф. с междунар. участием. – 2023. – 279 с.
4. Нагорнов С.А., Зазуля А.Н., Мещерякова Ю.В., Федоренко В.Ф., Голубев И.Г. Тенденции развития технологий производства биодизельного топлива. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 172 с.
5. Голубев И.Г., Нагорнов С.А., Зазуля А.Н., Корнев А.Ю., Мишуров Н.П., Болотина М.Н. Эффективность работы дизельных двигателей тракторов на топливе с биодобавками растительного происхождения. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 80 с.
6. Новицкий, А.С. Комплексный критерий оценки эксплуатационных свойств моторных масел / А.С. Новицкий, Е.С. Батырев // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 53–55. – EDN ZWASUH.

## **СПОСОБЫ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

**Бондарев А.В., Титова И.И., Цыпкина И.В.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Повышение качества сельскохозяйственной техники, увеличение её долговечности и экономичности при эксплуатации являются важными народнохозяйственными задачами. Срок службы и надёжность работы техники в значительной мере зависят от стойкости против коррозионного разрушения [1].

Коррозия металлических деталей сельскохозяйственной техники в условиях эксплуатации имеет свои особенности. Прежде всего, скорость коррозионных процессов резко возрастает, так как они протекают практически всегда в присутствии воды. Водяная плёнка образуется как на наружных, металлических поверхностях, так и на внутренних стенках двигателей, агрегатов трансмиссии, топливопроводов и т.д. Образованию водной пленки способствует периодический характер эксплуатации техники, изменение атмосферных условий и т.п.

Основным способом предотвращения и борьбы с появившейся коррозией является применение защитных материалов, в состав которых входят ингибиторы коррозии различного типа. Ингибиторы, представляющие собой химические соединения, их смеси или технические продукты, которые при малых концентрациях в коррозионно-активной среде уменьшают коррозию или полностью её подавляют [2].

Ингибиторы коррозии металла – это вещества, которые добавляются в металлические материалы или их окружение, чтобы снизить скорость коррозии. Они являются эффективным способом защиты металла от воздействия внешних факторов, таких как кислотные условия, вода, соль и другие растворы [3].

Ингибиторы коррозии классифицируются в зависимости от их механизмов действия. Например, ингибиторы может быть пассивирующими, катодными, анодными и мешающими адсорбции.

Пассивирующие ингибиторы – это вещества, которые формируют защитную пленку на металлической поверхности, блокируя доступ кислорода или агрессивных веществ. Эти ингибиторы могут включать в себя алкалоиды, органические кислоты и анионы фосфора.

Катодные ингибиторы – это вещества, которые уменьшают скорость реакции на катодной части корродирующей системы. Они предотвращают развитие катодной реакции, которая приводит к дальнейшей коррозии металла. Эта группа ингибиторов включает в себя металлы, аммиак, серу и некоторые органические соединения.

Анодные ингибиторы – это вещества, которые уменьшают скорость реакции на анодной части корродирующей системы. Они помогают замедлить потерю металла и снизить скорость ржавления металла. Анодные ингибиторы включают в себя легкие металлы, хлориды и азиды.

Мешающие адсорбции ингибиторы – это вещества, которые блокируют адсорбцию коррозионных продуктов на поверхности металла. Они могут предотвращать дальнейшую коррозию и уменьшать скорость разрушения металла. Эта группа ингибиторов включает в себя стеараты и аммиачные сплавы.

Ингибиторы коррозии используются в различных отраслях, таких как нефтехимическая, электроэнергетическая, медицинская и другие. Они широко применяются для защиты металла от коррозии и обеспечения продолжительной работы оборудования.

Выделяют пассивные и активные антикоррозионные материалы. К пассивным средствам защиты относятся мастики для защиты днища кузова. От краски мастика отличается тем, что она готовится на битумной, каучуковой, смоляной основе, в ее состав могут входить графит, волокнистые вещества, масла. Пассивная защита бесполезна, если предварительно поверхность не была очищена от грязи и воды, в этом случае возникает электрохимическая коррозия.

Из активных препаратов защиты от коррозии следует назвать препараты типа «Мовиль», «Rust Stop» и пр. Они не только физически изолирует поверхность металла от воздуха и влаги, но благодаря содержащемуся в них ингибитору коррозии ведут активную борьбу с начавшимся ржавлением. Более того, он обладает большим поверхностным натяжением, благодаря чему попадает в узкие щели и даже способен вытеснять воду с поверхности.

Не стоит забывать и о ингибиторах коррозии.

Одним из перспективных направлений в машиностроении является использование в конструкции машин коррозионно-стойких и антикоррозионных материалов, таких как алюминий, оцинкованная сталь, различные пластмассы.

### Список литературы

1. Основы организации технического сервиса в агропромышленном комплексе : Учебник / И.Н. Кравченко, Ю.А. Кузнецов, А.В. Коломейченко [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2022. – 452 с. – (Бакалавриат и магистратура). – ISBN 978-5-406-08940-8. – EDN WHVHKI.
2. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 76 с. – EDN TXCLKE.
3. Новицкий, А.С. Комплексный критерий оценки эксплуатационных свойств моторных масел / А.С. Новицкий, Е.С. Батырев // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 53–55. – EDN ZWASUH.

## РЕМОНТ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ-740

Букат М.Г.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Возможные дефекты блока цилиндров двигателя КамАЗ-740:

- 1 – трещины водяной рубашки;
- 2 – места коробления поверхностей сопряжения плоскостей разъема блока цилиндров с головками цилиндров;
- 3 – поверхность деформации или износа посадочных гнезд под гильзы цилиндров;
- 4 – поверхность деформации или износа гнезд вкладышей коренных подшипников;
- 5 – поверхность износа втулок распределительного вала;
- 6 – гильза цилиндра.

Наиболее распространены такие дефекты головок цилиндров:

- обрыв шпилек крепления форсунок и стоек коромысел;
- ослабление посадок седел клапанов;
- износ фасок седел клапанов;
- кавитационный износ отверстий (втулок), через которые проходит охлаждающая жидкость.

Трещины на стенках водяной рубашки блока цилиндров заваривают. Клеевые композиции для заделки трещин на стенках водяной рубашки блока цилиндров при их капитальном ремонте не применяют, так как под влиянием высокого теплового режима двигателя прочность клеевого состава нарушается.

Для заделки трещин на стенках блока цилиндров двигателя клеевые композиции могут быть применены только на непродолжительный период работы двигателя.

Заварку трещин на стенках водяной рубашки могут производить без подогрева и с подогревом блока по правилам сварки деталей, изготовленных из чугуна. Заварку трещин блока без подогрева производят электродуговой сваркой постоянным током обратной полярности. В процессе заварки нельзя допускать нагрев [1].

Для предотвращения распространения трещины по поверхности водяной рубашки она на конце засверливается. Диаметр сверла 3...5 мм. Трещину после засверливания разделяют под углом 90...120° на 1/3 толщины стенки по всей длине трещины с помощью шлифовальной машинки. Заварку трещины производят обратноступенчатым способом. Сначала заваривают концы трещины. Для этого отступают от засверленных концов на 8...10 мм, накладывают небольшие участки швов по направлению к середине трещины. Далее трещину заваривают обратноступенчатым способом в любом удобном для сварщика направлении. После наложения каждого участка, сразу же после гашения дуги, шов следует проковать легкими ударами конусной части молотка. Очередной участок шва

накладывают после того, как металл в зоне сварки остынет ниже температуры 50...60°C. При сварке электрод наклоняют под углом 10...15° от вертикали в сторону направления сварки. При таком положении электрода лучше просматривается сварочная ванна и легче вести процесс [2].

При сварке чугуна длина дуги должна быть равна диаметру электрода. Чем короче длина дуги, тем меньше глубина провара, и, наоборот, с удлинением дуги возрастает напряжение тока, увеличивается глубина расплавленного металла, возрастают его объем и ширина шва. Это в свою очередь приводит к повышению температуры стенок блока цилиндров более 60°C и образованию трещин.

Заварку трещин могут производить в среде защитного газа (аргона) с применением полуавтомата А-547 или без него. Режимы заварки трещин при применении защитного газа (аргона): сила сварочного тока – 125-150 А; напряжение – 27-30 В. Давление аргона в зоне сварочной дуги 0,3-0,5 МПа; электродная проволока марки МНЖКТ; диаметр электродной проволоки 1,2 мм.

Заварку трещин без применения защитного газа производят электродами со специальной обмазкой, защищающей зону сварного шва от окисления при ее плавлении в виде оболочки.

Режимы заварки трещин без применения защитного газа: сила сварочного тока – 130 А; напряжение – 36 В; марка электродов: МНЧ-1, ОЗЧ-1, АНЧ-1, ЦЧ-3 или ЦЧ-4.

Изношенные отверстия (втулки) для прохода охлаждающей жидкости восстанавливают запрессовкой в расточенное отверстие бронзовых втулок.

После восстановления головки цилиндров подвергают испытаниям в соответствии с требованиями ТУ на сборку и испытания.

#### Список литературы

1. Патент на полезную модель № 198789 U1 Российская Федерация, МПК А01В 15/00. Устройство для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков : № 2019145408 : заявл. 26.12.2019 : опубл. 28.07.2020 / Н.Ф. Скурятин, А.С. Мацан, А.С. Новицкий [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN НВQLLW.

2. Соловьев, Е.В. Результаты расчетов режимов восстановления детали типа «полуось» вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2019 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 106–107. – EDN ВGSBAO.

## ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Овчинникова Н.И., Быкова М.А.**

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Россия

Проблема обеспечения безопасности труда комбайнеров, трактористов, водителей самосвалов и всех работников, участвующих в производственных процессах сельского хозяйства, остается актуальной и на сегодняшний день. Основными причинами травмирования аграрных производителей являются работы по устранению технических и технологических отказов, на которые приходится около трети от полного времени эксплуатации, будь то продолжительность рабочей смены или весь сезон [1-4].

На возникновение опасной ситуации при выполнении различных сельскохозяйственных технологических операций влияет большое разнообразие случайных факторов производственной среды, к которым относятся почвенно-климатические, техногенные, эргономические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, технические, управленческие, организационные и др. Все это указывает на то, что время работы до возникновения опасной ситуации является непрерывной случайной величиной, а поток опасных ситуаций является случайным процессом, что позволяет применять аппарат теории вероятностей для их описания и выявления закономерностей.

Приняв допущение о согласованности потока опасных ситуаций с пуассоновским [5], где интенсивность их возникновения постоянна, а за короткий промежуток времени они вообще не возникают, то вероятность появления  $k$  опасных ситуаций, влияющих на безопасность работ, за любой промежуток времени  $t$ , определится по формуле:

$$P_t(k) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

откуда математическое ожидание (среднее число) опасных ситуаций составит:

$$M(t) = \lambda t. \quad (2)$$

Суммарная продолжительность опасных ситуаций характеризуется математическим ожиданием:

$$M(\tau) = M(t) \bar{\tau}, \quad (3)$$

где  $\bar{\tau}$  – средняя время длительности опасной ситуации.

Вероятность отсутствия опасной ситуации (вероятность безопасной работы,  $P$ ) для одного работника, на основании следствия из теоремы сложения вероятностей, может быть найдена по формуле:

$$P = 1 - \frac{M(\tau)}{t} \quad (4)$$

Для большего числа участников сельскохозяйственного производственного процесса  $n$ , согласно теореме умножения вероятностей, она запишется

$$P = \left(1 - \frac{M(\tau)}{t}\right)^n \quad (5)$$

Формулы (1) – (5) могут служить оценочными показателями безопасности труда, параметры  $\lambda, t, \bar{\tau}$  легко определяются по статистическому эксперименту в полевых условиях. Учитывая, что опасная производственная ситуация – реальное событие, которое определено своим началом и окончанием, то оно может быть зафиксировано хронометражным методом или киносъемкой. Точные инструменты для проведения хронометража, квалифицированные исполнители, точная формулировка задач эксперимента обеспечат достоверность статистических данных, а значит корректность полученных результатов.

Предлагаемая методика позволяет провести количественную оценку такого качественного показателя как «безопасность труда», разработать мероприятия по повышению его уровня на сельскохозяйственных машинах различной конструкции и назначения. Совершенствование охраны труда в сельском хозяйстве должно осуществляться за счет замены устаревшей мобильной техники и оборудования, модернизации человеческого труда, внедрения инновационных технологий и методов цифровизации [6].

#### Список литературы

1. Медведева Ж.В., Пожаров В.Л. Оценка и обеспечение безопасности труда для трактористов-машинистов в сельском хозяйстве // Материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь». Том 1. Часть 2. Барнаул. 2022. С. 209–212.
2. Шкрабак Р.В., Шкрабак В.С., Иванов А.А., Шкрабак Р.Р. Мобильная сельскохозяйственная техника: источники травматизма и пути их устранения // Аграрный научный журнал. № 1. 2022. С. 93–96.
3. Воронова И.А. Техника безопасности при проведении полевых сельскохозяйственных работ // Сборник статей XX Международной научно-практической конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности». Пенза. 2020. С. 46–49.
4. Овчинникова Н.И., Косарева А.В. Композиционный метод оценки времени между отказами сельскохозяйственной уборочно-транспортной системы // Вестник ИрГТУ, т. 22, № 10. 2018. С. 46–55.
5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебник для вузов. – М. : Изд.-во Юрайт. – 2022. – 479 с.
6. Скрипина И.И., Семернина М.А., Скрипин А.А. Применение цифровых прикладных решений в агропромышленном комплексе // Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. Изд-во БелГАУ им. В.Я. Горина. 2022. – С. 287–291.

## **НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ ОБОРУДОВАНИЯ**

**Водолазская Н.В.**

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

На современном этапе развития отечественного производства одной из важнейших экономических и политических задач является решение проблемы совершенствования технической базы по обслуживанию и ремонту оборудования агропромышленного комплекса [1-4]. Необходимость решения таких задач возникает в связи с возникающими неисправностями и отказами в процессе эксплуатации данного оборудования [5-9]. При этом для улучшения его работоспособности требуются частые ремонтно-восстановительные вмешательства по модернизации элементов оборудования, что влечет за собой проведение неоднократных операций разборки-сборки узлов машин, в частности, резьбовых соединений, трудоемкость которых составляет 25-40% от общей трудоемкости сборочных работ [10]. Следовательно, перспективным направлением совершенствования технической базы является разработка и применение инновационных технологий и выбор рациональных параметров сборочной оснастки. В настоящее время разработано значительное количество оснастки, в частности гайковертов, которые отличаются конструктивными признаками и принципом действия. Например, редкоударные гайковёрты характеризуются стабильной энергией единичного удара, передаваемой в резьбовое соединение, и позволяют осуществлять контроль затяжки по количеству ударов для резьбовых соединений с различными диапазонами нагружения и условиями трения в резьбе и на торце гайки [11].

На основании полученных ранее [12] уравнений энергетического баланса технологической системы «редкоударный гайковёрт - резьбовое соединение» для резьбовых соединений, в которых момент трения в резьбе превышает момент трения на торце гайки, была установлена аналитическая зависимость, позволяющая определить момент затяжки резьбового соединения после каждого удара гайковерта. Однако в этих исследованиях при проведении анализа напряженного состояния не приведены достаточные обоснования степени деформации элементов системы в каждом из периодов движения гайки. Напряженное состояние элементов резьбового соединения было рассмотрено только для случая, когда момент трения в резьбе больше момента трения на торце гайки. Для расширения диапазона нагружения элементов технологической сборочной системы с учетом их деформации был исследован случай, когда параметры трения на торце гайки превышают соответствующие параметры трения в резьбе. Проведенные расчеты позволили снять ограничения на область применения аналитической зависимости момента затяжки от числа ударов гайковёрта.

Подводя итоги вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

- проведенный анализ процессов, происходящих в исследуемой технологической сборочной системе, позволяет учитывать параметры трения, влияющие на характер ее нагружения, для резьбовых соединений с превышающим моментом трения на торце гайки над моментом трения в резьбе;

- в конечном результате проведенные расчеты способствуют совершенствованию технической базы по обслуживанию и ремонту соответствующего оборудования.

### Список литературы

1. Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК / Ю.А. Ушаков, В.Ю. Бибарсов, М.А. Абдуллин, Н.Ф. Кокарев // Матер. междунар. науч.-практ. конф., 2017. С. 73–79.

2. Обеспечение надежности машин в процессе производства, эксплуатации и ремонта / А.В. Захарин, Р.В. Павлюк, Е.В. Зубенко и др. // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. – Белгород, 2018. – С. 239–243.

3. Жилияков Д.И. Анализ эффективности и направления совершенствования государственной поддержки аграрных предприятий // Инновации в АПК: проблемы и перспективы, 2020. № 1 (25). С. 137–146.

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

5. Кондрахин В.П., Арефьев Е.М., Хиценко Н.В. Оценка влияния виброочистки на срок службы конвейерной ленты // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2012. № 57. С. 292–295.

6. Vodolazskaya N.V., Sharaya O.A. Wear resistance of cast iron parts due to modification of surface layer // Journal of Advanced Research in Technical Science – Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP, 2020. Issue 18. P. 33–36.

7. Слободюк А.П., Стребков С.В. Причины отказов рабочего органа дискатора // Научное обозрение, 2014. № 4. С. 26–33.

8. Павлюк Р.В., Лебедев А.Т. Влияние способа устранения отказов на время восстановления работоспособности зерноуборочных комбайнов // Актуальные проблемы научно-технического процесса в АПК: матер. V междунар. агропром. выставки «Агроуниверсал-2010». – Ставрополь : «АГРУС», 2010. – С. 185–190.

9. Пузь А.В., Бережная И.Ш. Обеспечение надежности оборудования перерабатывающих предприятий // Горинские чтения. – Белгород, 2021. – С. 127.

10. Водолазская Н.В. Комплексный анализ трудоемкости механосборочных работ // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. Вып. 15. – Донецк : ДонГТУ, 2001. – С. 47–53.

11. Водолазская Н.В., Искрицкий В.М., Водолазская Е.Г. Сборка резьбовых соединений. Проблемы и перспективы совершенствования технологии сборочных процессов: монография. – Краматорск : ДГМА, 2014. – 192 с.

12. Водолазская Н.В. Расширение диапазона нагружения элементов технологической сборочной системы // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2023. № 1. С. 7–11.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА

Гужин И.Н., Приказчиков М.С.

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Самарская область,  
г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

Сельское хозяйство является одним из основных потребителей топлива и смазочных масел. Актуальным для потребителей остается вопрос качества поставляемых сельхозтоваропроизводителям нефтепродуктов [1]. Для бензина одним из основных показателей качества является испаряемость, влияющая на полноту сгорания топливовоздушной смеси, мощностные, экономические, экологические показатели работы двигателя [2]. Требования к испаряемости бензинов установлены ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» (далее ГОСТ 32519-2013). Испаряемость характеризуется в том числе фракционным составом.

По фракционному составу можно сделать заключение о пусковых свойствах бензина, полноте сгорания бензина и нагарообразованию, о наличии в бензине легкокипящих газовых фракций.

Для анализа фракционного состава были взяты средние пробы бензина марки АИ-92 с пяти автозаправочных станций Самарской области.

Фракционный состав определяли согласно ГОСТ 2177-99 «Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава» (далее ГОСТ 2177-99). Сущность испытания заключается в перегонке 100 см<sup>3</sup> бензина и проведении наблюдений за температурой выкипания отдельных фракций бензина.

Для проведения испытаний применялся аппарат АРНС-1Э.

Испытуемую пробу автомобильного бензина нагревали в колбе с таким расчетом, чтобы время от начала нагрева до температуры начала кипения составляло 5-10 мин, средняя скорость перегонки отгона до 90 см<sup>3</sup> составляла 4-5 см<sup>3</sup>/мин, время перегонки от 90 см<sup>3</sup> отгона до конца кипения составляло 2-5 мин. Фиксировали температуру, кратную 10% отгона от 10% до 90% включительно, а также температуру конца кипения как максимальную температуру испытания пробы бензина. Неиспарившийся объем жидкости на дне колбы (измеренный мерным цилиндром вместимостью 10 см<sup>3</sup>) принимали за остаток в колбе. Процент потерь определяли как разницу 100 и суммы отгона в мерном цилиндре и остатка в колбе.

При проведении опытов было выявлено противоречие между методикой ГОСТ 2177-99 и требованиями к автомобильным бензинам ГОСТ 32513-2013 заключающееся в том, что по методике исследований анализируются значения показателей температуры выкипания фракций при 10%-90% с шагом 10%, а в требованиях приведены значения по объему испарившегося бензина при 70°C, 100°C, 150°C.

Поэтому для соотнесения результатов опыта с требованиями стандарта разработана методика определения объемных долей испарившегося бензина (%) при температурах 70°C, 100°C, 150°C графическим способом.

Сравнивая значения испытываемых проб бензина со стандартными значениями, можно отметить следующее:

- по показателю «объемная доля испарившегося бензина, %, при температуре 70°C» одна проба из пяти не соответствует стандарту;
- по показателю «объемная доля испарившегося бензина, %, при температурах 100°C, 150°C» все пробы бензина соответствуют ГОСТ 32513-2013;
- по показателям «конец кипения, °C», «объемная доля остатка в колбе, %, не более», все пробы бензина соответствуют стандарту;
- дополнительно можно отметить, что по показателю «потери» (стандартом не нормируется) одна проба имеет самое большое значение – 28,9%; что может приводить к образованию паровых пробок в топливной системе и повышенным потерям на испарение.

Таким образом, исследования фракционного состава бензинов некоторых АЗС Самарской области показали, что в основном, качество автомобильных бензинов соответствует ГОСТ, однако встречается топливо с несоответствиями по фракционному составу.

#### Список литературы

1. Володько О.С., Быченин А.П., Ерзамаев М.П., Уханова Ю.В. Адаптация автотракторного дизеля к работе на соево-минеральном топливе // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 36–43.
2. Романченко М.И., Пастухов А.Г. Научно-прикладные основы оценки эксплуатационного расхода топлива транспортных средств : монография. Майский : Издательство: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. 122 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ЩЕЛОЧНОГО ЧИСЛА РАБОТАЮЩЕГО МОТОРНОГО МАСЛА

Гужин И.Н., Приказчиков М.С., Сазонов Д.С.  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Самарская область, г. Кинель,  
п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

В процессе эксплуатации качественные показатели моторного масла снижаются, с чем связана необходимость его замены. Как правило, замена масла проводится в качестве операции периодического технического обслуживания.

Для обеспечения требуемых значений эксплуатационных показателей в базовое моторное масло вводятся присадки. В современных маслах их доля может достигать 20-30%.

Одним из важных показателей моторного масла является щелочное число. Оно характеризует общее количество присадки, содержащейся в масле, способность масла нейтрализовывать кислоты, накапливающиеся в масле в процессе работы. Также щелочное число характеризует моюще-диспергирующие свойства моторного масла.

Одной из причин необходимой замены моторного масла является снижение щелочного числа, что ведет к увеличению количества отложений в двигателе.

В Самарском ГАУ проведено исследование динамики изменения щелочного числа масла, работающего в двигателе.

Для определения щелочного числа использовался индикатор из комплекта лаборатории ПЛАМ-1 (портативная лаборатория масла и топлива).

Особенность методики измерения состоит в том, что необходимо для каждого проверяемого масла строить отдельные графики зависимости щелочного числа от давления в индикаторе. Графики строились следующим образом. Для проверяемого свежего масла определяли давление, из нормативной документации на моторное масло принимали значение щелочного числа, и на основании этих данных строили графики.

Испытывались следующие масла: Топ Тес 4100 с вязкостью SAE 5W-40, Optimal Synth с вязкостью 5W-40 производства компании LIQUI MOLY, G-Energy Synthetic Long Life с вязкостью 10W-40 производства компании Газпромнефть. Автомобили, эксплуатируемые на данных маслах: Шкода Октавия (пробег на момент замены масла 131200 км, предшествующее моторное масло G-Energy Synthetic Premium с вязкостью 5W-40), Ниссан Х-Трейл (пробег на момент замены масла 137000 км, предшествующее моторное масло Optimal Synth с вязкостью 5W-40), Рено Символ пробег на момент замены масла 230000 км, предшествующее моторное масло Elf EVOLUTION 900 SXR с вязкостью 5W-30. Условия эксплуатации автомобилей – смешанный цикл (50% городская езда, 50% езда по загородной трассе).

Определены значения щелочного числа свежих масел и масел после пробега автомобилем 5000 км.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

У масла Top Tec 4100 5W-40 за исследуемый пробег незначительно снизились эксплуатационные показатели. Щелочное число снизилось с 7,5 до 7,0 единиц (на 0,5 единиц или 6,7%).

У масла Optimal Synth 5W-40 за исследуемый пробег щелочное число снизилось с 10,5 до 1,5 единиц (на 3,0 единицы или 28,6%). Несмотря на большее снижение значения показателей масла Optimal Synth, критические (требующие замены масла) значения не достигнуты.

У масла G-Energy Synthetic Long Life за исследуемый пробег щелочное число снизилось с 11,6 до 10,0 единиц (на 1,6 единиц или 13,8%).

Общий вывод: проверяемые моторные масла при пробеге 5000 км снизили значения показателей качества в допустимых пределах и могут быть использованы в дальнейшей эксплуатации.

#### Список литературы

1. Приказчиков М.С. Исследование трибологических свойств минерально-растительной смазочной композиции // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 72–75.

2. Новицкий, А.С. Комплексный критерий оценки эксплуатационных свойств моторных масел / А.С. Новицкий, Е.С. Батырев // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 53–55. – EDN ZWASUH.

## МАСЛООБМЕН В СИСТЕМЕ СМАЗКИ ДВС

Додонов Д.А., Молочников Д.Е.

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

Моторное масло является неотъемлемой частью современных двигателей внутреннего сгорания. Масло находится в непосредственном контакте со многими деталями двигателя и несет в себе информацию о техническом состоянии двигателя. При эксплуатации ДВС очень важно знать параметры системы смазки. Они могут быть статическими и динамическими.

Согласно уравнению маслообмена [1, 2]

$$G_m + KW_\phi \cdot q_\phi = W_\phi \cdot q_k, \quad (1)$$

где  $G_m$  – количество примесей, поступающих с маслом из двигателя, г/ч;

$K$  – доля производительности фильтра;

$W_\phi$  – производительность фильтра, л/час;

$q_\phi$  – концентрация примесей в масле после фильтра;

$q_k$  – концентрация примесей в масле картера, г/л.

В процессе работы двигателя масло загрязняется продуктами окисления и разложения самого масла и топлива, а также посторонними примесями (минеральной и металлической пылью). Вследствие этого ухудшаются его смазывающие и эксплуатационные свойства.

Общий вид баланса загрязнения фильтра масла механическими примесями выглядит следующим образом:

$$G_m = W_\phi (q_k - Kq_\phi) \leq G_\phi, \quad (2)$$

где  $G_\phi$  – скорость засорения фильтра, г/час.

Несмотря на многообразие конструкций системы смазки двигателей, баланс циркуляции примесей имеет общую структуру. Однако количество составляющих в балансе может быть различным в зависимости от схемы системы смазки.

К статистическим параметрам в ДВС относятся емкость картера, продолжительность и кратность маслообмена в системе смазки и картере [3, 4]. При проектировании ДВС расчетами и экспериментальным путем выбирается емкость картера. Емкость картера оказывает существенное влияние на технико-экономические показатели двигателя, и особенно на тепловой режим.

В эксплуатационных условиях производится доливка масла в двигатель, и, следовательно, продолжительность маслообмена может быть выражена через скорость долива масла в картер:

$$t_p = \frac{V_k}{W_\phi} \text{ или } t_p = \frac{V_k}{\theta}, \quad (3)$$

где  $W_\phi$  – скорость долива масла в картер, л/час;

$\theta$  – доля расхода масла на единицу расхода топлива, л/кг, т.

Кроме того, кратность маслообмена при известной скорости долива масла выразится уравнением:

$$K_p = \frac{W_d}{V_k}. \quad (4)$$

Динамические показатели системы смазки оказывают существенное влияние на работоспособность двигателя.

Концентрация примесей в картере постоянно увеличивается, и ее можно выразить исходя из баланса в следующем виде :

$$q_k = \frac{G_m + KW_\phi \cdot q_\phi}{W_\phi}. \quad (5)$$

Количество загрязнений, оседаемых в фильтре в единицу времени, даже для одной марки двигателя может существенно отличаться в зависимости от условий эксплуатации.

Коэффициент очистки масла можно определить:

$$\eta_{ом} = \frac{q_d - q_n}{q_d}. \quad (6)$$

Общий коэффициент качества масла выражается неравенством:

$$\eta_{ок} \leq \frac{q_{фк}}{q_{нк}} + \frac{q_{фщ}}{q_{нщ}} + \frac{q_{фм}}{q_{нм}} \leq 1, \quad (7)$$

где  $q_{фк}$ ;  $q_{фщ}$ ;  $q_{фм}$  – фактическая концентрация кислот, щелочей и примесей в масле, г/л;

$q_{нк}$ ;  $q_{нщ}$ ;  $q_{нм}$  – допустимая концентрация кислот, щелочей и примесей в масле, г/л.

Коэффициент неравномерности расхода масла имеет вид:

$$\eta_n = \frac{q_{max} - q_{min}}{q_{max}}, \quad (8)$$

где  $q_{max}$ ;  $q_{min}$  – максимальный и минимальный расход масла, л.

Коэффициент расхода масла равен:

$$\eta_n = \frac{q_{min}}{q_{max}}. \quad (9)$$

Таким образом, на основании проведенного анализа и предложенных расчетных выражений имеется возможность производить статическую и динамическую оценку работы масла в двигателе.

### Список литературы

1. 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.
2. Молочников, Д.Е. Влияние качества топлива на техническое состояние двигателя / Д.Е. Молочников // Материалы Международной научно-практической конференции. – Ульяновск : Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2006. – С. 182–186.
3. Угрюмов, Ю.Ю. Совершенствование процесса технического обслуживания мобильной техники / Ю.Ю. Угрюмов, А.В. Бондарев // Горинские чтения. Том 3. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 158.
4. Бондарев, А.В. Некоторые результаты расчета параметров способа восстановления детали / А.В. Бондарев, Д.А. Пластинин // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке. – Майский : Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, 2021. – С. 67–71.

## ОЦЕНКА СВОЙСТВ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

**Жильцов С.Н., Черкашин Н.А., Артамонов Е.И.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

От качества охлаждающей жидкости (ОЖ) во многом зависит эффективность функционирования двигателя и долговечность, как отдельных элементов системы охлаждения, так и двигателя в целом.

Охлаждающая жидкость, содержащая в своем составе некачественные компоненты, способствует образованию отложений, ускорению коррозионных процессов, что в итоге приводит к снижению эффективности теплоотвода от деталей двигателя [1]. Результатом этого может являться ускоренное изнашивание пар трения и преждевременное старение смазочных материалов. Необходимо отметить, что в процессе эксплуатации происходит изменение и свойств ОЖ, что будет усугублять данные негативные воздействия [2, 3].

Для оценки качественных характеристик ОЖ, в том числе и температуры кристаллизации, в России действуют стандарты, которые устанавливают нормы и требования к охлаждающим жидкостям, и регламентируют методы определения качественных характеристик. Также существует ряд международных стандартов ASTM D имеющие такие же предназначения.

С температурой кристаллизации ОЖ связана такая характеристика как плотность. Этот показатель обычно служит для оценки процентного содержания концентрата антифриза в водном растворе.

Для оценки данных характеристик существует несколько способов. Это общепринятые методы (лабораторные). Температуру начала кристаллизации и плотность охлаждающих жидкостей определяют согласно ГОСТ 33591-2015, а также стандартам ASTM D1177, ASTM D 6660, ASTM D 1122, ASTM D 5931.

Наряду с регламентированными способами широко применяется и показатель преломления, который является оптической характеристикой прозрачной среды, в нашем случае, охлаждающей жидкости (ОЖ). В отечественных ГОСТах, равно как и зарубежных стандартах, эта характеристика не встречается. Однако в спецификациях многих иностранных производителей антифризов и автомобильной техники эта характеристика является одним из элементов контроля свойств ОЖ. Она обозначается как Refractive Index, или RA.

В настоящее время, как в лабораториях, так и в производственных условиях для определения температуры кристаллизации охлаждающих жидкостей применяют рефрактометры. Измеренный показатель преломления пересчитывается в температуру кристаллизации или в концентрацию этиленгликоля.

Для оценки точности показаний плотности ОЖ и температуры её кристаллизации, полученных регламентированными способами и с использованием рефрактометра, а также возможного изменения данных показателей в процессе эксплуатации были проведены ряд исследований [4].

На первом этапе оценивалось соответствие заявленных характеристик действительным. Для оценки были выбраны ОЖ, используемые в двигателях сельскохозяйственных тракторов зарубежного производства – John Deere 6 серии – Cool-Gard II. Оценивались такие показатели, как плотность и температура начала кристаллизации. Показатели оценивались непосредственным методом по методике согласно ГОСТ 28084–89 и косвенным методом с использованием рефрактометра по показателю преломления ОЖ.

Результаты показали, что плотность не значительно отличается от заявленных характеристик, а температура начала кристаллизации находится в заявленных пределах.

Результаты исследований по оценке изменения данных характеристик в процессе эксплуатации показали, что с увеличением наработки изменяются как плотность, так и температура начала кристаллизации. Плотность охлаждающей жидкости увеличивается, а температура начала кристаллизации понижается. В нашем случае плотность повысилась с 1,071 г/см<sup>3</sup> до 1,078 г/см<sup>3</sup>, температура начала кристаллизации снизилась с -39°С до -49, что составило 7% и 25% соответственно. Расхождение в показаниях, полученных непосредственными и косвенными способами, находится в допустимых пределах.

Такое изменение характеристик обусловлено снижением концентрации воды в ОЖ вследствие её испарения. Повышение плотности ОЖ также приводит к увеличению вязкости, что в свою очередь может оказывать влияние на нагрузочные режимы работы помпы системы охлаждения и скорости циркуляции охлаждающей жидкости.

#### Список литературы

1. Стребков С.В., Слободюк А.П., Бондарев А.В. Восстановление работоспособности алюминиевых радиаторов системы охлаждения // Инновационные технологии на автомобильном транспорте. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Воронеж, 2021. – С. 92–97.
2. Уразгалеев Т.К., Остриков В.В., Коваленко В.П., Ширванов Р.Б., Нагорнов С.А., Прохоренков В.Д., Зазуля А.Н., Уханов А.П., Сафаров К.У., Булавин С.А., Стребков С.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. Уральск, 2011.
3. Ерзамаев, М.П., Сазонов, Д.С. Исследование коррозионной активности охлаждающих жидкостей // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Кинель. 2020. С. 373–376.
4. Жильцов, С.Н., Сазонов Д.С., Ерзамаев, М.П., Барханский, Н.Ю. Сравнительные исследования качества автомобильных низкотемпературных охлаждающих жидкостей // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Кинель. 2018. С. 600–603.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРАБОТКИ ПАР ТРЕНИЯ

**Жильцов С.Н., Черкашин Н.А., Артамонов Е.И.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Обкатка двигателя является обязательной, заключительной операцией технологического процесса капитального ремонта. Отсутствие данной технологической операции или выполнение её ненадлежащим образом приводит к значительному снижению ресурса. В процессе обкатки происходит комплексная приработка пар трения в условиях приближенных к эксплуатационным. Основная цель – получение в процессе приработки оптимальной микрогеометрии поверхностей при минимальном их износе. Достижение данной цели способствует повышению долговечности двигателя и увеличению его ресурса [1].

Анализ литературы [2, 3, 4] показывает, что существует ряд способов повышения эффективности приработки пар трения, в том числе и применением специальных смазочных композиций, содержащие в своем составе дополнительные присадки.

Исследования, проводимые различными учеными, показали, что значительный эффект возникает при использовании присадок содержащих в своём составе различные ПАВ [5].

Для оценки эффективности действия подобных присадок проведены сравнительные исследования на универсальном трибометре.

Для проведения исследований изготавливались образцы для имитации пары трения сталь-чугун. Рабочие поверхности образцы подвергались механической обработке для придания определенной шероховатости.

Основными показателями, характеризующими эффективность применения смазочной композиции, является износ образцов за период испытаний и шероховатость поверхностей трения. В ходе исследований так же оценивались и другие трибологические характеристики – момент трения и температура в зоне контакта. Проводились исследования следующих смазочных композиций:

1. Масло моторное М10-Г2К+присадка «ER»; 2. Масло моторное М10-Г2К+присадка «LM»; 3. Масло моторное М10-Г2К+присадка «Супротек». В качестве базы для смазочной композиции применялось моторное масло М10-Г2К, которое рекомендуется использовать при обкатке отечественных дизелей.

Концентрация присадки соответствовала рекомендациям производителя. Стоит отметить, что данные виды присадок относятся к разным типам, имеют различный механизм действия, предназначены для использования в условиях рядовой эксплуатации и у них отсутствуют рекомендации по их применению для приработки поверхностей в процессе обкатки отремонтированных двигателей.

Для эксперимента, с учетом результатов расчетов и возможностей трибометра приняты следующие режимы испытаний: 1. Нагрузка – 450 Н; 2. Частота вращения – 1220 мин<sup>-1</sup>; 3. Время – 40 мин.

Оценка трибологических характеристик, момента трения и температуры в зоне трения, для исследуемых композиций, показала динамику снижения данных характеристик по сравнению с базовым маслом. Однако характер динамики изменения момента трения и температуры для различных типов присадок указывает на различные процессы, происходящие в период приработки. Наибольшая эффективность по данным показателям у смазочной композиций с присадкой «ER».

В результате сравнительных износных испытаний установлено, что все смазочные композиции, включающие в себя присадки, в той или иной степени обладают противоизносными свойствами.

Снижение величины износа по сравнению с базовым маслом составило: 1. Масло моторное М10-Г2К + «ER» – 44,1%, 2. Масло моторное М10-Г2К + «LM» – 10,88%, 3. Масло моторное М10-Г2К + «Супротек» – 21,13%.

Если сравнивать трибологические характеристики, можно отметить, что снижение момента трения для смазочной композиции, включающей присадку «ER», составило 19,2%, а температура в зоне контакта при использовании присадки «ER» снизилась на 12,6%. Результаты исследований показывают, что более качественная поверхность по параметрам шероховатости также получена при использовании данной смазочной композиции.

#### Список литературы

1. Шарымов О.В., Галенко И.Ю., Жильцов С.Н. Увеличение послеремонтного ресурса двигателей // Сельский механизатор. 2014. № 10. С. 32–33.
2. Стребков С.В. Трибологический принцип повышения долговечности // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке. Материалы Национальной научно-практической конференции. Майский, 2021. – С. 109–112.
3. Стребков С.В., Ветров В.П. Предпосылки увеличения межремонтного ресурса двигателей внутреннего сгорания трибологическими методами // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах. 2020. – С. 77–78.
4. Володько О.С., Быченин А.П. Влияние реметаллизантов на напряженность работы масла в коробках передач // Механизация и автоматизация строительства. Самарский государственный технический университет. Самара, 2020. – С. 187–190.
5. Жильцов С.Н., Черкашин Н.А. Результаты исследований смазочных композиций для приработки пар трения // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2018. – С. 372–376.

## КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ

Зорина Г.А., Молочников Д.Е.

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

Для хранения нефти и нефтепродуктов применяют вертикальные цилиндрические стальные и железобетонные резервуары объемом от 100 до 50000 м<sup>3</sup>. Резервуарные конструкции – это потенциально опасные объекты, обеспечение надежности которых нужно осуществлять на всех стадиях их жизненного цикла: проектирование, строительство и эксплуатация. В настоящее время отсутствуют эффективные инженерные методики расчета надежности резервуаров по критерию прочности на стадии проектирования.

Кривизну изменения потенциальной энергии стенки резервуара можно представить как балку защемленной с одного конца и нагруженной с другого.

Перемещение кривизны при заданном числе циклов нагружения  $AA$  по направлению, перпендикулярному оси кривизны характеризует развитие микротрещин. Угол  $\varphi$ , на который повернется кривизна в зависимости от количества циклов нагружения, характеризует снижение внутреннего трения металла межкристаллической решетки [1-3].

Измерение направления касательной к кривой выражено уравнением

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M_z}{EJ_z}, \quad (1)$$

где  $\rho$  – радиус кривизны;  $M_z$  – момент внутренних сил относительно нейтральной оси;  $E$  – модуль упругости металла;  $J_z$  – момент инерции элемента поперечно сечения стенки резервуара, связывающий кривизну с изгибающим моментом и жесткостью сечения при изгибе.

Если в принятой системе координат знаки  $y''$  и  $M_z$  не совпадают, то уравнение (3) имеет вид

$$EJ_z y'' = -M_z \quad (2)$$

Вычисление углов  $\varphi$  поворота значений  $A_T$  и прогибов ( $y$ ) точек кривой производим интегрирования уравнения (2) с учетом условий закрепления (граничных условий).

Определим, прогиб и угол поворота кривой, нагруженного силой  $F$ . С учетом правила знаков, изгибающий момент в сечении ( $x$ ) [4]

$$M_z(x) = F(1-x), \quad (3)$$

Тогда уравнение (3) примет вид:

$$EJ_z y'' = F(1-x). \quad (4)$$

Принимая, что жесткость сечения постоянна и интегрируя полученное уравнение, выражение будет иметь вид:

$$EJ_z y' = Flx - Fx^2/2 + C_1. \quad (5)$$

Повторяя интегрирование, найдем

$$EJ_z y = Fx^2/2 - Fx^3/6 + C_1x + C_2. \quad (6)$$

Произвольные постоянные  $C_1$  и  $C_2$  определим из известных граничных условий. При  $x=0$  в (заделке), начале отсчета координат  $y'=0$  и  $y=0$  с учетом этих условий  $C_1=0$  и  $C_2=0$  [4, 5].

Угол поворота кривизны, в которой действует сосредоточенный изгибающий момент

$$\varphi_i = \frac{\partial J_p}{\partial M_i} = \int_0^l \frac{M_z(x) dx}{EJ_z} \frac{\partial M_z(x)}{\partial M_i} \quad (7)$$

Определим прогиб консоли, нагруженной на конце силой  $F$ .

Изгибающий момент на расстоянии  $x$  от начала координат

$$M_z(x) = F(l-x), \quad (8)$$

производная от момента по силе

$$\frac{\partial M_z(x)}{\partial F} = l - x \quad (9)$$

Наклон конца кривизны находим

$$y = \int_0^l \frac{F(l-x)^2}{EJ_z} dx = \frac{Fl^3}{3EJ_z} \quad (10)$$

Описанный способ позволяет определить перемещения в точках приложения сил. Возможности способа и круг решаемых задач можно расширить, если в рассчитываемой точке кривизны мысленно приложить дополнительную силу  $F_g$  в интересующем нас направлении (или дополнительный момент  $M_g$ ).

#### Список литературы

1. 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.
2. Повышение долговечности емкостей для перевозки нефтепродуктов автомобильным транспортом увеличением их жесткости при ремонте / С.А. Яковлев, Д.Е. Молочников // Ремонт. Восстановление. Модернизация. № 2, 2019. С. 46–48.
3. Угрюмов, Ю.Ю. Совершенствование процесса технического обслуживания мобильной техники / Ю.Ю. Угрюмов, А.В. Бондарев // Горинские чтения: Том 3. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 158.
4. Прогнозирование ресурса вертикальных резервуаров / Д.Е. Молочников, С.А. Яковлев, С.В. Голубев, Сотников М.В., Козловский Ю.В. // Достижения техники и технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, 15 ноября 2018. – Ульяновск : Ульяновский ГАУ, 2018. – С. 309–313.
5. Бондарев, А.В. Некоторые результаты расчета параметров способа восстановления детали / А.В. Бондарев, Д.А. Пластинин // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке. – Майский : Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, 2021. – С. 67–71.

## РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ НОЖЕЙ КОРМОСМЕСИТЕЛЯ

**Кадин И.Н., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В настоящее время любое современное хозяйство, желающее получить высокие результаты в животноводстве, должно не только создать оптимальные условия при организации скотомест и обзавестись племенным стадом, но и активно развивать кормовую базу вкупе с внедрением современных агрегатов для заготовки и создания кормосмесей.

Ножи в кормосмесителе используются для измельчения кормовых компонентов рациона, в частности грубых кормов. Также они способствуют качественному смешиванию кормовой массы. Если на кормовом столе в кормовой массе наблюдается замятый и/или плохо измельченный грубый корм и одновременно выборочное поедание – это верный признак того, что ножи кормосмесителя требуют замены.

Износ ножей кормосмесителя напрямую влияет на экономику предприятия[1]:

1. Плохо измельчается грубый корм, точнее, просто мнется, а не режется, вследствие чего не достигается желаемая гомогенность кормовой массы.

2. Увеличивается время смешивания (работы агрегата), из-за чего происходит перерасход ГСМ, дополнительно изнашивается оборудование, увеличиваются затраты человека-часов.

3. Плохо измельченный и смешанный рацион попадает на кормовой стол – отмечается сортировка корма, вследствие чего у коров может возникнуть ацидоз, снизятся показатель жирности молока и валовый надой.

Нож является сменной частью рабочего органа кормосмесителя. Он установлен на вертикальном коническом шнеке и предназначен для измельчения и перемешивания грубых составляющих корма. Для снижения эксплуатационных затрат сельхозтоваропроизводители в целях экономии используют взамен изношенных деталей не оригинальные, а более дешевые аналоги.

Основным способом в совершенствовании средств механизации для производства кормов является разработка и создание энергосберегающих высокоэффективных измельчающих машин с модернизированными рабочими органами [2, 3].

Ухудшение качества измельчения происходит при нарушении геометрии рабочей кромки ножа, на что на прямую влияет абразивное изнашивание. Поскольку параметр предельного состояния – угол заточки, то процесс изнашивания определяется по замеру линейных размеров от начальной точки – отверстия крепления до характерных точек – вершин зубьев.

Среди всех видов термических или химико-термических методов обработки металлов и их сплавов следует отдать предпочтение электроискровой обработке металла.

Электроискровая обработка металла происходит в жидком изоляторе, диэлектрике. Под действием такого импульса на металлические изделия поверхность металла получает нагрев в определенных точках. Вследствие чего металл начинает нагреваться, плавиться и испаряться [4].

Проверку прочности ножей после электроискровой обработки различными материалами предлагаем проводить в предложенном приспособлении.

Горизонтально расположенную бочку с регулируемым дренажным отверстием для заполнения кормосмесью либо другим абразивным материалом (песок) крепим через подшипниковые узлы на вал с установленными экспериментальными ножами в трех точках: у боковых стенок и посередине. Вал в свою очередь так же через подшипниковые узлы крепим на подготовленную раму.

Приводить в движение предлагаем одновременно вал с ножами и заполненную абразивом бочку в разном направлении. Этого мы можем добиться через механическую передачу (редуктор) и цепные либо ременные передачи.

Описываемое устройство способствует уменьшению экономических затрат, трудоемкости, энергозатрат и уменьшению временного интервала, требуемого на проверку ножей, установленных непосредственно на кормосмеситель.

#### Список литературы

1. Животновод Direct.Farm Износ ножей кормосмесителя / Животновод Direct.Farm [Электронный ресурс] // DIREKT.FARM : [сайт]. – URL: <https://direct.farm/post/iznos-nozhey-kormosmesitelya-18646> (дата обращения: 26.03.2023).
2. Халимов Р.Ш., Аюгин Н.П., Татаров Л.Г., Кундротас К.Р. Модернизация измельчителя кормов / Халимов Р.Ш., Аюгин Н.П., Татаров Л.Г., Кундротас К.Р. [Электронный ресурс] // research-journal : [сайт]. — URL: <https://research-journal.org/archive/11-65-2017-november/modernizaciya-izmelchitelya-kormov> (дата обращения: 26.03.2023).
3. Основы организации технического сервиса в агропромышленном комплексе : Учебник / И.Н. Кравченко, Ю.А. Кузнецов, А.В. Коломейченко [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2022. – 452 с. – (Бакалавриат и магистратура). – ISBN 978-5-406-08940-8.
4. Электроискровая обработка металлов / [Электронный ресурс] // МЕТАЛЛООБРАБОТКА-2023 : [сайт]. – URL: <https://www.metobr-expo.ru/ru/articles/elektroiskrovaya-obrabotka-metallov/> (дата обращения: 28.02.2023).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ ЭКСПРЕСС-МЕТОДАМИ

**Карпушина Д.С., Корнякова М.С., Гужин И.Н.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Самарская область,  
г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

Целью нашей работы было оценить качественные показатели бензина экспресс-методами.

Перед нами стояли следующие задачи: оценить внешний вид бензина, определить плотность, проверить наличие водорастворимых щелочей и кислот, оценить фракционный состав, сравнить полученные показатели с ГОСТ.

Для своего исследования мы взяли 3 пробы бензина на АЗС города Кинель: АИ-95 (п.г.т. Усть-Кинельский), АИ-95 (г. Кинель); АИ-92 (п.г.т. Усть-Кинельский).

Получены следующие результаты оценки автомобильного бензина по внешним признакам.

проба 1: цвет: прозрачный, светло жёлтый, запах характерный;

проба 2: прозрачный, цвет: светло желтый, запах характерный;

проба 3: прозрачный, цвет: светло желтый, запах более яркий.

Плотность бензина – это отношение массы к объему измеренной при определенной температуре. Показатели плотности автомобильного бензина не нормируются, однако для проведения приемо-сдаточных операций и операций по учету и контролю бензина ее определение обязательно. Известно, что при повышении температуры объем увеличивается, а плотность падает. В связи со значительными перепадами температур (10-20°C) расхождение по значениям объема и плотности могут приводить к большим расхождениям при измерениях [1]. Поэтому измеренную плотность автомобильного бензина приводим к стандартной температуре. Плотность проверяемых бензинов определяли нефтенсигмометром со шкалой 700..760 кг/м<sup>3</sup>.

Получили следующие значения плотности проверяемых бензинов (с учетом введенной температурной поправки):

Проба 1 – 741 кг/м<sup>3</sup>;

Проба 2 – 741 кг/м<sup>3</sup>;

Проба 3 – 742 кг/м<sup>3</sup>.

Одним из важных показателей качества автобензинов является наличие в нем водорастворимых кислот и щелочей. Наличие в бензине водорастворимых кислот и щелочей вызывает интенсивное износ деталей двигателя, коррозию металлических поверхностей (баков, элементов топливной системы, цилиндропоршневой группы, системы выпуска отработавших газов) поэтому стандарты гарантируют их полное отсутствие.

Чтобы проверить наличие водорастворимых щелочей и кислот: наливаем в чистую сухую делительную воронку равные объёмы холодной дистиллированной воды и бензина (примерно по 10-20 мл).

Опыты показали, что взятые образцы бензина не содержат щелочей и кислоту, так как после добавления индикаторов цвет раствора не изменился.

Следующим важным эксплуатационным свойством автомобильного бензина является испаряемость. Испаряемость – это способность жидкого топлива переходить в парообразное состояние при данных условиях. От испаряемости зависит легкость пуска двигателя (особенно при низких температурах), устойчивая работа прогретого двигателя, мощность, приемистость, износ деталей двигателя. Испаряемость топлива характеризуется теплотой испарения и фракционным составом [2]. Фракционный состав испытуемых автомобильных бензинов определяли на аппарате АРНС-1Э.

По результатам перегонки бензина выяснилось, что объем испарившегося бензина при температуре 70°C, 100°C, 150°C, а также температура конца кипения соответствует стандарту. Однако у пробы 3 показатель остаток и потерь (в стандарте отсутствует, показатель - справочный) наиболее высокий и можно предположить, что расход этого бензина будет самым значительным.

В результате нашего исследования мы выяснили, что проверенные нами автомобильные бензины соответствуют ГОСТу по показателям, которые мы определили.

#### **Список литературы**

1. Романченко М.И., Пастухов А.Г. Научно-прикладные основы оценки эксплуатационного расхода топлива транспортных средств : монография. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. 122 с.
2. Гужин И.Н., Приказчиков М.С. Исследования фракционного состава автомобильного бензина // Самара АгроВектор. 2022. № 3 С. 29–34.

## ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕННОГО УЧАСТКА ДЕТАЛИ

**Кнюрлов А.А., Морозов А.В.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

В настоящее время остро встает проблема ремонта и обслуживания большого количества зарубежной техники и оборудования, находящихся на балансе сельскохозяйственных предприятий России. Согласно последним данным, опубликованным «Росспецмаш», на 2021 год на отечественных предприятиях АПК количество отечественных тракторов мощностью до 300 л.с. и техники для полива составляет менее 10% от общего количества, в то же время количество единиц зарубежной техники в 3 раза превышает количество отечественной [1].

Способ восстановления изношенных поверхностей выбирают, основываясь на величинах износа, однако, на практике немаловажную роль играет оснащённость предприятия. Известно, что при износах менее 1 мм наиболее рационально использовать способы восстановления, не требующие нанесения дополнительного материала на восстанавливаемую поверхность. Однако существующие способы восстановления имеют различные недостатки, в связи с этим на базе кафедры «Технология производства и ремонт машин» инженерного факультета Ульяновского ГАУ были разработаны и запатентованы способы восстановления гладких цилиндрических поверхностей деталей без нанесения дополнительного материала, основанные на перемещении металла из нерабочих зон [2, 3].

Для определения прочности восстановленной детали методом конечных элементов были проведены расчеты групп моделей, имеющих гладкую цилиндрическую поверхность длиной 50 мм и диаметром 40 мм. В зависимости от группы, отношение –  $C$ : диаметра восстанавливаемого участка « $D$ » к диаметру осевого отверстия « $d$ », составляло  $C = 2$ ;  $C = 1,7$  и  $C = 1,4$ . Расчёты проводились в программе ANSYS 2020 R1, в среде Workbench в трехмерном виде. Модели представляют собой деталь с осевым отверстием в восстановленной, свойства материала соответствовали свойствам стали 40Х после закалки с отпуском 200°C, 400°C и 600°C, в зависимости от расчёта.

Моделировались следующие граничные условия: фиксация по трем степеням свободы внешней поверхности задней части детали; приложение крутящего момента к участку восстановленной поверхности, длиной 10 мм от края детали, во втором случае приложение к тому же участку детали изгибающей силы; температура детали – 22°C. Граничные условия задавались, основываясь на нагрузках, которые наиболее часто испытывают рассматриваемые участки деталей машин. Для оценки надежности восстановленных деталей проводились расчеты детали, не подвергающейся восстановлению (условно новая деталь).

Для описания механических деформаций и тепловых нагрузок применен элемент SOLID185(3-D 8-узловой объемный элемент). Сравнение прочности проводились по максимальным значениям предела текучести материала –  $\sigma^{0,2}$ .

Установлено, что при увеличении диаметра осевого отверстия, прочность восстановленной детали уменьшается, однако, при уменьшении температуры отпуска её прочность увеличивается. Необходимо отметить, что твердость новых деталей зачастую не превышает 450 НВ, это указывает на то, что при применении разработанных способов восстановления можно поднять твердость детали, что в свою очередь положительно сказывается на износостойкости восстановленного соединения. Также следует учитывать то, что зачастую коэффициент прочности, устанавливаемый заводом-изготовителем излишний. Полученные результаты указывают на то, что разработанный способ возможно использовать для восстановления изношенных гладких цилиндрических поверхностей деталей.

### Список литературы

1. <https://www.tadviser.ru/a/576408>
2. Пат. 2744076. Российская федерация, МПК В 23 Р 6/00 (2006.01), В 24 В 39/02 (2006.01), СПК В 23 Р 6/00 (2020.08), В 24 В 39/02 (2020.08). Способ восстановления посадочной поверхности под подшипник качения / А.В. Морозов, Л.Л. Хабиева, А.А. Кнуров, Д.Ф. Ляпин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2020126624; заявл. 07.08.2020; опубл. 02.03.2021. – Бюл. № 7. – 7 с.
3. Пат. 2749780. Российская федерация, МПК В 23 Р 6/00 (2006.01), СПК В 23 Р 6/00 (2021.02). Способ восстановления посадочной поверхности под подшипник качения / А.В. Морозов, Л.Л. Хабиева, А.А. Кнуров, Д.Ф. Ляпин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2020126644; заявл. 07.08.2020; опубл. 16.06.2021. – Бюл. № 17. – 7 с.
4. Чигарев А.В. ANSYS для инженеров: Справочное пособие / А.В. Чигарев, А.С. Кравчук, А.Ф. Смалюк. – М. : Машиностроение, 2004. – 512 с.
5. Влияние режимов объемного электромеханического дорнования на теплонасыщение деформируемого объема / А.В. Морозов, А.А. Кнуров, М.А. Карпенко [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 10. – С. 394–399. – DOI 10.24412/2071-6168-2022-10-394-400
6. Морозов, А.В. Увеличение диаметра наружной гладкой цилиндрической поверхности при объемном электромеханическом дорновании / А.В. Морозов, А.А. Кнуров, Л.Л. Хабиева // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, Майский, 01 декабря 2022 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 30–33.
7. Пастухов, А.Г. Электромеханическая обработка деталей машин - энергоэффективная технология / А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян, Н.М. Дегтярев // Технический сервис машин. – 2018. – Т. 131. – С. 174–181.

## ТЕПЛОНАСЫЩЕНИЕ ДЕФОРМИРУЕМОГО ОБЪЕМА ДЕТАЛИ ПРИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОМ ДОРНОВАНИИ

Кнюрлов А.А., Морозов А.В.

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

Широкое распространение в технике нашли подшипниковые узлы. Из существующих вариантов установки подшипников качения наиболее часто встречается установка подшипника на вал с гарантированным натягом. В данных случаях износы посадочных поверхностей деталей в 85% составляют 0,02...0,4 мм. Существующие способы восстановления имеют различные недостатки, ограничивающие их использование, в связи с чем, нами был разработан и запатентован новый способ, основанный на перемещении металла из нерабочих зон, посредством объемного электромеханического дорнования (ОЭМД) с использованием электроконтактного нагрева [1, 2, 3].

Исследование влияния режимов ОЭМД и геометрических параметров восстанавливаемой детали на теплонасыщение деформируемого объема детали проводили расчётным (моделированием в системе ANSYS 2020 R1, в среде Workbench в трехмерном виде [4]) и экспериментальным (на базе лаборатории кафедры «Технология производства и ремонта машин» инженерного факультета Ульяновского ГАУ) методами. Одним из основных параметров, влияющих на теплонасыщение деформируемого объема детали, является универсальный параметр – относительная толщина стенки –  $C$ , которая определяется как отношение диаметра восстанавливаемого участка  $D$  к диаметру осевого отверстия  $d$  [5]. На начальном этапе, в стационарном режиме исследовали влияние силы тока  $I$  и относительной толщины стенки  $C$  экспериментального образца на время теплонасыщения деформируемого объема. Полученные экспериментальные результаты сравнивали с результатами моделирования.

Установлено, что изменение силы тока  $I$  и относительной толщины стенки  $C$  в исследуемом диапазоне ( $I = 4800$  А, 5100А, 5400А;  $C = 1,4; 1,7; 2$ ) не оказывают существенного влияния на время теплонасыщения деформируемого объема. Усредненное расчетное время теплонасыщения составило  $t = 2,6$  с, экспериментальное  $t = 2,9$  с, при этом максимальное экспериментальное значение температуры деформируемого объема составило  $T = 1178^{\circ}\text{C}$ , при  $I = 5400$  А и  $C = 1,4$ . Также было установлено, что прогрев наружной поверхности до оптимальных температур для ОЭМД в среднем происходит на участке до 2,34 мм от торца образца. Полученные результаты позволили определить оптимальную скорость ОЭМД с учётом кинематической схемы применяемого технологического оборудования – вертикально-фрезерного станка 6В11, которая составила  $v = 33$  мм/мин. Максимальное увеличение наружного диаметра при экспериментальном исследовании ОЭМД составило 0,71 мм, при  $C = 1,4$  и  $i = 1,2$  мм, максимальное расчетное увеличение наружного диаметра составило 0,75 мм, при  $C = 1,4$  и  $i = 1,2$  мм.

Результаты исследований показывают, что подача электрического тока силой  $I = 4800 \dots 5100$  А в течение 2,9 секунд позволяет нагревать деформируемый объем экспериментального образца до температур, при которых резко изменяются предел прочности и твердость металла, что существенно снижает осевое усилие перемещения дорна при ОЭМД. Дальнейшее увеличение силы подаваемого тока так же увеличивает температуру нагрева деформируемого объема, однако, при дальнейшем увеличении времени его воздействия интенсивность роста температуры значительно падает. Проведенные исследования позволили оценить эффективность разработанного способа, выявить рациональные режимы ОЭМД с учетом геометрических параметров восстанавливаемых деталей.

### Список литературы

1. Морозов, А.В. Анализ применимости подшипников качения с посадкой на вал в сельскохозяйственной технике / А.В. Морозов, А.А. Кнуров, Л.Л. Хабиева // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы XI Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 23–24 июня 2021 года. Том 2021-3. – Ульяновск : Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 56–64.
2. Морозов, А.В. Анализ способов восстановления посадочных шеек валов и осей под подшипники качения / А.В. Морозов, А.А. Кнуров, Л.Л. Хабиева, Н.И. Шамуков // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы XI Международной научно-практической конференции. Том 2021-3. Ульяновск, 2021. С. 65–74.
3. Пат. 2749780. Российская федерация, МПК В 23 Р 6/00 (2006.01), СПК В 23 Р 6/00 (2021.02). Способ восстановления посадочной поверхности под подшипник качения / А.В. Морозов, Л.Л. Хабиева, А.А. Кнуров, Д.Ф. Ляпин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2020126644; заявл. 07.08.2020; опубл. 16.06.2021. – Бюл. № 17. – 7 с.
4. Чигарев А.В. ANSYS для инженеров: Справочное пособие / А.В. Чигарев, А.С. Кравчук, А.Ф. Смалюк. – М. : Машиностроение, 2004. – 512 с.
5. Морозов, А.В. Способы восстановления гладких цилиндрических поверхностей тяжело нагруженных деталей перемещением металла из нерабочих зон / А.В. Морозов, А.А. Кнуров // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск-наукоград РФ, 26–28 октября 2021 года. – Мичуринск-наукоград РФ: Мичуринский государственный аграрный университет, 2021. – С. 163–166.
6. Пастухов, А.Г. Электромеханическая обработка деталей машин - энергоэффективная технология / А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян, Н.М. Дегтярев // Технический сервис машин. – 2018. – Т. 131. – С. 174–181.

## ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОБЪЕМНОГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДОРНОВАНИЯ НА УВЕЛИЧЕНИЕ НАРУЖНОГО ДИАМЕТРА ПОСАДОЧНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

**Кнюров А.А., Морозов А.В.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

Зачастую при восстановлении работоспособности сельскохозяйственной техники, изношенные детали заменяют, причем их износ в 75...80% случаях составляет не более 1% исходной массы детали. При этом около 50% износов приходится на наружные гладкие цилиндрические поверхности, соответственно необходимо в первую очередь обеспечить восстановление именно этих поверхностей. Наиболее часто (60-70%) данные поверхности имеют диаметры от 30 до 50 мм, а длины от 30 до 60 мм. Детали, имеющие наружные гладкие цилиндрические поверхности наиболее часто изготавливают из сталей марок 45, 40Х и т.п. В зависимости от вида соединений (подвижные и неподвижные) в которых используются гладкие цилиндрические поверхности, различаются величины их износа. Таким образом, для подвижных соединений величина износа в 70% случаев не превышает 0,5 мм, в неподвижных соединениях износ в 75% случаях составляет не более 0,2 мм [1, 2].

Существующие способы восстановления наружных гладких цилиндрических поверхностей имеют недостатки, ограничивающие их использование в условиях российских предприятий АПК [3]. В связи с этим был разработан способ восстановления данных поверхностей, основанный на перемещении металла из нерабочих зон, посредством объемного электромеханического дорнования с электроконтактным нагревом [4]. Данный способ предполагает возможность многократного восстановления одной и той же посадочной поверхности, а также не требует применения расходных материалов. Для реализации способа могут применяться распространенные в ремонтных мастерских токарно-винторезные и вертикально-фрезерные станки.

Для выявления эффективности предлагаемого способа восстановления, нами проводились исследования методом конечных элементов (моделированием в системе ANSYS 2020 R1, в среде Workbench в трехмерном виде) и экспериментальные исследования. Граничные и начальные условия расчёта методом конечных элементов задавали, основываясь на экспериментальных лабораторных условиях проведения исследования. В качестве экспериментальных образцов применяли цилиндрические ступенчатые заготовки из стали 40Х с осевым отверстием в восстанавливаемом участке. Общая длина образца составляла  $L = 100$  мм, длина восстанавливаемого участка  $l_g = 50$  мм, длина осевого отверстия составляла  $l_o = 70$  мм. Диаметр восстанавливаемого участка составлял  $D = 39,5$  мм. Одним из основных параметров, влияющих на увеличение диаметра, является универсальный параметр – относительная толщина стенки –  $C$ , которая определяется как отношение диаметра восстанавливаемого участка  $D$  к диамет-

ру осевого отверстия  $d$ . Было изготовлено три группы образцов с различной толщиной стенки:  $C = 2$ ;  $C = 1,7$  и  $C = 1,4$ . В каждой группе ОЭМД выполнялось с натягами  $i = 0,4$ ;  $0,8$ ;  $1,2$  мм.

В результате расчетов и экспериментальных исследований было установлено, что при увеличении натяга  $i$  и уменьшении относительной толщине стенки  $C$  происходит наибольшее увеличение наружного диаметра при ОЭМД. Максимальное увеличение наружного диаметра восстанавливаемой поверхности при экспериментальном исследовании составило  $0,75$  мм, при относительной толщине стенки  $C = 1,4$  и натяге  $i = 1,2$  мм. При экспериментальном исследовании максимальное увеличение наружного диаметра восстанавливаемого участка составило  $0,71$  мм, при относительной толщине стенки  $C = 1,4$  и натяге  $i = 1,2$  мм, расхождение с расчётными данными в среднем составило  $11\%$ , что вызвано суммарными погрешностями изготовления инструмента и экспериментальных образцов. Проведенные исследования позволили оценить эффективность разработанного способа, выявить рациональные режимы ОЭМД с учетом геометрических параметров восстанавливаемых деталей.

#### Список литературы

1. Батищев, А.Н. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники. / А.Н. Батищев, И.Г. Голубев, В.П. Лялякин. М. : Информагротех, 1995. – 294 с.
2. Морозов, А.В. Анализ применимости подшипников качения с посадкой на вал в сельскохозяйственной технике / А.В. Морозов, А.А. Кнюрлов, Л.Л. Хабиева // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы XI Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 23–24 июня 2021 года. Том 2021-3. – Ульяновск : Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 56–64.
3. Морозов, А.В. Анализ способов восстановления посадочных шеек валов и осей под подшипники качения / А.В. Морозов, А.А. Кнюрлов, Л.Л. Хабиева, Н.И. Шамуков // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы XI Международной научно-практической конференции. Том 2021-3. Ульяновск, 2021. С. 65–74.
4. Пат. 2749780. Российская Федерация, МПК В 23 Р 6/00 (2006.01), СПК В 23 Р 6/00 (2021.02). Способ восстановления посадочной поверхности под подшипник качения / А.В. Морозов, Л.Л. Хабиева, А.А. Кнюрлов, Д.Ф. Ляпин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2020126644; заявл. 07.08.2020; опубл. 16.06.2021. – Бюл. № 17. – 7 с.
5. Пастухов, А.Г. Электромеханическая обработка деталей машин – энергоэффективная технология / А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян, Н.М. Дегтярев // Технический сервис машин. – 2018. – Т. 131. – С. 174–181.

## ОСЕВОЕ УСИЛИЕ ПРИ ОБЪЕМНОМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОМ ДОРНОВАНИИ

Кнуров А.А., Морозов А.В.

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

В современном мире сельское хозяйство является одной из важнейшей отраслей экономики, поскольку оно обеспечивает продовольственную безопасность. За счет постоянного развития сельскохозяйственной техники повышается производительность труда и эффективность сельскохозяйственного производства. Однако, для обеспечения эффективной работы сельскохозяйственной техники необходимо регулярно производить её техническое обслуживание и ремонт. При этом, восстановление гладких наружных цилиндрических поверхностей, широко распространенных в технике, таких как вал, ось и т.д., является одной из наиболее распространенных задач [1]. Существующие методы восстановления поверхностей имеют ряд недостатков, ограничивающие их использование в условиях российских предприятий АПК. В связи с этим, появляется необходимость в разработке новых методов восстановления деталей сельскохозяйственной техники [2].

В связи с вышесказанным, на базе кафедры «Технология производства и ремонт машин» инженерного факультета Ульяновского ГАУ, был разработан способ восстановления наружных гладких цилиндрических поверхностей деталей, осуществляемый за счет перемещения металла из нерабочих зон, посредством объёмного электромеханического дорнования (ОЭМД) с электроконтактным нагревом восстанавливаемого деформируемого объема детали до кованных температур [3, 4]. Для выявления эффективности предлагаемого способа восстановления нами проводились экспериментальные исследования осевого усилия перемещения инструмента при ОЭМД. Экспериментальные исследования проводили на вертикально-фрезерном станке 6В11.

В качестве экспериментальных образцов применяли цилиндрические ступенчатые заготовки из стали 40Х с осевым отверстием в восстанавливаемом участке. Общая длина образца составляла  $L = 100$  мм, длина восстанавливаемого участка  $l_g = 50$  мм, длина осевого отверстия составляла  $l_o = 70$  мм. Диаметр восстанавливаемого участка составлял  $D = 39,5$  мм. Размеры выбраны с учетом установки на восстановленный участок одного из наиболее распространенного в технике подшипника 66408 по ГОСТ 3189-75 [10]. Одним из основных параметров, влияющих на осевое усилие  $F$ , является универсальный параметр – относительная толщина стенки –  $C$ , которая определяется как отношение диаметра восстанавливаемого участка  $D$  к диаметру осевого отверстия  $d$ . Было изготовлено три группы образцов с различной толщиной стенки:  $C = 2$ ;  $C = 1,7$  и  $C = 1,4$ . В каждой группе ОЭМД выполнялось с натягами  $i = 0,4$ ;  $0,8$ ;  $1,2$  мм.

Основываясь на данных, полученных при проведении исследований был сделан вывод, что при увеличении значения  $C$ , увеличивается осевое усилие,

это связано с увеличением объема перемещаемого металла, также осевое усилие возрастает при увеличении натяга дорнования. Увеличение силы подаваемого тока, и как следствие увеличение температуры деформируемого объема детали позволяет снизить величину осевого усилия. Максимальное усилие перемещения дорна составило 4,82 кН, при  $C = 2$ ,  $I = 4800$  А и  $i = 1,2$  мм, минимальное усилие 0,36 кН было достигнуто при  $C = 1,4$ ,  $I = 5400$  А и  $i = 0,4$  мм. Проведенные исследования позволили оценить эффективность разработанного способа, выявить рациональные режимы ОЭМД с учетом геометрических параметров восстанавливаемых деталей.

#### Список литературы

1. Надежность и ремонт машин: Учеб. для студентов вузов по агроинженер. специальностям / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; Под ред. В.В. Курчаткина. – Москва : Колос, 2000. – 775 с.
2. Морозов, А.В. Анализ способов восстановления посадочных шеек валов и осей под подшипники качения / А.В. Морозов, А.А. Кнуров, Л.Л. Хабиева, Н.И. Шамуков // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы XI Международной научно-практической конференции. Том 2021-3. Ульяновск, 2021. С. 65–74.
3. Пат. 2744076. Российская Федерация, МПК В 23 Р 6/00 (2006.01), В 24 В 39/02 (2006.01), СПК В 23 Р 6/00 (2020.08), В 24 В 39/02 (2020.08). Способ восстановления посадочной поверхности под подшипник качения / А.В. Морозов, Л.Л. Хабиева, А.А. Кнуров, Д.Ф. Ляпин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2020126624; заявл. 07.08.2020; опубл. 02.03.2021. – Бюл. № 7. – 7 с.
4. Пат. 2749780. Российская Федерация, МПК В 23 Р 6/00 (2006.01), СПК В 23 Р 6/00 (2021.02). Способ восстановления посадочной поверхности под подшипник качения / А.В. Морозов, Л.Л. Хабиева, А.А. Кнуров, Д.Ф. Ляпин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2020126644; заявл. 07.08.2020; опубл. 16.06.2021. – Бюл. № 17. – 7 с.
5. Безручко, И.И. Обработка металлов давлением / И.И. Безручко, М.Е. Зубцов, Л.Н. Балакина М. – Л. : Машиностроение, 1967. – 312 с.
6. Батищев, А.Н. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники / А.Н. Батищев, И.Г. Голубев, В.П. Лялякин. – М. : Информагротех, 1995. – 294 с.
7. Пастухов, А.Г. Электромеханическая обработка деталей машин – энергоэффективная технология / А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян, Н.М. Дегтярев // Технический сервис машин. – 2018. – Т. 131. – С. 174–181.

## ХРАНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Ковалев С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия, Белгород

Система планово-предупредительного технического обслуживания включает в себя мероприятия по уходу, надзору, эксплуатации и ремонту. Хранение сельскохозяйственной техники, в межэксплуатационный период или период ожидания ремонта, является неотъемлемой ее частью.

Машины хранят на открытых оборудованных площадках, под навесами или в помещениях. Хранение техники от десяти дней до двух месяцев считают кратковременным, свыше – длительным. Перед постановкой на хранение оценивают состояние машины и проводят техническое обслуживание [1].

Перед постановкой техники на хранение ее моют, очищают от пыли, удобрений, ядохимикатов. После проведения ТО и замены технических жидкостей, узлы и агрегаты, требующие хранения в помещении, снимают, и проводят герметизацию для уменьшения влияния влаги. Открытые шарнирные соединения механизмов навески, подъема, направляющих колес, рулевых тяг очищают и смазывают. Выступающие части штоков гидроцилиндров покрывают защитной смазкой. Давление в шинах снижают. Поверхность шин и резиновых шлангов покрывают светозащитной смазкой [2].

Для разгрузки подшипниковых узлов и возможности хранения на складе шин технику могут хранить на подставках.

Для снижения трудозатрат постановки и снятия с подставок техники можно использовать специальные подставки которые позволяют исключить травмирование обслуживающего персонала при постановке колесного трактора на хранение [3].

Это достигается использованием подставки к колесному трактору, состоящей из пластины опорной, представляющей собой усеченный сектор круга с радиусом меньшим, чем радиус колеса трактора, с закрепленными к одной из ее сторон ребрами жесткости, при этом к нижней части пластины опорной жестко прикреплен обод, а верхняя входит в пазы пальцев, концы которых оснащены фиксаторами пластины опорной, причем пальцы жестко закреплены к диску колеса трактора по его периметру, а пазы пальцев обращены в сторону противоположную от его центра, путем передвижения его вперед на расстояние равное половине дуги сектора.

Подготовка трактора к установке его на подставки заключается в доставке его на площадку с твердым покрытием, доставке подставок к трактору, установке их в пазы пальцев и закреплении посредством фиксатора, передвижении трактора вперед на расстояние, равное половине дуги сектора.

Снятие колесного трактора с подставок сводится к передвижению трактора вперед или назад на расстояние, равное половине дуги сектора, ослабление

фиксаторов, выводу подставок из пазов пальцев и доставки подставок в склад на хранение.

Применение предложенной подставки к колесному трактору позволит исключить травмирование обслуживающего персонала при постановке колесного трактора на хранение, снизить затраты времени на эту операцию, а также продлить срок службы резины.

#### Список литературы

1. Вывешивающее устройство с опорной подставкой / Хабордин В.Н., Воливецкий С.В. RU 2140390 C1, B66F 7/22 (1995.01), B60C 9/22 (1995.01), 27.10.1999.

2. Подставка к колесному трактору / Скурятин Н.Ф., Бондарев А.В., Беликов А.А., Порицкий В.М. RU 185212 U1, B60S 9/02 (2006.01), 26.11.2018.

3. Патент на полезную модель № 189804 U1 Российская Федерация, МПК B60S 9/02. Подставка к колесному трактору : № 2019109461 : заявл. 01.04.2019 : опубл. 04.06.2019 / Н.Ф. Скурятин, А.А. Беликов, А.В. Бондарев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN YNIALG.

4. Хранение тракторов и тракторных прицепов на подставках / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 68–73. – EDN TUXLMR.

## УПРОЧНЕНИЕ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП ПУТЕМ НАПЛАВКИ ВАЛИКОВ

**Ковалев С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия, Белгород

Процесс изнашивания рабочих органов культиваторов протекает при их непрерывном взаимодействии с почвенной массой. Частицы абразива, входящие в состав почвы, скользят по металлической поверхности, вызывая постепенное изменение формы и размеров детали и в итоге ее разрушение. Скорость и характер изнашивания рабочих органов зависит от природы и свойств абразивных частиц, а также от условий их взаимодействия с материалом детали. Следовательно, интенсивность изнашивания рабочих органов культиваторов на различных почвах неодинакова. Средний ресурс лап культиваторов составляет 40...100 ч [1, 2, 3].

Более 60% рабочих органов теряют свою работоспособность из-за предельного износа носка и крыльев по ширине. Кроме этих к выбраковочным параметрам относятся уменьшение ширины захвата, износ хвостовика и поломка крыльев.

Можно заключить, что наибольшему изнашиванию подвергаются носок и лезвие лап, а это сказывается на работоспособности культиватора в целом.

Увеличения срока службы можно добиться путем упрочнения рабочей поверхности. Одним из способов такого упрочнения является наплавление твердосплавных покрытий толщиной 2-4 мм, расположенными на лицевой и тыльной сторонах поверхности рабочего органа симметрично относительно его оси в виде валиков, состоящих из наплавленных твердосплавных точек.

Для точного размещения валиков по поверхности стрелчатой лапы в соответствии с техническими требованиями и повышения производительности труда операторов следует использовать устройство для фиксации [2].

Наплавку валиков на стрелчатую лапу при использовании устройства для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков осуществляют в следующей последовательности: на основание устанавливают стрелчатую лапу, одновременно с трафаретом располагают в упор, а хвостовики обеих деталей надевают на верхний конец шпильки. Причем хвостовик нижней детали надевают поверх хвостовика стрелчатой лапы, который контактирует с упорной гайкой. Затем ползун смещают в сторону упора, на верхний конец шпильки устанавливают шайбу и гайку-барашек. Далее осуществляют наплавку валиков заданной высоты в окна трафарета.

Применение устройства для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков позволяет точно размещать валики по поверхности стрелчатой лапы в соответствии с техническими требованиями и повышает производительность труда операторов [4].

### Список литературы

1. Ткачев В.Н. Износ и повышения долговечности деталей сельскохозяйственных машин / В.Н. Ткачев. – М. : Машиностроение, 1971. – 264 с.
2. Патент на полезную модель № 198789 U1 Российская Федерация, МПК A01B 15/00. Устройство для фиксации стрелчатой лапы при наплавке валиков : № 2019145408 : заявл. 26.12.2019 : опублик. 28.07.2020 / Н.Ф. Скурятин, А.С. Мацан, А.С. Новицкий [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN HBQLLW.
3. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 76 с. – EDN TXCLKE.
4. Повышение эффективности крошения почвы стрелчатой лапой и её долговечности при формировании геометрии рабочей поверхности армирующей наплавкой / А.В. Бондарев, В.И. Борозенцев, А.Н. Макаренко [и др.]. – Москва-Белгород : ОАО Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 149 с. – ISBN 978-5-905563-53-9. – DOI 10.15217/B978-590556353-9. – EDN VVLYBB.

## ПРИБОРНЫЙ МЕТОД УЧЁТА РАСХОДА ТОПЛИВА

**Кравцов М.М., Ерзамаев М.П., Сазонов Д.С.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

С ростом масштабов общественного производства неизмеримо возрастает значение рационального использования энергии. В транспортном процессе для движения используется энергия, источником которой является топливо, сжигаемое в цилиндрах двигателя. Для расчёта энергии, затраченной в транспортном процессе, приемлем часовой и километровой расход топлива, который необходимо определять приборным методом.

Актуальность данной тем обуславливается тем, что измерение количества израсходованного топлива в двигателе внутреннего сгорания имеет большое значение не только для учёта расходуемого топлива, но и для определения уровня использования автомобиля. Поэтому важно наиболее точно вести учёт расхода топлива для определения обоснованной периодичности технического обслуживания.

Исходя из актуальности была выделена цель: рассмотреть использование приборного метода и определённого прибора для учёта расхода топлива.

Исходя из цели была поставлена задача: изучить устройство и принцип действия расходомера со счётчиком количества.

Для изучения был выбран расходомер топлива со счётчиком типа РТМС. Он размещается непосредственно у топливного бака с подключением к топливопроводу, идущему из бака к топливному насосу.

Чувствительным элементом датчика расходомера со счётчиком являются две крыльчатки, одна из которых предназначена для измерения суммарного расхода, а другая – для измерения мгновенного расхода топлива. Последняя приводит во вращение магнит, который увлекает за собой стакан, закреплённый на оси бесконтактного сельсин-датчика. Непрерывному вращению ротора сельсин-датчика препятствует противодействующая пружина. Следовательно, угол поворота ротора сельсин-датчика будет пропорционален скорости вращения крыльчатки, то есть мгновенному расходу топлива. Сельсин-датчик связан дистанционной передачей с сельсин-приёмником, размещённым в указателе расходомера. Синхронно с ротором сельсин-датчика поворачивается ротор сельсин-приёмника, на оси которого укреплен стрелка часового расхода топлива [1].

Указатели размещаются на щитке приборов в кабине. Питание расходомера со счётчиком осуществляется от бортовой сети транспортного средства. Испытания прибора показывают, что он обладает достаточной точностью и имеет минимальные погрешности, не превышающие 3%.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о целесообразности использования приборного метода и расходомера со счётчиком типа РТМС для учёта расхода топлива [2, 3].

### Список литературы

1. Андреева Е.В. Системы измерения расхода топлива на основе высокоточных расходомеров / Горбатовский С.М., Ольшевский С.Н. // Информ. технологии, системы и приборы в АПК / Сиб. регион. отделение Россельхозакадемии [и др.]. – Новосибирск, 2012. – Ч. 1. – С. 347–352.
2. Романченко, М.И. Совершенствование методики расчета эксплуатационного расхода топлива для дизельных грузовых автомобилей / М.И. Романченко, А.Г. Пастухов // Грузовик. – 2015. – № 6. – С. 27–36. – EDN UIKSEJ.
3. Романченко, М.И. Научно-прикладные основы оценки эксплуатационного расхода топлива транспортных средств / М.И. Романченко, А.Г. Пастухов. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. – 112 с. – ISBN 978-5-905686-07-8. – EDN ХМАТАО.

## СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЩЕЛЕВОЙ КОРРОЗИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Макаров В.А.**

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Коррозия определяется как разрушение металла в результате электрохимических реакций с окружающей средой. При электрохимической коррозии атомы металла удаляются из твердого материала в результате образующейся электрической цепи. Проблема коррозии металлов является одной из значительных проблем; в экономических показателях было подсчитано, что примерно 5% дохода индустриализированной страны расходуется на профилактику коррозии и техническое обслуживание или замену продукции, утраченной или загрязненной в результате коррозионных реакций. Защита от коррозии является одной из важнейших задач в обеспечении надежности оборудования в процессе эксплуатации. Загрязнение атмосферы различными агрессивными веществами, а также особенности продуктов, используемых в сельском хозяйстве, требуют повышенной коррозионной стойкости применяемого оборудования. Вопросы предупреждения коррозионного разрушения металлических поверхностей машин рассматриваются в работах [1-4].

Одним из наиболее распространенных видов коррозионного разрушения сельскохозяйственных машин является щелевая коррозия. Щелевая коррозия – это локализованная коррозия, которая возникает в узких зазорах или под защищенными металлическими поверхностями. Щелевая коррозия относится к повреждению металлических поверхностей застоявшимся раствором в щелях, например, в резьбовых и сварных соединениях деталей сельскохозяйственных машин. Когда пыль, песок и другие агрессивные вещества осаждаются на поверхности, они создают среду, в которой скапливается вода и вызывает коррозию детали. Щелевая коррозия инициируется концентрацией (разницей) ионов или растворенных газов в растворе электролита и между двумя участками одного и того же металлического изделия. Для такой концентрационной ячейки коррозия происходит в том месте, где концентрация ниже. После того, как раствор (электролит) проникает внутрь щелевого зазора, он застаивается и происходит локальное истощение растворенного кислорода. После завершения этого процесса внутри щели, а не снаружи, образуется разность потенциалов (аэрационно-коррозионная ячейка) и окисление металла происходит в истощенном положении (анод). Электроны в результате данной электрохимической реакции проходят через металл в соседние внешние области, где они расходуются при восстановлении. Было обнаружено, что во многих водных средах раствор внутри щели образует высокие концентрации ионов  $H^+$  или  $Cl^-$ , которые особенно подвержены коррозии. Подавляющее большинство сплавов подвержены щелевой коррозии, поскольку защитные пленки часто разрушаются ионами  $H^+$  и  $Cl^-$ , т.е. образуют активно-пассивную коррозию.

В целях предупреждения развития электрохимических процессов, протекающих в зазорах и трещинах стыковых и сварных соединений, может быть использован метод катодной протекторной защиты, физический смысл которого заключается в том, что при контакте металлов через слой электролита металл, обладающий более низким потенциалом, служит анодом и разрушается, в то время как другой металл служит катодом и не подвергается коррозионному разрушению. В лаборатории Рязанского ГАТУ разработан экспериментальный состав защитной смазки, позволяющей повысить коррозионную стойкость стыковых и сварных соединений деталей сельскохозяйственной техники. Положительный эффект достигается путем снижения скорости щелевой коррозии в стыковых и сварных соединениях металлических деталей за счет высокой проникающей способности, адгезии к поверхности металлических изделий и снижения скорости электрохимических процессов, происходящих в соединениях. В состав защитной смазки входит отработанное моторное масло (88% состава), эмульгатор (10%) и наполнитель (2%), в качестве эмульгатора применяется фосфатидный концентрат, в качестве наполнителя - порошок цинка [5].

Для оценки эффективности применения предлагаемой защитной смазки для противокоррозионной защиты резьбовых и сварных соединений сельскохозяйственной техники были проведены натурных исследований в ряде хозяйств Рязанской области. По результатам экспериментальных исследований можно сделать вывод о снижении потерь металла из-за коррозионного разрушения при использовании защитной смазки.

#### Список литературы

1. Перспективное решение для повышения сохранности сельскохозяйственной техники при хранении / К.А. Забара, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Вестник РГАТУ. 2021. № 1. С. 120–128.
2. Повышение сохранности сельскохозяйственной техники при хранении / К.А. Забара, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, В.А. Киселев // Вестник РГАТУ. 2022. № 4. С. 133–144.
3. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Наседкин Г.И. К вопросу увеличения срока службы оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы международной конференции. Белгород. 2015. Том 2. С. 24–25.
4. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии / С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, И.А. Киселев // Международный научный журнал. 2017. № 2. С. 90–94.
5. Защитная смазка для стыковых и сварных соединений деталей сельскохозяйственных машин: пат. № 2534985 Рос. Федерация, МПК С10М 173/00 / Латышёнок М.Б., Шемякин А.В., Терентьев В.В., Подъяблонский А.В.; заявл. 08.10.2013; опубл. 10.12.2014 бюл. № 34. 4 с.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОРМОРАЗДАТОЧНОЙ ЦЕПИ

**Минасян А.Г., Шарая О.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

С 2014 года коллективный запад против России ввел беспрецедентные по своей силе и масштабу санкции, количество которых превышает более 10 тысяч. Ограничения наложены уже более 50% экспорта в Россию и свыше 60% импорта из России. Санкции охватывали все области человеческой деятельности: финансовую сферу, энергетику, металлургию, машиностроение и даже культуру и спорт. Сия чаша, конечно, не миновала и АПК. На сегодняшний день перед производителями АПК стоит серьезный вызов: снижение зависимости от импорта техники, технологии, оборудования, посевного материала, генетических ресурсов животных и др. [1].

Многие хозяйства, занимающиеся современными методами выращивания свиней, птиц, КРС и др., подачу корма от бункера до кормушки осуществляют системой цеп-диск, что обеспечивает гибкий подход к раздаче корма. Прежде, чем попасть в устройства кормораздачи, корм проходит большое расстояние по многочисленным изгибам и поворотам, множества сложных разноуровневых помещений животноводческой фермы. С этой задачей легко справляется цепная дисковая система кормораздачи. Это простое устройство представляет собой соединение стальных звеньев цепи, чередующихся с шайбами из полиамида, которые протаскивают сыпучий и гранулированный корм по кормопроводу [2, 3].

До недавних времен (до санкций) российские производители АПК цепную-дисковую систему кормораздачи закупали в Германии и в других европейских странах. Сейчас эти поставки прекратились, настало время использовать кризис, как фактор возможности, как актуальную задачу для импортонезависимости.

*Цель работы* – исследование химического состава, механических свойств и микроструктуры зарубежного образца звена цеп-диск системы кормораздачи и рекомендовать марку отечественной стали для изготовления аналогичной системы.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: провести анализ механических свойств по испытанию твердости зарубежного образца звена цепи в состоянии поставки и в равновесном состоянии; изучить микроструктуру звена стального образца и установить его химический состав; выполнить анализ и обобщить результаты исследования; по результатам исследования подобрать марку отечественной стали с механическими свойствами и химическим составом, не уступающей зарубежному образцу; рекомендовать марку стали для изготовления цеп-диска системы кормораздачи.

Для оценки механических свойств путем измерения твердости на характерных участках звена цепи образца в состоянии поставки и в равновесном состоянии применяли стационарный универсальный твердомер марки ТР 5006. Метод измерения твердости по Роквеллу. Затем из образца звена цепи с приме-

нением специализированного комплекта оборудования – прецизионного отрезного станка Secotom-50, автоматического пресса CitoPress-30, шлифовально-полировального станка LaboPol-30 – изготовили микрошлифы и изучили их микроструктуру на металлографическом инвертированном оптическом микроскопе GX53F. Для проведения химического анализа материала звена цепи использовали оптико-эмиссионный спектрометр Q2 ION ультракомпактный искровой фирмы Bruker с программным обеспечением Elemental Suite [4].

На основании экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы: 1) проведена оценка механических свойств по измерению твердости образца звена цепи в разных состояниях: в поставке и равновесном; 2) изучена микроструктура образца звена цепи; 3) определен химический состав образца; 4) обобщены результаты экспериментальных исследований; 5) установлена марка стальной проволоки отечественного производства, не уступающая своими характеристиками зарубежным и рекомендована для изготовления цеп-диска системы кормораздачи.

#### Список литературы

1. Левченко, К.А. Санкции – новый стимул для Российского импортозамещения / К.А. Левченко. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 42 (437). – С. 309–311.
2. Титов, Н.В. Анализ перспективных способов упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 10. – С. 33–36.
3. Vodolazskaya N., Sharaya O. Modifying of the Surface of Products from Cast Iron as the Element of Production Modernization. *Solid State Phenomena*, vol. 299, 2020, pp. 588–593, doi: 10.4028/www.scientific.net/SSP.299.588.
4. Пастухов, А.Г. Направления прикладных НИР лаборатории металлографического анализа в решении агроинженерных задач / А.Г. Пастухов, О.А. Шарая, А.Г. Минасян, Е.П. Тимашов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 1 (33). – С. 86–99.

## **ПРОБЛЕМЫ АГРАРНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Мовчан В.Ф., Ратников Е.Н.**

Мелитопольский государственный университет, Мелитополь, Россия,

**Кузьмина Т.Н.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия,

**Стребков С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Анализ производственной деятельности разных групп хозяйств в Запорожском регионе указывает на наличие производственных связей с различными сервисными службами и логистическими предприятиями.

Структура технического сервиса включает большое количество машиностроительных предприятий, различных форм собственности, вида и объемов производства. Номенклатура предоставляемых услуг также влияет на структуру технического сервиса. Производители сервиса создают в своем сегменте определенную конкуренцию, которая является «движущей силой» и не дает устанавливать монопольные цены, а для внутренних потребителей регулирует объемы услуг или производства.

Главные проблемы в техническом сервисе Запорожского региона можно разделить на три группы: текущие проблемы сельхозпроизводителей, у дилеров и общие для всех участников.

К первой группе относятся [1]:

1. Существенная зависимость финансового состояния хозяйств от объемов производимой продукции и себестоимости сельхозпродукции: уменьшение валового дохода снижает возможность пользоваться техническим сервисом.

2. Сложное переплетение использования сервисных услуг с использованием саморемонта техники, что приводит к снижению характеристик надежности техники.

3. Использование планово-предупредительной системы ТО и ремонта в хозяйствах сводится практически к заменам эксплуатационных жидкостей, а проведение регулировочных работ затруднено из-за низкой квалификации трактористов и отсутствия необходимого оборудования и инструментов.

4. Использование агрегатного способа ремонта не позволяет полностью использовать заложенный ресурс изделия (агрегата), что ведет к неоправданным денежным издержкам.

5. Отсутствие капремонта техники в индивидуальных хозяйствах без юридического статуса, малых фермерских хозяйствах и сельскохозяйственных предприятиях (разных форм собственности) с площадью пахотных земель до 1000 га.

6. Использование передвижных звеньев ТО только для сложной импортной техники.

Вторая группа включает [2]:

1. Существенная зависимость сервисных предприятий от финансового положения производителей.
2. Отсутствие информационного обеспечения сельхозпроизводителей об услугах дилеров.
3. Незащищенность дилеров от заводов изготовителей в случае не реализованной техники.
4. Необоснованное количество запасных частей, которые находятся у дилеров.
5. Отсутствие специализированных сервисных центров районного и областного уровня.
6. Отсутствие обоснования размещения (расположения) сервисных предприятий по региону.

Общие проблемы всех участников [3]:

1. Отсутствие благоприятной финансово-кредитной системы для сельскохозяйственных предприятий.
2. Использование возможностей страхования производства продукции.
3. Отсутствие организационно-управленческих рычагов на систему технического сервиса со стороны области и государства.
4. Необоснованное распределение ремонтно-обслуживающих работ между уровнями сервиса.
5. Отсутствие мониторинга состояния техники сельхозпроизводителей со стороны государства.
6. Научное, техническое и экономическое обоснование спектра сервисных услуг.
7. Кадровое обеспечение технического сервиса.
8. Отсутствие проката техники.
9. Нехватка уборочно-транспортных отрядов в период жатвы для области и региона.

#### **Список литературы**

1. Стребков С.В., Сахнов А.В. Технология ремонта машин: учебно-методическое пособие. Белгород, 2022. 87 с.
2. Стребков С.В., Слободюк А.П., Сахнов А.В., Бондарев А.В. Выпускная квалификационная работа : учебно-методическое пособие. Белгород, 2022. 118 с.
3. Стребков С.В., Сахнов А.В., Бондарев А.В. Технология ремонта машин: учебно-методическое пособие, Белгород, 2022. 181 с.

## **К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

**Мозгунов А.А., Павлюк Р.В.**

ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, г. Ставрополь, Россия

Повышение производительности машинно-технологического парка оборудования сельского хозяйства и увеличение срока службы действующего в настоящий момент технического оснащения являются ключевыми направлениями развития отечественного агропромышленного комплекса [1-3]. Практическую значимость при этом приобретают факторы, влияющие на повышение эксплуатационной надежности транспортирующих устройств, а также вопросы использования и развития существующих заправочных комплексов для агропромышленной техники. [4 -6].

В настоящее время Ставропольский край обладает одной из самых развитых в стране сетью автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), число которых достигает в регионе 26 стационарных АГНКС и два передвижных автомобильных газовых заправщика (ПАГЗ).

Преобладающее число газозаправочных компрессорных станций находится вдоль федеральных трасс и сети газотрубопроводных систем высокого давления, что обуславливает их загруженность и систему питания метаном [7].

Например, одна из таких заправок, расположенная в г. Георгиевск, имеет абсолютную годовую 100-процентную загрузку при среднее российском показателе 26 процентов, причем в СКФО данный показатель составляет 44.

Анализируя карту расположения автомобильных газонаполнительных компрессорных станций в Ставропольском крае, можно прийти к выводу, что в центральной, южной и западных частях края имеется обширная сеть АГНКС и расстояние между ними составляет менее ста километров.

В свою очередь, в восточной и северной части края расстояния между АГНКС варьируются от 200 до 350 километров, что, безусловно, пагубно влияет на развитие машинно-тракторного парка, оборудованного установками для работы на КПП.

Действующие в Ставропольском крае АГНКС разнятся по производительности, ценами на метан и юридической принадлежности.

Мониторинг, приведенных выше, распространенных АГНКС показывает, что основная доля заправок принадлежит Газпром ГМТ, причем имеющих большую пропускную способность. Цена на метан по районам варьируется, и она минимальная в южной части края. Это определяется конкуренцией на данном рынке, так как в этой части края преобладающее количество АГНКС.

Основная нацеленность АГНКС на автотранспорт, что обуславливает территориальное расположение вдоль федеральных трасс. Доля на заправку агропромышленной техники пока низка и составляет не более 12...20% от общего объема. Основная доля приходится на крупные агропромышленные предприятия.

тия, на административной территории которых имеются данные заправочные комплексы, такие как СПК колхоз-племзавод «Казьминский» Кочубеевского муниципального округа, ОАО Колхоз имени Ленина, ООО «БИТЛ» Новоалександровского городского округа, ООО «АГРОСАХАР» Изобильненского городского округа, сельскохозяйственный производственный кооператив «ВОЛНА» Минераловодского городского округа, предприятие по рыбоводству ООО «ГЕОРГИЕВСКОЕ» Георгиевского городского округа и другие.

Исходя из выше сказанного, можно прийти к выводу о недостаточном развитии в Ставропольском крае сети АГНСК и значительном потенциале для данной области. Пока в крае, как и в целом по стране, газовых заправок (Метан) в 50 раз меньше, чем обычных АЗС.

Основная проблема для развития сети АГНСК является их большая удаленность от веток магистральных трубопроводов высокого давления и развития предприятий по переоборудованию уже имеющейся сельскохозяйственной техники на КПП.

#### Список литературы

1. Сельскохозяйственные машины / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – п. Майский : Белгородский ГАУ, 2021. 435 с.
2. Vodolazskaya N. Models of network planning and management of power-consuming industries / Application of new technologies in management. ANTiM 2009. Proceedings. Vol. 2. Vrnjačka Banja, Serbia, 2009. P. 811–818.
3. Водолазская Н.В. О необходимости инновационного подхода к решению проблем производственных систем регионального уровня // Материалы XXV Международной научно-производ. конференции: Белгородский ГАУ, 2021. С. 214–215.
4. Обеспечение надежности машин в процессе производства, эксплуатации и ремонта / А.В. Захарин, Р.В. Павлюк, Е.В. Зубенко [и др.]. // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: сб. науч. тр. Белгород. 2018. С. 239–243.
5. Сухомлинова Е.В., Водолазская Н.В. Факторы, влияющие на повышение эксплуатационной надежности транспортирующих устройств // Материалы международной студенческой научно-практической конференции 16 февраля 2022 года. Рецензируемое научное издание. – Рязань : «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», 2022. С. 275–279.
6. Водолазская Н.В. О разработке моделей технических систем специального назначения // Материалы XXV Международной научно-производственной конференции: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. С. 85–86.
7. К вопросу регулировки топливной смеси в газодизельной системе / Р.В. Павлюк, А.В. Захарин, П.А. Лебедев, А.А. Мозгунов // В сборнике: Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием. 2023. С. 34–37.

## МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ВИБРОСИГНАЛА ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ДИЗЕЛЯ

Муравьев К.Е.

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ, г. Санкт-Петербург, Россия

Гармонические колебания двигателя имеют сложную структуру и зависят от динамики механизмов и комплектующих его узлов. Источниками вибрации являются неуравновешенность вращающихся деталей, сил инерции, процесс сгорания топлива, перекладка поршней цилиндропоршневой группы, удары клапанов и т.п. При диагностировании дизеля в качестве первичного преобразователя используются отечественные преобразователи пьезоэлектрические виброизмерительные ДН-14, ДН-3-М1; ДН-4-М1 и др., предназначенные для преобразования механических колебаний в электрические сигналы, пропорциональные ускорению (ускорению колеблющегося объекта) [1, 2]. Преобразователь устанавливается на торцевую поверхность головки болта, шпильки, на топливопровод насоса высокого давления с помощью специального прижимного устройства. Датчик устанавливается вблизи рассматриваемого, диагностируемого узла или механизма.) [3, 4]. Пьезоэлектрические виброизмерительные преобразователи, выходной сигнал которых пропорционален виброускорению, являются основным средством измерения характеристик вибрации и составляют одну из самых многочисленных групп датчиков. Для получения сигнала прямопропорционального изменению силы давления газов в цилиндре дизеля, необходимо использовать такую характеристику гармонического колебания, как виброперемещение [4, 5]. Для получения диагностического сигнала необходимо выходной сигнал вибропреобразователя-акселерометра дважды проинтегрировать приборным путем [3]. Получение опорных точек для временной селекции вибросигнала осуществлялось с помощью вибропреобразователя ДН-14, устанавливаемого на топливопровод высокого давления, и индукционного преобразователя ОВИ, устанавливаемого напротив отметки ВМТ на вспомогательном диске, закрепленном на переднем конце коленчатого вала.

В качестве измерительных средств использовался комплекс стандартной аппаратуры, анализатор спектра FSP-80; анализатор спектра типа 1612 фирмы Брюль и Кьер, разработанный и изготовленный на кафедре прибор для получения диагностических сигналов [3,4]. Для оценки максимального давления газов в цилиндре дизеля вибрационным методом был выбран вибросигнал с частотой 100...125 Гц, как наиболее чувствительный к изменению нагрузки дизеля и давления газов в цилиндре. Наиболее приемлемым местом для установки вибропреобразователя принята шпилька, расположенная напротив исследуемого цилиндра.

Для воспроизведения диаграммы вибросигнала (диагностической индикаторной диаграммы), наиболее полно отражающей форму индикаторной диа-

граммы, получаемой традиционными методами, может быть использован вибросигнал в диапазоне частот 15...250 Гц.

В результате проведенных исследований по получению вибросигнала разработана блок-схема диагностического прибора для оценки индикаторных параметров цилиндра дизеля виброакустическим методом. Данный прибор позволяет усилить сигнал по напряжению и току, произвести интегрирование и частотную фильтрацию вибросигнала, получить осциллограммы сигналов, а также вывести информацию на осциллограф. Для выделения вибросигнала от конкретного цилиндра временная селекция осуществлялась с помощью электронной установки КИ-13950-ГОСНИТИ, частотная селекция – анализаторами спектра FSP-80 и Тур 1612 (Фирма Брюль и Кьер, Дания). Данный прибор позволяет выделить диагностический сигнал от конкретного исследуемого цилиндра и измерить его максимальное значение.

Приборная реализация фильтрации диагностического затрудняет автоматизацию процесса диагностирования большого числа различных источников вибрации двигателя и других сложных механизмов. Более полную возможность анализа диагностического вибросигнала может дать его компьютерная обработка с использованием необходимого пакета прикладных программ. В данном случае, первичный диагностический сигнал с индикатора КИ-28062-ГОСНИТИ-СПбГАУ поступает на АЦП и компьютер. Вся информация по диагностическому сигналу и его обработке выводится на монитор компьютера. Данные средства диагностики могут быть использованы при организации технического сервиса в АПК [6].

#### Список литературы

1. Преобразователь виброизмерительный ДН-14. Паспорт. 2004.
2. Измерение и анализ механических колебаний. – Брюль и Кьер, 2850 Нэрум, Дания.
3. Муравьев К.Е. Разработка диагностических средств оценки технического состояния дизеля вибрационным методом // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сборник научных трудов. – Ч. I / СПбГАУ. СПб., 2018. – 572. – С. 367–371.
4. Муравьев К.Е., Перцев С.Н. Методика получения и обработка вибросигнала при диагностировании дизеля // «Известия Международной академии аграрного образования». Выпуск № 55 (2021). – СПб. : СПбГАУ, 2021. – С. 45–49.
5. Новиков, М.А. Повышение эффективности функционирования самоходных уборочных машин на основе обеспечения их долговечности в условиях эксплуатации методами и средствами технического диагностирования: диссертация...доктора технических наук: 05.20.03 Санкт-Петербург, 1998 – 525 с.
6. Кравченко И. Основы организации технического сервиса в агропромышленном комплексе: учебник / Кравченко И.Н., Кузнецов Ю.А., Коломейченко А.В., Пастухов А.Г., Величко С.А., Корнеев В.М., Парлюк Е.П., Гончаренко В.В., Богачев Б.А., Бондарев А.В. Новицкий А.С. – М. : КноРус, 2022.–452с.–ISBN 978-5-406-08940-8. – URL: <https://book.ru/book/941814> (дата обращения: 20.03.2023). – Текст : электронный.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД ОБЪЕКТАМИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА И МЕТОДЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

Николин И.А., Белых К.С.

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия

Вода в водоёмах считается загрязненной, если она становится менее пригодной для какого-либо использования человеком или промышленными предприятиями, в результате изменения её состава. Это касается всех свойств: физических, химических, биологических, а также наличия в воде посторонних веществ.

В настоящее время источники загрязнения природных вод делятся на 4 группы:

1. Атмосферные воды. В гидросферу приносят огромное количество загрязнителей. Из воздуха вымывается оксид серы и азота; при течении со склонов несет в себе большое количество загрязняющих веществ.

2. Промышленные воды. Сточные воды внутри агропромышленных комплексов разделяются на: сильно загрязненные стоки; слабо загрязненные; условно чистые; специфически чрезвычайно концентрированные; бытовые стоки; хозяйственно-фекальные стоки.

3. Сельскохозяйственные стоки. Содержат частицы почвы, биогены, входящие в состав удобрений, пестициды.

4. Городские сточные воды. В них входят бытовые стоки, содержащие моющие средства, микроорганизмы, в том числе и патогенные.

Все вышеперечисленные загрязнения являются результатом деятельности человека. Отходы одних организмов являются пищей, ибо сырьем для других, не вызывая отрицательные изменения в окружающей среде. Главным потребителем пресной воды являются сельскохозяйственные предприятия [2]. Большую угрозу представляет стоки, которые выбрасываются в пресную воду рыбодомскими предприятиями. В этих стоках находится множество лекарственных веществ, которые используют в борьбе с различными болезнями рыб.

Вещества сточных вод после мойки сельскохозяйственных машин разнообразны и зависят от характера загрязнения на машинах, это могут быть и почвенно-растительные остатки, и ядохимикаты, поэтому и средства для разных видов загрязнения будут разными.

Огромный пласт проблем приносит широкомасштабное использование агрохимии. Общий список видов загрязнения:

1. Пестициды и продукты их распада. При использовании этих веществ наносится большой вред окружающей среде и природным водам.

2. Нитраты. Источник нитратов такое удобрение, как селитра. Избыточное количество нитратов в продуктах для потребления достаточно опасно для человека и животных.

3. Тяжёлые металлы. Некачественные фосфорные удобрения содержат в составе такие тяжелые металлы, как кобальт, кадмий, цинк и другие [1].

Мероприятия по предотвращению загрязнения водоёмов делятся на следующие:

1. Реконструкция и строительство сетей канализации.
2. Увеличение мощности очистных сооружений.
3. Переход на новые технологии обеззараживания водоёмов и прочее.

Большой вред водоёмам наносят воды с промышленных предприятий, в этих водах находится множество загрязняющих и вредных веществ. Загрязнение атмосферных вод можно предотвратить несколькими способами:

1. Очистка отходов перед выбросом в атмосферу.
2. Разработка и внедрение очистных фильтров.
3. Использование менее токсичного топлива для сельскохозяйственных машин.

Методы предотвращения загрязнения природных вод:

1. Уменьшение количества загрязняющих веществ в экосистеме должно происходить, в первую очередь, за счет снижения количества используемых агрохимикатов. Они в свою очередь являются основным источником сельскохозяйственного загрязнения. Можно заменить агрохимикаты альтернативными средствами, которые в свою очередь менее опасны для окружающей среды и природных вод.

2. Остановка в использовании хлорсодержащих пестицидов, используемых в сельском хозяйстве.

3. Использование натуральных удобрений. Синтетические удобрения отличаются от натуральных только тем, что в них содержатся более концентрированные и быстроусвояемые вещества для растений, которые способствуют более быстрому развитию.

4. Использование нехимических средств защиты растений, для сохранения природы.

5. Нехимическое истребление вредителей и сорняков. Этот метод подразумевает использование биологического оружия против сорных растений, клещей, вирусов, грибов, насекомых и даже птиц.

Таким образом, методов для сохранения природы и состояния природных вод множество, но не все предприятия хотят использовать их для улучшения состояния нашей природы.

#### Список литературы

1. Институциональные основы научно-технологического прогнозирования в АПК / С.Н. Волков, В.В. Вершинин, А.В. Турьянский [и др.]. – Москва - Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «КОНСТАНТА», 2019. – 238 с. – ISBN 978-5-6041833-2-8. – EDN YUVDHV.

2. Санникова, Н.В. Сельское хозяйство как источник загрязнения окружающей среды / Н.В. Санникова, О.В. Шулёпова, А.И. Гаврюк // АПК: инновационные технологии. – 2020. – № 3. – С. 44–48. – EDN ZUNHNE.

## НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

**Никоноров И.Е., Морозов А.В.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

Электрохимическая обработка (ЭХО) основана на одновременном термическом и силовом воздействии на поверхностный слой металла и не уступает другим методам обработки металлов концентрированными потоками энергии в эффективности и интенсивности упрочнения, представляется наиболее оптимальной для использования в условиях реального производства, будь то крупное промышленное предприятие или ремонтная мастерская. Это связано прежде всего с простотой, «неприхотливостью» используемого оборудования и, как следствие, удобством встраивания данной технологии в базовый технологический процесс изготовления изделия [1, 2].

Основными факторами, влияющими на эффективность ЭХО, являются потери электрического напряжения в токопроводящей цепи. В ходе экспериментальных исследований электрических параметров силового модуля установки ЭХО выявлено, что потери напряжения в контактных соединениях составляют в среднем 40%, на токопроводящую шину приходится до 60% потерь.

В контактных соединениях вследствие неровности поверхности контактирующих элементов действительная площадь соприкосновения контактов меньше площади контактной поверхности. При протекании тока зона контакта нагревается, что приводит к пригоранию контактных поверхностей и возрастанию сопротивления в зоне соприкосновения. Эти процессы приводят к потерям напряжения и сокращению срока службы соединения.

Основная причина потери напряжения в токопроводящей цепи – это потери в шине. При протекании тока шина перегревается и создаёт ёмкостное сопротивление. На расстоянии от источника тока до инструмента не только падает напряжение, но и рассеивается мощность, что негативно влияет на процесс обработки. Также в следствии потерь снижается производительность, энергоэффективность процесса.

Поэтому для снижения потерь напряжения в токопроводящей цепи необходимо:

- сократить «длину» токоподводящих шин или полностью исключить данный участок из рабочего контура;
- решить проблему перегрева шины;
- повысить надёжность электрических контактов.

Следовательно, для повышения эффективности процесса ЭХО необходимо разработать новую конструкцию установки с улучшенной схемой компоновки, которая позволит решить проблему потерь напряжения в токопроводящей цепи [3].

### Список литературы

1. Багмутов, В.П., Паршев С.Н., Дудкина Н.Г., Захаров И.Н. Электрохимическая обработка: технологические и физические основы, свойства, реализация. – Новосибирск : Наука, 2003. – 318 с.
2. Морозов, А.В. Анализ силовых установок для электрохимической обработки / А.В. Морозов, И.Е. Никоноров, Н.И. Шамуков // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения: материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина, 15 декабря 2022 года. / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [и др.]. Ульяновск : ГАУ, 2022.
3. Пат. 2786552 Российская Федерация, МПК В 24 В 39/04 (2006.01), СПК В 24 В 7/13 (2022.08). Установка для электрохимической обработки / А.В. Морозов, А.А. Кнуров, И.Е. Никоноров, А.А. Морозов, Ю.В. Яшина; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2022126407; заявл. 10.10.2022; опубл. 22.12.2022. – Бюл. № 36. – 6 с.
4. Пастухов, А.Г. Электрохимическая обработка деталей машин - энергоэффективная технология / А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян, Н.М. Дегтярев // Технический сервис машин. – 2018. – Т. 131. – С. 174–181.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО НАГРЕВА ПРИ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКЕ**

**Никоноров И.Е., Морозов А.В.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

Целью нагрева металла при деформации является повышение его пластичности, понижение сопротивления деформированию и уменьшение необходимой силы деформирования, а также улучшение прочностных свойств штамповки (поковки) по сравнению с исходной заготовкой. Последнее обеспечивается сочетанием определенной температуры нагрева металла с необходимой степенью деформации в конце процесса штамповки.

От способа и режима нагрева зависит качество штамповки (поковки), расход металла и топлива, стойкость штампов, производительность и себестоимость штамповок (поковок). В настоящее время применяют два способа нагрева – пламенный и электрический. К электрическому нагреву относятся нагрев в электрических печах сопротивления и соляных ваннах, электроконтактный нагрев и индукционный нагрев [1].

При ковке обычно используют пламенные печи. При горячей штамповке преимущественно используют электрический нагрев (электрические печи сопротивления, индукторы).

Сущность электроконтактного нагрева заключается в пропускании электрического тока большой силы и низкого напряжения через заготовку. На заготовку ток подводится с помощью зажимных медных контактов. При прохождении тока по заготовке движущиеся в ней электрические заряды сталкиваются с атомами вещества и отдают им часть своей электрической энергии. В результате таких столкновений атомы начинают колебаться с большей интенсивностью, что приводит к повышению температуры заготовки. На этом явлении и основан электроконтактный метод нагрева [2].

Основными требованиями, предъявляемыми к контактному нагреву, являются обеспечение равномерного распределения температуры по длине заготовки, отсутствие местного перегрева заготовки и стойкость контактов. Обычно электроконтактный нагрев проводится открыто, и поэтому происходит процесс образования окалин, но он значительно менее интенсивен, чем при пламенном нагреве, так как электроконтактный нагрев осуществляется с большой скоростью [3].

Контактным способом можно нагревать заготовки как по всей длине, так и частично, а также заготовки с переменным сечением по длине. При контактном нагреве невозможен методический нагрев заготовок. Темп нагрева не обеспечивает возможной производительности штамповочных механизмов. Поэтому к одному штамповочному механизму приходится устанавливать многоместный нагреватель.

Область применения электроконтактного нагрева ограничивается нагревом заготовок небольших сечений ( $D=70\dots 100$  мм). При больших сечениях требуется ток большой силы. При этом возникают трудности в его подведении и создании надлежащей величины усилия прижима контактов; возможно также и оплавление зажатых в контактах концов заготовок.

К преимуществам электроконтактного нагрева следует отнести:

- 1) большая скорость нагрева в сравнении с печным нагревом;
- 2) высокий КПД процесса;
- 3) большая производительность;
- 4) компактность установки;
- 5) малая стоимость установки.

Недостатки электроконтактного нагрева:

- 1) ограниченная возможность механизации технологического процесса;
- 2) возможный недостаточный нагрев концов заготовки;
- 3) ограниченная возможность нагрева заготовок небольшой длины.

На основе проведённого анализа можно сделать вывод, что электроконтактный способ нагрева является прогрессивной технологией и имеет большие перспективы применения в массовом производстве. Например, применение электроконтактного способа нагрева перед горячей штамповкой листовых заготовок из титанового сплава позволит повысить производительность процесса в сравнении со стандартным печным нагревом.

#### Список литературы

1. Романов, Д.И. Электроконтактный нагрев металлов / Д.И. Романов. – М. : Машиностроение, 1981. – 168 с.
2. Ключко, С.Л. Нагрев и нагревательные устройства: в 2 ч. / С.Л. Ключко. – Тольятти : ТГУ, 2007. – Ч. 2. – 105 с.
3. Телегин, А.С. Теплотехника и нагревательные устройства / А.С. Телегин, В.Г. Авдеева. – М. : Машиностроение, 1985. – 248 с.
4. Пат. 2786552 Российская Федерация, МПК В 24 В 39/04 (2006.01), СПК В 24 В 7/13 (2022.08). Установка для электромеханической обработки / А.В. Морозов, А.А. Кнуров, И.Е. Никоноров, А.А. Морозов, Ю.В. Яшина; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2022126407; заявл. 10.10.2022; опубл. 22.12.2022. – Бюл. № 36. – 6 с.
5. Пастухов, А.Г. Электромеханическая обработка деталей машин – энергоэффективная технология / А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян, Н.М. Дегтярев // Технический сервис машин. – 2018. – Т. 131. – С. 174–181.

## ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

**Никоноров И.Е., Морозов А.В.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

На сегодняшний день остро стоит вопрос в повышении качества выпускаемых машин, а в частности в необходимости повышения их надёжности, в том числе послеремонтной. Надёжность машин во многом зависит от эксплуатационных характеристик отдельных деталей, которые в свою очередь зависят от факторов, которые появляются на этапах их создания. Основным фактором на этапе создания является поверхностное упрочнение металлов и сплавов [1].

Физико-механические свойства поверхностного слоя оказывают существенное влияние на сопротивление материала усталостному разрушению, износостойкость, контактную выносливость, коррозионную стойкость и т.д.

Благодаря развитию науки и техники на сегодняшний день созданы и применяются на практике достаточно много новых методов поверхностного упрочнения металлов и сплавов относящиеся к обработке концентрированными потоками энергии (КПЭ) [2].

На данный момент наибольшими потенциальными возможностями поверхностного упрочнения является электромеханическая обработка (ЭМО).

При ЭМО через зону контакта детали и деформирующего электрода инструмента пропускают ток большой силы 500...6000 А и малого напряжения 2...10 В. В зоне контакта инструмента с поверхностью происходит нагрев поверхности детали до температуры 1000...1200°C, вследствие выделения джоулева тепла, и последующее резкое охлаждение поверхности в результате отвода тепла вглубь детали и инструмента, а также конвективного теплообмена. В некоторых случаях применяют принудительное охлаждение. В результате мощного теплового удара на поверхности формируется упрочнённый «белый» слой – мелкодисперсная мартенситная структура, обладающая высокими показателями твёрдости и износостойкости [3].

ЭМО получила распространение при сглаживании поверхности деталей, упрочнении, восстановлении, локальном отпуске, регуляризации структуры, подготовке под нанесение покрытий, в качестве нагрева под пластическую деформацию и т.д. Можно обрабатывать большинство видов чугунов, сталей, цветных сплавов, подходит для восстановления как гладких цилиндрических, так и плоских поверхностей деталей и сложных фасонных поверхностей. При применении ЭМО наблюдается снижение шероховатости поверхности деталей на 1-2 класса, повышение твердости поверхностей до 50...70 HRC, износостойкости в 3...12 раз, контактной жесткости, коррозионной устойчивости, усталостной прочности, снижение себестоимости изготовления деталей в 2...4 раза, обеспечивает экологическую чистоту и электробезопасность [4].

Метод ЭМО универсален и обусловлен применением типовых металлорежущих станков, оборудованных электроустановками для обработки.

Особенностями электромеханической обработки, выделяющими её среди других методов упрочнения поверхностного слоя, являются:

- экологичность и электробезопасность процессов;
- отсутствие выделения вредных веществ и излучений;
- не нуждается в применении расходных материалов (флюса, электролита, присадочной проволоки и т.д.);
- за счёт протекания процесса в закрытой зоне инструмент-деталь, отсутствует окисление и обезуглероживание обрабатываемой поверхности;
- низкая шероховатость получаемой поверхности;
- возможность обработки деталей различных размеров и конфигураций.
- гибкая настройка режимов и схемы обработки;
- обработка ограниченных участков без воздействия на соседние;
- небольшая стоимость изготовления и обслуживания;

В результате вышеизложенного можно сделать вывод, что электромеханическая обработка является перспективной технологией и нуждается в дальнейшем развитии.

#### Список литературы

1. Морозов, А.В. Формирование свойств поверхности при отделочно-упрочняющей электромеханической обработке среднеуглеродистых сталей / Г.Д. Федотов, А.В. Морозов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7. – С. 395–405.
2. Багмутов, В.П. Электромеханическая обработка деталей наземных транспортных средств: учеб. пособие / В.П. Багмутов, С.Н. Паршев, И.Н. Захаров; ВолгГТУ. – Волгоград : РПК «Политехник», 2001. – С. 134.
3. Пат. 2786552 Российская федерация, МПК В 24 В 39/04 (2006.01), СПК В 24 В 7/13 (2022.08). Установка для электромеханической обработки / А.В. Морозов, А.А. Кнюрлов, И.Е. Никоноров, А.А. Морозов, Ю.В. Яшина; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – № 2022126407; заявл. 10.10.2022; опубл. 22.12.2022. – Бюл. № 36. – 6 с.
4. Пастухов, А.Г. Электромеханическая обработка деталей машин – энергоэффективная технология / А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян, Н.М. Дегтярев // Технический сервис машин. – 2018. – Т. 131. – С. 174–181.

## МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ УБОРОЧНЫХ МАШИН

**Новиков М.А.**, д-р техн. наук, профессор;

**Рожков А.С.**, канд. техн. наук, доцент;

**Алдохина Н.П.**, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,  
Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия

Решение технических задач по обеспечению высокого качества выпускаемых уборочных машин, стабильности их рабочих характеристик при эксплуатации, достижению высокого качества ремонта и технического обслуживания требует проведения специальных исследований. Одним из перспективных направлений исследований, способствующих повышению работоспособности машин и приборов, является разработка методов технической диагностики. При разработке методов диагностирования авторы стремятся повысить точность и уменьшить трудоемкость измерения структурных параметров [1, 2, 3]. Это достигается применением таких методов, которые при малой продолжительности процесса измерения обеспечивают небольшие погрешности результатов диагноза, характеризующие связь между диагностическими и соответствующими структурными параметрами.

Разработка и внедрение эффективных методов диагностирования в значительной степени зависит от степени изученности объектов диагностики на этапах изготовления, ремонта и эксплуатации. В связи с этим необходимо отметить, что механизмы рабочих органов уборочных машин обладают некоторыми особенностями, которые сказываются на постановке задач диагностирования и методах их решения [2, 3]. Среди них можно отметить сложность кинематического движения рабочих органов (режущий аппарат, очистка, соломотряс) и динамическую нагруженность режимов их работы (молотильный барабан, измельчительный барабан, вентилятор очистки и т.д.). Поэтому важной характеристикой работоспособности технологических агрегатов является соответствие между фактическими и конструктивно заданными законами движения их элементов, которое может быть использовано в основе методов диагностирования по обобщенным параметрам [2].

Кинематический анализ механизмов технологических агрегатов сложных уборочных машин [2] показывает, что их можно разделить по данному признаку на три группы: вращающиеся (роторные), движущиеся возвратно-поступательно (кривошипно-шатунным приводом) и движущиеся плоско-параллельно (с кривошипным приводом). Согласно данному выводу, методы диагностирования рабочих органов следует разрабатывать не для отдельного рабочего органа каждого вида машины, а для группы рабочих органов, объединенных одним из вышеперечисленных кинематических признаков. Это создает определенную систему в исследовательских и практических работах и способствует сокращению количества диагностируемых средств для реализации разрабатываемых методов.

На основе многочисленных теоретических исследований и результатов практической работы [2, 3, 4, 5, 6] установлено, что разработку методов диагностирования необходимо начинать с наблюдений условий эксплуатации и структурно-следственного анализа механизма рабочего органа. Следующим этапом является проведение структурного анализа механизма, в результате чего определяют связи между структурными звеньями, после чего анализируют усилия, которые возникают в сопряжениях механизма в статическом и динамическом состояниях и составляют схему динамической системы. На основе логического анализа данной системы можно составить предварительную гипотезу связи диагностических признаков со структурными параметрами и провести предварительный эксперимент.

По результатам экспериментальных исследований составляется диагностическая модель механизма рабочего органа, которая устанавливает функциональную связь между входными параметрами механизма, параметрами технического состояния и диагностическими признаками.

Для подтверждения теоретических предпосылок необходимо провести лабораторный эксперимент по предварительно разработанной программе и методике [2]. В результате обработки экспериментальных данных составляется расчетно-экспериментальная модель механизма в виде уравнений регрессии. Анализируя полученную модель, делают заключение о степени подтверждения теоретических предпосылок. Если анализ дает положительные результаты, то составляют методику и проводят широкую эксплуатационную проверку разработанного метода. И только после подтверждения результатов теоретических и лабораторных исследований в условиях эксплуатации ставится вопрос о реализации данного метода.

#### Список литературы

1. Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования, анализ вибрации. Уч. пособие. – М. : СПбГМТУ, Санкт-Петербург, 2004. – 156 с.
2. Новиков М.А. Повышение эффективности функционирования самоходных уборочных машин на основе обеспечения их долговечности в условиях эксплуатации методами и средствами технического диагностирования: диссертация ... доктора технических наук: 05.20.03 Санкт-Петербург, 1998. – 525 с.
3. Гончаров Д.А., Бондарев А.В. Совершенствование процесса технического обслуживания мобильной техники. В сборнике: Материалы международной студенческой научной конференции. 2017. С. 30.
4. Новиков М.А., Бутусов Д.В., Перекопский А.Н. Повышение эффективности функционирования агрегатов зерноуборочных комбайнов на основе периодического вибродиагностирования // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2002. № 11. С. 172–175.
5. Аллилуев В.А., Муравьев К.Е., Цогоев А.Ю. Определение параметров дисбаланса и общего уровня вибрации двигателя и роторных механизмов с помощью индикатора КИ-28062-ГОСНИТИ-СПГАУ // Инженерному факультету 75 лет: Юбилейный сборник трудов. – СПб-Пушкин : СПГАУ, 1997. – С. 15–20.
6. Муравьев К.Е. К вопросу определения технического состояния двигателей и роторных механизмов по параметрам вибрации // Повышение производительности и эффективности использования машинно-тракторного парка и автотранспорта. – СПб., 2002. – С. 175–181.

## СОВРЕМЕННЫЙ ТВЕРДОСПЛАВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ СО СМЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

**Новицкий А.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия, Белгород

В настоящее время в условиях рыночной экономики невозможно обеспечить снижение издержек и повышение конкурентоспособности производства без использования современных технологий, оборудования, инструментов. Одним из путей подъема эффективности механической обработки резанием является переход с использования напайного режущего инструмента на сборный с механическим креплением сменных многогранных пластин (СМП).

Сборные инструменты обладают целым рядом преимуществ по сравнению с монолитными. Они позволяют производить смену каждого из зубьев в отдельности в случае его непригодности к дальнейшей работе (повышенное затупление, выкрашивание режущих кромок, скол пластинки, поломка зуба и т.п.). Режущий материал идет только на изготовление зубьев, что дает значительную экономию в его расходе. Этому способствует также и возможность регулирования зубьев на размер путем соответствующего их выдвигания по диаметру или по торцам в зависимости от типа и назначения инструмента.

Необходимо отметить, что первоначальная стоимость сборного инструмента всегда выше монолитного. Однако долговечность его значительно больше и поэтому при правильной эксплуатации затраты на инструмент, приходящиеся на единицу выпускаемой продукции, всегда будут ниже для сборного инструмента в сравнении с монолитным.

Применение сборного инструмента, имеющего СМП, дает возможность поднять эксплуатационные качества приобретенного товара и обеспечить серьезную экономию режущих материалов, всегда таких дефицитных.

Сборный инструмент, оснащенный СМП, приобретает особую популярность. Производители постоянно увеличивают его выпуск не только количественно, но и номенклатурно. В настоящее время удельный вес такого товара составляет уже более 50% от общего объема продаж выпускаемого в мире режущего инструмента.

Производитель постоянно ищет пути снижения себестоимости при производстве товаров, а также пути повышения гибкости выпущенного ассортимента. Все это постепенно приводит к унификации конструкции, оснащенной СМП. Возможно, это связано с широким применением резцовых вставок, головок и кассет. Их взаимозаменяемость на разных типах резцов позволила создать целую гамму видов, размеров, объединить их в целые группы инструментов, которые получили статус систем.

### Список литературы

1. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрацкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 76 с. – EDN TXCLKE.

2. Батырев, Е.С. Неисправности карданной передачи автомобиля газель и способы их устранения / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий // Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 7–8. – EDN GLPZLL.

3. Соловьев, Е.В. Результаты расчетов режимов восстановления детали типа «полуось» вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII международной научно-производственной конференции, Майский, 28–29 мая 2019 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 106–107. – EDN BGSBAO.

## К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МТА НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ РАБОТ

Паутов И.С., Молочников Д.Е.

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

Эффективность использования сельскохозяйственной техники зависит от совершенства системы учета и ее оценки.

Одним из основных недостатков существующей системы является сложность, громоздкость и недостаточная объективность и точность в получении информации о машиноиспользовании.

В этой связи возникает необходимость в разработке расчетных методов контроля за работой машинно-тракторных агрегатов, выполняющих различные сельскохозяйственные процессы [1, 2].

Объективные требования к такому методу:

- достаточная для эксплуатационных целей точность;
- в основу формирования состава показателей должен быть положен принцип сравнимости, относительности;
- в основу формирования структуры показателей должен быть положен принцип соответствия и пропорциональности объема выполненной работы и затрат технического ресурса машин;
- показатели должны основываться на физических величинах, имеющих реальную стоимость, представляющих материальную ценность;
- показатели должны быть относительными и независимыми от величин абсолютных погрешностей, входящих в их состав параметров;

Высокая производительность и обоснованная экономия материальных средств не могут быть достигнуты без правильного учета и оценки работы машин. Основными требованиями удовлетворяют только приведенные показатели. Эти показатели приводят все режимы работы МТА, используемые на различных сельскохозяйственных процессах, к режиму номинальной нагрузки. В основу получения таких показателей должен быть положен удельный показатель [3].

Разные машинно-тракторные агрегаты за смену при правильной загрузке, выполняя различные механизированные процессы, вырабатывают одно и то же количество приведенного времени. Это положение позволяет двояко подойти к оценке их работы.

Количество приведенного времени, выработанное  $i$ -м агрегатом, можно определить через расход топлива [4]:

$$t_{np_i}^Q = \frac{Q_{см_i}^\phi}{G_{m_i}^{max}} \text{ п. ч.}, \quad (1)$$

где  $t_{np_i}^Q$  – приведенное время, выработанное  $i$ -м агрегатом за смену, п.ч.;

$Q_{cm_i}^{\phi}, G_{m_i}^{max}$  – фактический сменный расход топлива двигателя  $i$ -й марки, кг/л., максимальный часовой расход топлива, кг/ч.

Этот же показатель можно определить через объем работы:

$$t \frac{W}{np_i} = \frac{F_{\phi ij}}{W_{nij}} \text{ п. ч.}; \quad t_{np_i}^Y = \frac{G_{\sigma_i}^3}{Y_{za_i}^{max}} \text{ п. ч.}, \quad (2)$$

где  $t \frac{W}{np_i}, t_{np_i}^Y$  – соответственно приведенное время, определенное через обратную площадь и убранный урожай, п. ч.;

$F_{\phi ij}$  – фактическая обработанная площадь  $i$ -м агрегатом при выполнении  $j$ -работы, га/см;

$W_{nij}$  – часовая норма выработки для  $i$ -го агрегата при выполнении  $j$ -работы, га/л.

$G_{\sigma_i}^3$  – вес обмолоченного за смену зерна  $j$ -культуры,  $i$ -м комбайном, ц/см;

$Y_{za_i}^{max}$  – максимальная урожайность  $j$ -культуры, ц/га.

Отношение показателей приведенного времени, определенных по времени смены, покажет степень использования возможностей МТА.

$$\eta_{Q_i} = \frac{t_{np_i}^Q}{t_{cm_i}} \text{ пч/ч}; \quad \eta_{W_i} = \frac{t_{np_i}^W}{t_{W_i}} \text{ пч/ч}; \quad \eta_{Y_i} = \frac{t_{np_i}^Y}{t_{cm_i}} \text{ пч/ч}, \quad (3)$$

где  $\eta_{Q_i}, \eta_{W_i}, \eta_{Y_i}$  – соответственно коэффициенты использования возможностей МТА на различных видах работ.

При соответствующей организации механизированного процесса и правильном учете должно существовать равенство:

$$\eta_{Q_i} \cong \eta_{W_i} \approx \eta_{Y_i}. \quad (4)$$

Наиболее эффективно можно оценить совершенства учета по коэффициентам соответствия, определяемым следующим образом:

$$\eta = \frac{\eta_{Q_i}}{\eta_{W_i}} = \frac{t_{np_i}^Q}{t_{np_i}^W} = \frac{Q_{\phi} \cdot W_{ni}}{F_{\phi} \cdot G_m^{max}} = Q_{za_i}^{\phi} \frac{W_{ni}}{G_{m_i}^{max}} = 1. \quad (5)$$

Из этих выражений видим, что коэффициент соответствия должен равняться единице. Если это равенство нарушено, то причиной может быть неправильный учет или несовершенство норм выработки.

### Список литературы

1. 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.
2. Молочников, Д.Е. Влияние качества топлива на техническое состояние двигателя / Д.Е. Молочников // Материалы Международной научно-практической конференции. – Ульяновск : Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2006. – С. 182–186.
3. Угрюмов, Ю.Ю. Совершенствование процесса технического обслуживания мобильной техники / Ю.Ю. Угрюмов, А.В. Бондарев // Горинские чтения: Том 3. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 158.
4. Бондарев, А.В. Некоторые результаты расчета параметров способа восстановления детали / А.В. Бондарев, Д.А. Пластинин // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке. – Майский : Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, 2021. – С. 67–71.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРОНАВЕСНОЙ СИСТЕМЫ ТРАКТОРА**

**Перцев С.Н.**

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ, г. Санкт-Петербург, Россия

Потеря работоспособности гидropередач может происходить как по причине выхода любого параметра за пределы допустимой величины, так и вследствие нарушения функционирования гидropередач или их агрегатов [5].

Применение виброакустического метода позволяет снизить простой машин по техническим неисправностям. Ликвидировать неоправданную разборку отдельных механизмов и агрегатов и полнее использовать ресурсы отдельных узлов и агрегатов и машин в целом. Своевременно обнаружить неисправности и предупредить их дальнейшее развитие [1].

Разработанный в СПбГАУ виброакустический метод и технология диагностирования агрегатов гидropривода тракторов в условиях эксплуатации применим для определения состояния гидронасоса, распределителя и других агрегатов гидросистемы. В нем исследована связь и установлена зависимость диагностических параметров с показателями работы и технического состояния узлов гидронавесной системы на основе диагностирования по амплитудно-частотным характеристикам [3].

При увеличении межцентрового расстояния фактическая рабочая длина линии зацепления становится меньше расчётной, что ухудшает условие всасывания. В силу этого износ постелей подшипниковых обойм приводит к изменению производительности насоса. Следовательно, предполагается зависимость производительности насоса от зазора в подшипниках скольжения.

Наибольшие вибрации вызываются силами инерции вращающихся масс в шестеренчатом насосе. Неравномерный износ, увеличение зазора и дисбаланса приводит к увеличению вибрации на частоте, кратной частоте вращения вала насоса. Инерционные силы обусловлены величиной эксцентриситета. Увеличение эксцентриситета вызывается износом деталей и увеличением зазоров в сопряжении «подшипника - цапфа».

Центробежная сила является функцией периодической с периодом частоты вращения вала насоса. Вибрации, воспринимаемые измерительным преобразователем, по величине будут пропорциональны переменной составляющей эксцентриситета из-за роста сил инерции в переносном движении [2].

Амплитуда вибросигнала зависит от вязкости масла в гидросистеме, т.е. от температурного режима, который при диагностировании варьируется в пределах 50-55°C.

Для установления зависимости между техническим состоянием подшипника скольжения и колебаниями корпуса гидронасоса, на котором установлен первичный преобразователь, рассмотрена механическая система вынужденных колебаний. При помощи накладных вибропреобразователей, установленных на

объект диагностирования в плоскости, перпендикулярной оси вращения вала насоса определены теоретическая и экспериментальная зависимости диагностического параметра от подачи гидронасоса, которые имеют не линейный характер.

Методика предусматривает применение фильтра с как можно более узкой полосой пропускания. Эти ограничения для проведения диагностирования гидросистемы уже нашли применение при изготовлении фильтра прибора КИ-5891-ГОСНИТИ, применяемого при данных исследованиях, что позволило исключить влияние помех с частотами, отличными от оборотной, и одновременно исключить влияние неравномерности вращения дизеля. Коэффициент парной корреляции составил 0,85-0,94. Значение структурного параметра изменяются на 25,6% [4].

Применение разработанного метода позволит качественнее проводить диагностирование гидросистемы, снизить потери, исключить внедрение в замкнутый контур.

#### Список литературы

1. Глухов, В.В. Техническое диагностирование динамических систем. М. : Транспорт, 2000. – 96 с.
2. Перцев, С.Н. Определение технического состояния гидронавесной системы трактора / С.Н. Перцев, К.Е. Муравьев // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург - Пушкин, 23–25 января 2020 года. Том Часть 1. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2020. – С. 320–324.
3. Диагностирование и технологическая настройка как факторы повышения эффективности функционирования агрегатов зерноуборочных комбайнов / М.А. Новиков, Д.В. Бутусов, А.Н. Перекопский [и др.] // Экология и сельскохозяйственная техника: Материалы 3-й научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 05–06 июня 2002 года. Том 3. – Санкт-Петербург : Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук, 2002. – С. 296–302.
4. Новиков, М.А. Повышение эффективности функционирования самоходных уборочных машин на основе обеспечения их долговечности в условиях эксплуатации методами и средствами технического диагностирования: специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Новиков Михаил Алексеевич. – Санкт-Петербург, 1998. – 525 с.
5. Основы организации технического сервиса в агропромышленном комплексе: Учебник / И.Н. Кравченко, Ю.А. Кузнецов, А.В. Коломейченко [и др.]. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2022. – 452 с.

## **О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ РАЗЪЕМНЫХ ЗАЩИТНЫХ ЧЕХЛОВ ШАРНИРОВ РАВНЫХ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ**

**Пластинин Д.А., Бондарев А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ШРУС (шарнир равных угловых скоростей) является одной из важных деталей трансмиссии автомобиля. Этот шарнир соединяет два разных вала и позволяет им вращаться вместе. ШРУС используется в переднеприводных автомобилях, также он может быть установлен на карданной передаче, на приводном валу и в других местах [1].

Как правило, шарнир равных угловых скоростей хорошо защищен, но при эксплуатации автомобиля он может стать предметом внешнего воздействия – песок, грязь, пыль и другие мелкие частицы могут попасть в него [2]. В результате этого внутри ШРУСа может образоваться коррозия, повышенный износ, что приведет к неправильному вращению его элементов и последующему отказу шарнира.

Для того, чтобы защитить ШРУС от вредного внешнего воздействия используются защитные чехлы. Эти чехлы изготавливаются из различных материалов, например из резины, текстиля, полиэстера и других. Они препятствуют попаданию грязи, песка и пыли внутрь ШРУСа, что позволяет снизить риск его поломки и увеличить срок службы.

Защитный чехол ШРУСа можно приобрести как в магазинах автозапчастей, так и в интернете. Однако, он требует специальных навыков для установки и не может быть смонтирован в домашних условиях.

Для ускорения и удешевления процесса ремонта следует применять разъемные чехлы шарниров равных угловых скоростей, которые при немного большей стоимости в сравнении с традиционными, позволяют значительно сэкономить на восстановлении работоспособности узла трансмиссии и ускорить возвращение неисправной машины на линию.

При правильном использовании защитный чехол ШРУСа обеспечит дополнительную защиту трансмиссии вашего автомобиля и позволит эксплуатировать его более долгое время без риска поломки ШРУСа.

### **Список литературы**

1. Сахнов, А.В. Разработка пыльника для герметизации узлов машин / А.В. Сахнов, А.А. Добрицкий // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 346–348. – EDN UEСХЕI.

2. Патент № 2610321 С Российская Федерация, МПК F16D 3/84. Защитный чехол : № 2016100512 : заявл. 11.01.2016 : опубл. 09.02.2017 / А.В. Сахнов, С.В. Стребков, Л.Ю. Сахнова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN XVQMZD.

## МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ШАТУННЫХ ПОДШИПНИКОВ ДИЗЕЛЯ

Полюдов Г.Ю., Балабуев К.А., Ерзамаев М.П.  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Одними из основных ресурсных структурных параметров двигателей внутреннего сгорания являются зазоры в шатунных подшипниках. Величина этих зазоров характеризует потребность двигателя в капитальном ремонте. Известно много методов определения технического состояния шатунных подшипников. Однако, практическое применение находит только компрессорно-вакуумный метод диагностирования с использованием устройства КИ-11140М-ГОСНИТИ [1].

Он состоит из корпуса с закрепленным на нем индикатором (с ценой деления 1 мкм), пневматического приемника, фланца, уплотнителя, направляющей и штока.

Определение зазора в шатунных подшипниках происходит при неработающем двигателе. Для начала снимается форсунка и на её место устанавливается уплотнитель. Далее к боковой трубке присоединяется шланг компрессора с помощью быстросъёмной муфты. Поршень устанавливается на 0,5-1,0 мм ниже ВМТ на такте сжатия, коленчатый вал стопорится от проворачивания и через трубку б в цилиндре попеременно создаётся давление равное 200 кПа и разрежение 60 кПа, благодаря чему поршень поднимается или опускается. Суммарный зазор при этом фиксируется индикатором [1].

Основным недостатком данного метода является высокая трудоемкость диагностирования (0,6...0,8 чел./ч.) и относительно невысокая точность измерения (относительная ошибка измерения составляет 15...30%).

Хоть ранее было сказано, что широкое применение находит только компрессорно-вакуумный метод, наряду с ним есть ещё один не менее эффективный – инерционный метод. Для его применения используется аналогичное устройство. Единственное отличие от КИ-11140М-ГОСНИТИ – это отсутствие канала для подключения компрессора.

Суть этого метода заключается в следующем. Проводятся всё те же операции по установке прибора. Далее производится пуск двигателя и задаются максимальные обороты холостого хода. Вследствие чего поршень бьёт по штоку и стрелка на индикаторе перемещается от 0 до какого-то значения и обратно (т.е. скачет). Для удобства снятия показаний, перед пуском двигателя подкручивается вентиль, чтобы стрелка на индикаторе зафиксировалась. Конечное значение и будет показателем люфта в шатунном подшипнике.

Результаты сравнительных исследований инерционного и компрессорно-вакуумного методов диагностирования показали, что относительная погрешность определения суммарного зазора в шатунных подшипниках соответственно составляют 5,1 и 15,3%. Хронометраж продолжительности диагностирования показал, что применение инерционного метода снижает трудоемкость на 25%.

### Список литературы

1. Барыльникова Е.П., Гафиятуллин А.А., Кулаков О.А. Диагностика степени износа подшипников дизельного двигателя в процессе эксплуатации // Проблемы функционирования систем транспорта. – 2015. – С. 68–75.
2. Романченко, М.И. Диагностирование дизеля по моменту начала нагнетания топлива / М.И. Романченко, А.С. Новицкий // Сельский механизатор. – 2019. – № 12. – С. 40–42. – EDN MXEIZB.

## **О ПОВЫШЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ**

**Порицкий В.М., Новицкий А.С.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Существуют разнообразные модели коробок передач, которые устанавливаются на грузовики, произведенные ПАО «КАМАЗ», среди основных моделей стоит выделить – КПП 154. Это современная коробка передач для автомобилей КАМАЗ с экологическим классом двигателей Евро-2, Евро-3, Евро-4. Для моторов с однодисковым сцеплением.

В основе коробки 154 для КАМАЗ лежит основная коробка с пятью ступенями и делитель с двумя ступенями. Данный делитель также носит название мультипликатора. При более подробном рассмотрении механического устройства коробки можно выделить следующие компоненты системы: три вала (ведущий, ведомый и промежуточный); синхронизаторы; привод; передача и шестерни; муфта; картеры.

Для того чтобы изменить передачу, водитель должен отключить сцепление, после чего изменить положение рычага трансмиссии. Отдельного внимания заслуживает конструкция и расположение делителя. Он находится в левой части картера и состоит из специального опорного механизма, нескольких уплотнительных колец, изолятора, реактивной тяги и оси с рычагом.

При необходимости повышения передачи синхронизаторы позволяют соединить зубья ведущего вала и делителя. Этот процесс сопряжен со снижением крутящего момента, который проходит через колёса. Параллельно с этим возрастают обороты. Подобный принцип работы трансмиссии позволяет существенно повысить производительность и коэффициент полезного действия транспортного средства. В результате автомобиль движется с большой скоростью, затрачивая меньшее количество топлива.

В тот момент, когда происходит включение прямой передачи, мгновенно соединяются ведущие вала и преобразователь крутящего момента. Этот процесс осуществляется при помощи специальной муфты с зубьями. Благодаря этому становится возможной передача крутящего момента с полным сохранением имеющегося импульса.

При необходимости повышения передачи синхронизаторы позволяют соединить зубья ведущего вала и делителя. Этот процесс сопряжен со снижением крутящего момента, который проходит через колёса. Параллельно с этим возрастают обороты. Подобный принцип работы трансмиссии позволяет существенно повысить производительность и коэффициент полезного действия транспортного средства. В результате автомобиль движется с большой скоростью, затрачивая меньшее количество топлива.

По своей сути 154 модель коробки передач является обновленной и улучшенной версией модели 152. Новая модель предлагает ряд следующих пре-

имущества по сравнению с предшественником: произошло усиление всех используемых синхронизаторов; фиксация шестерен стала более надежной; управление мультипликатора стало значительно удобнее, осуществлено упрочнение деталей [2, 3].

Тем не менее КАМАЗ является крайне сложным устройством из-за своих конструктивных особенностей, поэтому работа с ним требует наличия у человека специализированных навыков. Одним из главных отличий в конструкции между системами 154 и 152 можно отметить использование новых подшипников в опорах валов. Теперь они обладают конусовидной формой, позволяющей достигать более высоких эксплуатационных характеристик.

**Основные отличия 154, 152 и 15 КПП КАМАЗ.**

Ключевое отличие между всеми этими моделями коробок заключается в устройстве опорного механизма, находящегося в верхней части. Стоит отметить, что старые механизмы довольно сильно визуально отличаются от новых образцов.

Главные отличия между КПП 15 и КПП 152: новая модификация включает в себя упрощенную версию механизма управления делителем; шлицы были усилены за счет увеличения высоты зубьев; переработана пневматическая система управления делителем; удален шпон, который находился между промежуточным валом в креплении шестеренок; решена проблема выключения 4 и 5 передач; подшипник новой модели стал более прочным; удален замковый механизм соединения вала и каретки для четвертой и пятой передач.

На момент написания данного материала стоимость новой трансмиссии составила около 300 тысяч рублей. Сразу стоит отметить, что данный механизм лучше покупать у официальных дилеров, чтобы гарантировать длительный срок эксплуатации устройства. Стоимость систем после капитального ремонта находится в диапазоне от 120 до 150 тысяч рублей.

#### **Список литературы**

1. Источник: <https://mazz.ru/vse-pro-kamaz/kpp-kamaz-v-chem-raznicza-152-i-154>.
2. Бондарев, А.В. Исследование дефектов полуоси колесного трактора классической компоновки / А.В. Бондарев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 246–251. – EDN OUOMVV.
3. Соловьев, Е.В. Дефекты полуоси полуразгруженного типа / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // 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. 105–109. – EDN KSCUKL.

## АНАЛИЗ ТЕРМООКСИЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Приказчиков М.С., Гужин И.Н., Иванов Д.А.  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Самарская область, г. Кинель,  
п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

В процессе эксплуатации любой трибосистемы, на неё оказывает влияние высокая температура, при которой масло подвергается необратимым процессам старения, уменьшается содержание присадок. Эти процессы приводят к снижению работоспособности масла, а использование таких компонентов могут повредить и увеличить интенсивность износа деталей механизмов [1, 3, 5].

Для анализа влияния продуктов окисления на противоизносные свойства минеральных моторных масел были отобраны следующие образцы: М-8Г<sub>2</sub>; М-10Г<sub>2к</sub>; Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC; ZIC X5000 15W-40.

Показатель способности масла противостоять старению (или термоокислительная стабильность) определяется путем анализа коэффициента поглощения светового потока при фотометрии окисленного масла, а также изменению летучести и вязкости [1, 2, 5].

Взвешивание выбранных образцов окисленного масла проводили с периодичностью в 8 часов (температуре 180°C при перемешивании мешалкой со скоростью вращения  $300 \pm 2$  об/мин) с целью регулирования массы испарившегося за этот промежуток времени масла [2]. Затем выбирали подходящие образцы для анализа вязкости и фотометрии для определения коэффициента поглощения светового потока. Фотометрирование проводили при толщине фотометрического слоя 2 мм, продолжительность испытаний определяли по времени достижения коэффициентом поглощения светового потока значений  $K_{\Pi} = 0,7...0,8$  ед. [4].

Проанализировав полученную информацию, были сформулированы следующие выводы: зависимость коэффициента конверсии от времени проведения опыта характеризуется двумя линейными зависимостями, что объясняется образованием продуктов разной оптической плотности. В первом случае прослеживается увеличение концентрации первичных (растворимых) продуктов окисления. Во втором – образование вторичных (гелеобразных) продуктов, которые имеют более высокую оптическую плотность.

Наличие вторичных продуктов определяли центрифугированием окисленных образцов при  $K_{\Pi} > 0,5$  ед. Начало образования вторичных продуктов определялось во второй линейной зависимости  $K_{\Pi} = f(t)$  до пересечения с осью отсуствий.

Были получены следующие результаты времени начала процесса окисления и образования вторичных продуктов от начала испытания соответственно: для М-8Г<sub>2</sub> – 0,11 ч. и 10,0 ч.; для М-10Г<sub>2к</sub> – 0,5 ч. и 10,0 ч.; для Лукойл Стандарт (10W-40 SF/CC) – 2,0 ч. и 17,5 ч.; ZIC X5000 (15W-40) – 0,87 ч. и 4,5 ч.

Анализируя полученные данные, можно сказать, что наибольшая площадь стойкости к окислению и образованию вторичных продуктов определяется для масла Лукойл Стандарт (10W-40) равная 2 ч и 17,5 ч соответственно. Данное масло показало лучшие результаты по стойкости к окислению и образованию вторичных продуктов. Время достижения коэффициентом поглощения светового потока значения 0,8 ед. для испытуемых масел составило: 75 ч для М-8Г2; 67,2 ч для М-10Г2к; 57,4ч для Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC и 44,7ч для ZIC X5000 15W-40.3, т.е. наибольший потенциальный ресурс создается у масла М-8Г2. Масла Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC и ZIC X5000 15W-40 относятся к разным группам и отличаются по ресурсу, несмотря на то, что масло Лукойл Стандарт 10W-40 SF/CC, относящееся к низшей группе SF, оно превосходит масло с наивысшей классификации ZIC X5000 15W-40 SN.

Анализируя представленные результаты, можно сделать вывод, что изменение термоокислительной стабильности является первым признаком снижения ресурса и служит основным показателем при определении ресурса смазочных материалов. Поэтому основным направлением повышения ресурса и надежности двигателя является регулярный контроль состояния моторного масла.

#### Список литературы

1. Стребков С.В. Механизмы защиты поверхности трения смазочной средой // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : материалы XXII международной научно-производственной конференции. Майский : Издательство: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. С. 234–236.
2. Ковальский Б.И. Методика идентификации смазочных масел / Б.И. Ковальский, М.М. Рунда, А.В. Берко, А.В. Юдин // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. № 8. 2013.
3. Основы трибологии (трение, износ, смазка): учебник для технических вузов. 2-е изд. перераб. и доп. / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др.; под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М. : Машиностроение, 2001. – 664 с.
4. Рунда М.М. Процессы самоорганизации в минеральных моторных маслах при окислении / М.М. Рунда, А.В. Берко, Б.И. Ковальский // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. Вып. 2. – 2011. – С. 67–71.
5. Стребков С.В., Ветров В.П. Теоретическое обоснование концентрации присадки к смазочным материалам для трибокомпенсации утраченных свойств при ремонте узлов и агрегатов // Цифровые и инженерные технологии в АПК : материалы национальной научно-производственной конференции. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. С. 69–72.

## АНАЛИЗ МОЮЩИХ СВОЙСТВ АВТОШАМПУНЕЙ

**Приказчиков М.С., Кужанбаев Р.М., Полюдов Г.Ю.**  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Самарская область, г. Кинель,  
п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

Перечень операций ежесменного технического обслуживания автомобилей включает в себя моечные работы. От качества проведения данного вида работ зависит не только внешний вид, но и сохранность лакокрасочного покрытия автомобиля. В настоящее время мойка автомобилей может производиться как силами самого водителя, так и на специализированных мойках [2, 3]. Различают следующие основные виды организации моечных работ [1]:

*Ручная контактная* – как правило проводится силами водителя. Достоинства – низкая себестоимость, недостатки – высокие затраты труда, возможные повреждения лакокрасочного покрытия.

*Автоматическая контактная* – производится на специализированных сервисах. При контактной мойке используются вращающиеся щетки, которые совместно с водой и моющим средством отмывают загрязнения. Достоинства – высокое качество при низкой себестоимости за счет массовости моек; недостатки – возможно повреждение лакокрасочного покрытия.

*Бесконтактная* – осуществляется с помощью установок высокого давления. Очистка от загрязнений происходит за счет их смыва струями воды под давлением. Может производиться как ручным (силами водителя), так и автоматизированным способами.

При различных способах мойки стойкие загрязнения отмыть водой не всегда получается. Поэтому для нейтрализации стойких загрязнений используют специализированные моющие средства – автошампуни. От качества автошампуней будет зависеть в итоге и качество, а также стоимость мойки.

Объектом исследования служили автошампуни следующих марок, приобретенные в розничной сети:

1. «Foam Hard» марки ASTRO him с полирующим эффектом.
2. «Элтранс» с полирующим эффектом.

Характеристики автошампуня ASTROhim Active Foam HARD. Стоимость 1 л – 690 руб. Концентрат, разработанный для мойки автомобильного транспорта, в том числе и в жесткой воде при очень сильных загрязнениях. Обладает высокой моющей способностью, благодаря содержанию в своем составе высокотехнологичных поверхностно-активных веществ последнего поколения.

Характеристики автошампуня Eltrans с полирующим эффектом. Стоимость 1 л – 974 руб. Концентрат с высоким содержанием поверхностно-активных веществ, разработанный специально для удаления самых стойких дорожных загрязнений с любых видов лакокрасочного покрытия, стекол, пластиковых и резиновых деталей автомобиля. Обладает полирующим эффектом.

Для проведения анализа использовался портативный аппарат высокого давления Karcher K4 Full Control.

Технология мойки заключалась в следующем. Автомобиль первоначально омывался водой, затем автошампунь разводился в необходимом количестве воды в соответствии с инструкцией производителя, после чего аппаратом высокого давления наносился на поверхность автомобиля. Согласно рекомендациям производителя, выдерживался на поверхности 2-3 мин. Далее смывался водой. Кузов протирался насухо замшей или чистой тряпкой.

Оценивались следующие показатели эффективности работы автошампуня:

- способность пены удерживаться на поверхности, не стекая (для лучшей очистки);

- отмывающая способность шампуня;

- наличие разводов и потеков;

- внешний вид после мойки (полирующий эффект).

Анализ моющих свойств проводился визуально после нанесения испытуемых шампуней.

Результаты испытаний автошампуня ASTROhim Active Foam HARD. Химия очень плохо вспенивается, получается водянистая, и за 2 минуты вся сама стекает, ничего не успевая отмыть. Оставляет грязные потёки и разводы. Мыть ею можно только арки колёс, нанося её по 2 раза, для мойки кузова подходит мало.

Вывод: неудовлетворительные моющие свойства.

Результат испытания автошампуня Eltrans с полирующим эффектом. Пена воздушная, лёгкая, лежит на вертикальной поверхности, за 2 минуты стекли только верхние 15 см. В арках и на горизонтальных поверхностях он вообще не стекает, хорошо отмачивает грязь. Практически не оставляет грязных потёков и разводов.

Вывод: хороший автошампунь по средней цене.

#### Список литературы

1. Виды мойки автомобиля их достоинства и недостатки [Электронный ресурс]. <https://wheelnews.ru/vidy-moyki-avtomobilya-ih-dostoinstva-i-nedostatki> (дата обращения: 24.03.2023).

2. Тойгамбаев С.К. Мойка автомобилей с минимизацией ущерба окружающей // Аспирант и соискатель. 2015. № 4 (88). С. 111–115.

3. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 76 с. – EDN TXCLKE.

## ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ

Рембалович Г.К.

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Постоянный рост стоимости парка сельскохозяйственных машин в современных условиях рыночной экономики требует от инженерной службы разработки новых подходов к правилам хранения, позволяющих решить основные проблемы сохранности сельскохозяйственной техники [1, 2]. Для машин, эксплуатируемых в сельском хозяйстве и перерабатывающей промышленности, коррозия и ее предотвращение являются серьезной проблемой [3]. Защита от коррозии является сложной и важной задачей, от решения которой зависит надежность эксплуатации техники [4]. Затраты на предотвращение коррозии связаны с условиями воздействия, плановым осмотром и техническим обслуживанием, проектированием конструктивных деталей, спецификациями защиты и т.д. На стоимость первоначальной защиты от коррозии влияют детали металлоконструкций, но в процессе эксплуатации коррозионные процессы могут существенно повлиять на затраты на техническое обслуживание и производительность системы защиты от коррозии. Таким образом, проще и экономичнее спроектировать конструкцию в соответствии с методом защиты, чем принимать запоздалые меры противодействия коррозии. Как показывает практика, к сожалению, уже в течение первого года эксплуатации на поверхностях сельскохозяйственных машин возникают очаги коррозионного разрушения [5].

Методы защиты от коррозии можно разделить на две категории:

- пассивные методы, т.е. системы, предотвращающие химическую реакцию;
- активные методы, т.е. системы, изменяющие химическую реакцию путем модификации используемых реагентов.

Пассивные покрытия представляют собой широкую категорию, включающую органические, неорганические, металлические и неметаллические покрытия: они представляют собой смесь смол, пигментов, наполнителей и растворителей, которые образуют жидкость для нанесения на поверхность конструкции. Такие покрытия также делятся на две основные категории: термореактивные и термопластичные. После высыхания химический состав термореактивной краски отличается от состава влажной краски и больше не может быть удален растворителем. Влажный и сухой термопласты отличаются только отсутствием растворителя в сухом покрытии и могут быть удалены простым повторным введением растворителя в сухое связующее и пигмент. Поскольку термопласты могут быть удалены растворителями, их использование ограничено из-за потенциального присутствия углеводородных растворителей.

Активные антикоррозионные покрытия основаны на трех основных принципах, первым является эффект разделения, который достигается простым разделением химических веществ. Второй принцип заключается в ингибирующем

эффекте: грунтовки, наносимые на поверхность, иногда содержат пигмент, препятствующий коррозии, такой как хромат цинка, фосфат цинка или неорганический цинк. Третий принцип - это расходный эффект: в расходных покрытиях используется металл (обычно цинк), который является анодом по отношению к стали. В присутствии электролита устанавливается гальванический элемент, и вместо основного металла корродирует расходное покрытие. Концепция расходных покрытий во многом схожа с принципом нанесения ингибирующих покрытий. Однако в случае покрытий, богатых цинком, цинк действует как анод для стали, и в случае разрыва пленки покрытия стальная подложка, как правило, все еще защищена.

Одним из наиболее важных факторов при проведении антикоррозионной защиты является подготовка поверхности перед нанесением покрытия. Основным требованием к обычным покрытиям является то, что они наносятся на чистую, сухую поверхность, свободную от водорастворимых материалов, и маслянистых остатков, которые снижают адгезию наносимых покрытий. Степень шероховатости поверхности, контроль влажности и температуры воздуха и стали во время нанесения, а также надлежащий уход за поверхностью во время отверждения могут обеспечить долговечность покрытия. До сих пор на нанесение антикоррозионных покрытий большое влияние оказывали также погодные условия.

#### Список литературы

1. Перспективное решение для повышения сохранности сельскохозяйственной техники при хранении / К.А. Забара, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Вестник РГАТУ. 2021. № 1. С. 120–128.
2. Повышение сохранности сельскохозяйственной техники при хранении / К.А. Забара, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, В.А. Киселев // Вестник РГАТУ. 2022. № 4. С. 133–144.
3. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Наседкин Г.И. К вопросу увеличения срока службы оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы международной конференции. Белгород. 2015. Том 2. С. 24–25.
4. Забара К.А., Шемякин А.В., Терентьев В.В., Андреев К.П. Коррозионное разрушение техники: обзор // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы международной науч.-практ. конф. Минск. 2022. № 9. С. 464–466.
5. Забара К.А., Шемякин А.В., Терентьев В.В. Причины коррозионного разрушения сельскохозяйственной техники в период ее длительного хранения // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: материалы Национальной науч.-практ. конф. Рязань. 2022. С. 100–105.

## УРАВНЕНИЯ БАЛАНСОВ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА В ВЕДОМОМ РЕЖИМЕ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНЫХ И УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ТОЧЕК БЕГОВОЙ ДОРОЖКИ ШИНЫ И КОЛЕСА

**Романченко М.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

При составлении балансов колеса для аналитического описания процесса его качения в различных режимах обычно применяют в качестве расчетного параметра либо динамический радиус [1, 2], либо радиус качения в свободном режиме [3-5].

При реализации ведомого режима качения колеса к его оси прикладывается продольная толкающая сила  $P_x$ . Ей противодействует продольная реакция  $R_x$  опорной поверхности, действующая в противоположном направлении в плоскости контактной площадки беговой дорожки шины (КП БДШ), причем

$$P_x = R_x. \quad (1)$$

Эти две силовые составляющие необходимы для преодоления момента сопротивления деформации шины  $M_{\text{деф}}$ .

Под действием продольной толкающей силы  $P_x$  ось колеса перемещается на определенное расстояние  $s_0$  при повороте колеса на угол, равный центральному углу  $\alpha_{\text{кп}}$  КП БДШ. Это расстояние  $s_0$  оказывается больше, чем длина  $l_{\text{кп}}$  КП БДШ, на некоторую величину  $\Delta s$

$$\Delta s = s_0 - l_{\text{кп}}. \quad (2)$$

Длина  $l_{\text{кп}}$  равна длине пройденного осью колеса пути при его качении в свободном режиме и пропорционально связана с радиусом  $r_{\text{кк}}$  качения колеса в этом режиме

$$l_{\text{кп}} = r_{\text{кк}} \alpha_{\text{кп}}, \quad (3)$$

а расстояние  $s_0$  связано с радиусом  $r_{\text{кв}}$  качения колеса в ведомом режиме

$$s_0 = r_{\text{кв}} \alpha_{\text{кп}}. \quad (4)$$

Затраты энергии при перемещении оси колеса на расстояние  $s_0$

$$A_{\text{пер}} = P_x s_0. \quad (5)$$

Каждая элементарная точка КП БДШ в процессе движения при повороте колеса вокруг оси на угол  $\alpha_{\text{кп}}$  меняет свое линейное и угловое положение относительно оси колеса соответственно на расстояние, равное длине  $l_{\text{кп}}$  КП БДШ, и на угол, равный центральному углу  $\alpha_{\text{кп}}$  КП БДШ, с переходом от крайней передней части КП БДШ к крайней задней ее части.

Относительно текущей координаты оси колеса каждая элементарная точка КП БДШ совершает относительно прямолинейное движение, равное длине  $l_{\text{кп}}$  КП БДШ, в процессе поворота этой точки относительно оси колеса на угол  $\alpha_{\text{кп}}$ .

Затраты энергии на это движение составляют

$$A_{\text{дв}} = R_x l_{\text{кп}}. \quad (6)$$

Разность между  $A_{\text{пер}}$  и  $A_{\text{дв}}$  отражает затраты энергии на скольжение элементов КП БДШ по плоской опорной поверхности

$$A_{ск} = A_{пер} - A_{дв}. \quad (7)$$

Затраты энергии на преодоление момента сопротивления деформации шины  $A_{деф}$  определяются выражением

$$A_{деф} = M_{деф} \alpha_{кп}. \quad (8)$$

Совокупная энергия  $A_k$ , трансформируемая на колесе, определяется суммой двух составляющих

$$A_k = A_{деф} + A_{ск}. \quad (9)$$

С учетом выражений (9), (8), (7), (6), (5) и (4) баланс энергии выглядит таким образом

$$A_k = P_x r_{кв} \alpha_{кп} = M_{деф} \alpha_{кп} + R_x (r_{кв} - r_{кс}) \alpha_{кп}. \quad (10)$$

Баланс мощности при угловой скорости  $\omega_k$  вращения колеса

$$N_k = P_x r_{кв} \omega_k = M_{деф} \omega_k + R_x (r_{кв} - r_{кс}) \omega_k. \quad (11)$$

Баланс моментов получим из предыдущего выражения

$$P_x r_{кв} = M_{деф} + R_x (r_{кв} - r_{кс}). \quad (12)$$

или

$$M_{деф} = P_x r_{кс}. \quad (13)$$

Баланс сил после преобразования выражения (13) с учетом выражения (1)

$$R_x = \frac{M_{деф}}{r_{кс}} = P_x. \quad (14)$$

Структура уравнений балансов при качении колеса в ведомом режиме свидетельствует о правомерности применения в качестве основного расчетного параметра радиуса качения колеса в свободном режиме  $r_{кс}$ , а не любого другого, например, динамического радиуса колеса.

### Список литературы

1. Коптилов В.И., Пархоменко Л.Б. Анализ уравнений силового и мощностного баланса ведущего колеса автомобиля // Нефть и газ Западной Сибири: материалы международной научно-технической конференции. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. – Т. 3. – С. 206–209.
2. Коптилов В.И. О кинематическом и динамическом радиусе колеса с пневматической шиной // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2016. – Т. 1. – С. 191–198.
3. Пожидаев С.П. О некоторых уточнениях теории качения эластичного колеса // Автомобильная промышленность, 2013. – № 12. – С. 13–15.
4. Пожидаев С.П. О теории качения эластичного колеса с позиции механики // Автомобильная промышленность, 2014. – № 11. – С. 16–17.
5. Романченко М.И. Уравнения балансов при качении колеса в ведущем режиме на основе линейных и угловых перемещений точек шины и колеса // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. Том 1. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 151–152.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ШИНЫ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРОВ РАДИАЛЬНОГО ПРОГИБА ШИНЫ

**Романченко М.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Расчет параметров сопротивления шины при качении колеса в свободном режиме может быть существенно упрощен на основе подобия процессов качения колеса и деформации шины при ее статическом обжатии нормальной (вертикальной) нагрузкой.

На катящееся в свободном режиме колесо действует исключительно крутящий момент [1]. Продольная сила отсутствует. Сопротивление качению оказывает момент  $M_{\text{деф}}$  сопротивления деформации элементов беговой дорожки шины (БДШ). Его можно определить из условия равенства работы, затраченной на перемещение крайней элементарной точки БДШ из одного экваториального положения в другое противоположное двумя разными способами. Первый способ предполагает продольное горизонтальное перемещение колеса при повороте его на угол  $180^\circ$  вокруг своей оси, а второй – вертикальное [2, 3]. При этом преследуется одна и та же цель – угловое перемещение шины из одного положения в другое.

Первый способ заключается в перекачивании колеса по опорной поверхности на расстояние  $S_{\pi} = \pi r_{\text{к с}}$  при повороте его вокруг оси на  $180^\circ$ . Величиной  $r_{\text{к с}}$  обозначен радиус качения колеса в свободном режиме. Затраченная на перемещение колеса работа определяется выражением

$$A_{\pi} = M_{\text{деф}} \pi. \quad (1)$$

Второй способ заключается в трех последовательных действиях. Первым действием колесо, нагруженное весом  $G_{\text{к}}$ , поднимают вверх, прикладывая к его оси постепенно возрастающую внешнюю поддерживающую вертикальную силу  $R_z$  до отрыва элементов БДШ от опорной поверхности.

Вторым действием поворачивают поднятое колесо с отрывом от поверхности вокруг оси на  $180^\circ$ . Третьим действием постепенно уменьшают поддерживающую внешнюю силу  $R_z$ , в результате чего увеличение нагрузки  $G_{\text{к}}$  приводит к плавному опусканию колеса на опорную поверхность до достижения конечного положения, определяемого величиной радиального (нормального) прогиба шины при ее статической деформации  $h_{\text{ст}} = r_{\text{с}} - r_{\text{ст}}$ .

При наличии криволинейной зависимости силы  $G_z$  от упругого прогиба шины  $h_z$  [4-8] работу при втором способе можно определить по формуле

$$A_{\text{деф}} = G_{\text{к}} h_{\text{ст}} - \int_0^{h_{\text{ст}}} G_z(h_z) dh_z. \quad (2)$$

Таким образом, при каждом из способов соблюдаются тождественные условия: угол поворота колеса одинаков и равен  $180^\circ$ , в плоскости опорной по-

верхности продольная сила отсутствует, наблюдается знакопеременная деформация элементов БДШ.

Из равенства работ  $A_{\pi} = A_{\text{деф}}$  момент сопротивления деформации элементов БДШ составляет

$$M_{\text{деф}} = \frac{G_{\text{к}} h_{\text{ст}} - \int_0^{h_{\text{ст}}} G_z(h_z) dh_z}{\pi}. \quad (3)$$

Условная сила сопротивления качению шины в свободном режиме

$$P_{f c} = \frac{G_{\text{к}} h_{\text{ст}} - \int_0^{h_{\text{ст}}} G_z(h_z) dh_z}{\pi r_{\text{к с}}}. \quad (4)$$

Коэффициент сопротивления деформации шины в свободном режиме

$$f_{\text{к с}} = \frac{G_{\text{к}} h_{\text{ст}} - \int_0^{h_{\text{ст}}} G_z(h_z) dh_z}{G_{\text{к}} \pi r_{\text{к с}}}. \quad (5)$$

Для применения формул (3), (4) и (5) достаточно располагать аналитическим дифференцируемым выражением нагрузочно-упругой характеристики шины и справочными данными о радиусе ее качения при фиксированной нормальной нагрузке на колесо.

#### Список литературы

1. ГОСТ 17697–72. Автомобили. Качение колеса. Термины и определения. Введен 07.01.1973. – М. : Изд-во стандартов, 1972. – 24 с.
2. Романченко М.И. Сопротивление деформации шины при качении колеса // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 7. – С. 20–23.
3. Романченко М.И. Определение сопротивления деформации шины при качении колеса с использованием статических параметров шины // Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, Майский, 01 декабря 2022 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 38–41.
4. Воронин В.В., Кондрашов В.Н., Тимаев Д.М. Механические характеристики автомобильных шин // Известия МГТУ МАМИ. – 2010. – № 2. – С. 20–23.
5. Рыков С.П., Тарасюк В.Н., Коваль В.С. Исследования пневматических шин при комплексном нагружении колеса // Системы. Методы. Технологии. – 2012. – № 3. – С. 17–21.
6. Рыков С.П., Тарасюк В.Н. Исследования выходных характеристик пневматических шин. Поглощающая способность // Системы. Методы. Технологии. – 2010. – № 2. – С. 19–30.
7. Балакина Е.В., Кочетов М.С., Сарбаев Д.С. Методика расчета нормальной жесткости наклоненного колеса // Пром-Инжиниринг: труды VI Всероссийской научно-технической конференции, Москва, Челябинск, Новочеркасск, Волгоград, Сочи, 18–22 мая 2020 года. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – С. 9–13.
8. Ларин В.В. Зависимости вертикальной деформации пневматических шин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2013. – № 12. – URL: <https://rucont.ru/efd/276685> (дата обращения: 22.03.2023).

## КОНСЕРВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Сазонов Д.С., Ерзамаев М.П., Гужин И.Н.  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

Сезонная эксплуатация сельскохозяйственной техники приводит к тому, что машины и орудия длительное время хранятся на открытых площадках. В процессе длительного хранения техника подвергается воздействию атмосферным факторам, которые вызывают коррозию. Несвоевременная и некачественная защита приводит к увеличению скорости коррозии стали до 0,1 мм в год [1, 2].

Для защиты сельскохозяйственной техники применяют консервационные материалы, такие как пленкообразующие ингибиторные нефтяные составы (ПИНСы), защитные битумные составы, жидкие консервационные и пластичные смазки, которые производятся из нефтяных масел. При этом они обладают низкой экологической чистотой и приводят к загрязнению почвы, воды и окружающей среды.

Альтернативой консервационным материалам из нефтяных масел являются растительные масла и продукты их переработки. Наличие в них значительного количества ингибирующих компонентов позволяет использовать их в качестве ингибиторов коррозии. При малой толщине защитной пленки (20-30 мкм) данные составы обладают достаточной защитной эффективностью. Составы на основе рапсового масла с добавкой отходов более эффективны при защите металлической поверхности от атмосферной коррозии, чем на основе подсолнечного масла [3, 4, 5].

На кафедре «Технический сервис» ФГБОУ ВО Самарский ГАУ были проведены коррозионные исследования с периодической конденсации следующих составов растительных масел: пальмового масла; рапсового масла; подсолнечного масла; состава из 50% рапсового масла и 50% пальмового масла и состав из 50% подсолнечного масла и 50% пальмового масла. Исследования проводились на пластинках, изготовленных из стали Ст3сп в течение 35 дней. По потерям массы пластинок рассчитывалась скорость коррозии и определялась степень защиты.

Наибольшие потери массы после удаления продуктов коррозии были получены для подсолнечного масла, рассчитанная скорость коррозии составила 0,14 г/м<sup>2</sup>·сутки, а его защитная эффективность составила 11%. Рапсовое масло обеспечивает снижения скорости коррозии до 0,1 г/м<sup>2</sup>·сутки, а пальмовое до 0,08 г/м<sup>2</sup>·сутки. Несмотря на то, что толщина нанесенного слоя состава пальмового масла превышала в несколько раз толщину других составов, его степень защиты составила 51%.

Растительный состав из 50% рапсового масла и 50% пальмового масла обеспечивает наилучшую степень защиты стали конструкционной углеродистой обыкновенного качества Ст3сп около 72%.

Таким образом, растительные составы с содержанием пальмового и рапсового масел не уступают по защитной эффективности консервационным материалам из нефтяных составов. Растительные масла могут применяться для временной защиты рабочих органов сельскохозяйственной техники от атмосферной коррозии, при этом они являются экологическими безопасными средствами временной противокоррозионной защиты.

#### Список литературы

1. Троеглазов А.А. Аналитическое прогнозирование скорости коррозии стали в Самарской области // Материалы 64-й студенческой научно-практической конференции инженерного факультета ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет». – 2019. – С. 53–56.
2. Оратинский, Д.В. О хранении техники / Д.В. Оратинский, А.В. Бондарев // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 24–25 февраля 2021 года. Том 3. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 123.
3. Голубев М.И. Новые материалы для защиты лесных машин от коррозии // Лесной вестник / Forestry bulletin. – 2013. – № 1 (93). – С. 40–41.
4. Урядников А.А., Камышова М.А., Цыганкова Л.Е. Защита стали от атмосферной коррозии покрытиями на основе растительных масел и отходов их производства // Вестник российских университетов. Математика. – 2012. – Т. 17. – № 4. – С. 1147–1151.
5. Новицкий, А.С. Комплексный критерий оценки эксплуатационных свойств моторных масел / А.С. Новицкий, Е.С. Батырев // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 53–55. – EDN ZWASUH.

## СПОСОБ РЕМОНТА ГАЙКИ СЛЕСАРНЫХ ТИСКОВ

**Сахнов А.В., Фоменко Ю.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия  
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова»

Тиски – это устройство, предназначенное для фиксации заготовок при машинной или ручной обработке. Широко применяют тиски при обработке материалов из металла, дерева, пластика и других материалов при единичном или мелкосерийном производстве [1-3].

В конструкции тисков есть ходовой винт, на котором выполнена трапецидальная резьба по ГОСТ 9484 или упорная резьба по ГОСТ 10177.

Нарезание резьбы под ходовой винт для тисков с шириной губок более 63 мм непосредственно в корпусных деталях не допускается.

Чаще всего тиски выпускают в соответствии с ГОСТ 4045-75 Тиски слесарные с ручным приводом для продажи через розничную торговую сеть.

Научной новизной является способ восстановления гайки ходового винта тисков [4-5].

Для реализации предлагаемого способа вырезают, например, с помощью угловой шлифовальной машинки, из гайки ее резьбовую часть. Поскольку резьба нарезана не на всю длину гайки, рез выполняли по направлению А-А, как показано на рисунке 3. Толщина реза угловой шлифовальной машинки (толщина шлифовального круга) должна быть не меньше шага резьбы.

После разрезания гайки по направлению А-А соединяют и закрепляют разрезанные ее части, например, в тисках. Разрезанные части гайки после соединения их на винте необходимо «прихватить» при помощи сварки.

После «прихватывания» разрезанных частей гайки посредством сварки необходимо вывернуть винт и хорошо заварить сопряженные элементы. При сварке необходимо следить за тем, чтобы сварочная ванна не повредила резьбу [6-8]. В случае повреждения резьбы ее необходимо восстановить любым известным способом [9].

Испытания на надежность проводились на отремонтированных тисках с шириной губок 80 мм.

После ремонта гайки и сборки тисков провели их испытания, посредством фиксации в них заготовки.

В соответствии с ГОСТ 4045-75 для ширины губок 80 мм тиски должны выдерживать крутящий момент 147,0 Н·м. При этом нагрузка прикладывалась к рукоятке на расстоянии 30 мм от ее торца.

В соответствии с требованиями безопасности рукоятка тисков и накладные планки не должны иметь забоин и заусенцев. Отверстие головки винта должно иметь с двух сторон округления для предохранения руки рабочего от защемле-

ния. Тиски должны иметь устройство, предотвращающее полное вывинчивание ходового винта из гайки.

Плавность хода подвижных частей тисков проверяли путем трехкратного перемещения их вручную на полную величину хода.

Предложенный способ ремонта тисков позволит восстановить их работоспособное состояние, при этом можно будет сэкономить на приобретении новой дорогостоящей гайки.

#### Список литературы

1. Колесников И.А. Капитальный ремонт зажимов столярного верстака // Школа и производство. 2016. № 3. С. 18–20.
2. Муницын Л.И. Ремонт винта тисков столярного верстака // Школа и производство. 2012. № 8. С. 14–20.
3. Кученов Г.Г. Работа над проектом «Верстак столярный многофункциональный» // Школа и производство. 2014 № 8. С. 14–18.
4. Баранов Л.Ф. Техническое обслуживание и ремонт машин: Учеб. пособие. (сер. «Учебники XXI века»). Ростов н/Д: Феникс, 2001. 416 с.
5. Lempe J. Gewindeschneiden oder Gewindeformen in der Kleinteilmassenfertigung. «Metallverarbeitung», 1976, Nr. 5, S. 131–134.
6. Пат. 2 782 367 Способ восстановления резьбовых соединений Сахнов А.В., Стребков С.В., Бондарев А.В., Новицкий А.С., Сахнова Л.Ю., Оpubл. 26.10.2022 Бюл. № 30.
7. Пат. 2 782 369 Способ восстановления резьбового соединения Сахнов А.В., Стребков С.В., Бондарев А.В., Новицкий А.С., Сахнова Л.Ю., Оpubл. 26.10.2022 Бюл. № 30.
8. Сахнов А.В., Фоменко Ю.В. Способ ремонта гайки ходового винта Вестник БГТУ им В.Г. Шухова. 2022. № 11. С. 120–127.
9. Сиваченко Л.А. Современное технологическое машиностроение. Основные положения // Инженер-механик. 2010. № 4. С. 10–20.

## **АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**Скопцова Ю.А., Исаева С.Д., Гужин И.Н.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Самарская область, г. Кинель,  
п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

Сегодня рынок предлагает нам очень большой перечень моторных масел. Мы часто сталкиваемся с рекламой на различных каналах о том, как моторное масло спасает двигатель и снижает износ. Существует множество видов моторных масел и иногда бывает сложно выбрать подходящее [1]. Однако для определенного двигателя внутреннего сгорания требуется моторное масло, отвечающее требованиям производителя автомобиля.

Моторное масло считается смазывающей жидкостью, защищающей от коррозии металл, покрывающей комплектующие двигателя, которые трутся друг об друга, в тоже время образуя на них пленку для защиты.

И для определения показателей качества моторного масла мы провели исследование, состоящее из определения температуры вспышки в открытом тигле, вязкости и щелочного числа.

Для определения температуры вспышки в открытом тигле мы использовали аппарат ПЭ-ТВО.

Невысокая температура вспышки и воспламенения свежих масел показывает на наличие в масле легких углеводородов (топлива). Согласно ГОСТ качественные моторные масла имеют температуру вспышки выше 200°C. Невысокая температура вспышки моторного масла влияет на его испарение и соответственно такое масло будет больше расходоваться в процессе эксплуатации (так называемый угар масла). Температура вспышки исследуемых образцов моторного масла составила соответственно 219°C и 223°C. Оба испытуемых масла имеют температуру вспышки больше 200 градусов, тем самым оправдывая свои характеристики.

Далее, двумя способами мы определили вязкость двух масел М1 и М2. Вязкость моторного масла проверяется с помощью вискозиметров: для экспресс-контроля, и вискозиметром Энглера.

Первый способ по определению вязкости мы сделали с помощью вискозиметра для экспресс-контроля. Он рассчитан на определение вязкости масел класса М-10.

Проведя опыт, было выявлено, что масла М1 и М2 менее вязкие по сравнению с опытным образцом М-10.

Второй опыт мы провели с помощью вискозиметра Энглера.

Данный прибор состоит из резервуара для испытуемой жидкости и ванны, являющейся термостатом для поддержания необходимой температуры.

Опыт мы провели в трехкратной повторности, определили среднюю арифметическую времени истечения жидкости.

Через каждые 10°С произвели аналогичные замеры до 100°С и определили значения вязкости при каждом значении температуры. По полученным значениям вязкости построили график зависимости вязкости от температуры.

По номограмме определили индекс вязкости, который показывает «пологость» вязкостно-температурной кривой. Индекс вязкости составил 146 (минимальное значение по стандарту составляет 90).

И последний опыт, который мы провели – это контроль щелочного числа моторного масла, которое характеризует моющие свойства масла и наличие в нем присадок [2].

Контроль проводился при помощи прибора для измерения щелочного числа портативной лаборатории ПЛАМ-1. По щелочному числу свежего масла проверяют его принадлежность к определенной группе и судят о запасе нейтрализующих свойств масла.

В ходе исследования было выявлено, что полусинтетические масла М1 и М2 получили почти равные значения, М1 имеет значение щелочного числа равное 4,0, а М2 равное 4.5.

Разница небольшая, щелочное число не превышает максимального значения, показатели положительные, отсюда делаем вывод, что масла М1 и М2 относятся к группе качества Д, то есть они пригодны для дальнейшего использования в форсированных бензиновых двигателях.

Анализируя показатели испытуемых моторных масел, можно сделать вывод, что масла М1 и М2 пригодны для применения в автомобильной технике, так как соответствуют ГОСТу по проверенным показателям.

#### Список литературы

1. Стребков С.В. Механизмы защиты поверхности трения смазочной средой // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : материалы XXII международной научно-производственной конференции. Майский : Издательство: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. С. 234–236.

2. Стребков С.В., Ветров В.П. Теоретическое обоснование концентрации присадки к смазочным материалам для трибокомпенсации утраченных свойств при ремонте узлов и агрегатов // Цифровые и инженерные технологии в АПК : материалы национальной научно-производственной конференции. Майский : Издательство: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. С. 69–72.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕСНОГО ДИСКА ТРАКТОРА

Слободюк А.П., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород

Трактор Massey Ferguson 8737 – передовая модель, рассчитанная на широкий спектр работ. Благодаря различным приспособлениям и навесным опциям трактор с заводским индексом 8737 способен работать в сельском хозяйстве, в строительстве, в жилищно-коммунальном хозяйстве, участвовать в транспортных операциях и т.д. [1]. В частности, в основном спектре задач (сельском хозяйстве) данный аппарат можно использовать в окучивании, культивации, бороновании, вспахивании и других видах земледельческих видах деятельности. Помимо этого, машина используется и для ремонта дорог, возведения и строительства зданий и сооружений, справляется со снегоуборочными и промышленными задачами.

Машина обладает мощным мотором, а также высокими тяговыми характеристиками. В своем классе трактор MF8737 считается одним из самых мощных в мире. Агрегат вобрал в себя передовые технологии и проверенные технические решения, и успешно прошел жесткие испытания в экстремальных условиях [2].

Из-за высокой мощности, высокого крутящего момента и работе в жестких условиях диски колес трактора испытывают очень высокие нагрузки. Если механизаторы строго выполняют требования эксплуатационной документации, то даже такие экстремальные нагрузки позволяют успешно использовать диски на протяжении длительного периода.

Однако, в случае отступления от требований инструкции по эксплуатации, в частности, несоблюдении момента затяжки колесных гаек, происходят отказы дисков. Наблюдаются окружные и радиальные трещины в зоне отверстий под шпильки ступицы, которые, развиваясь, приводят к разрушению диска.

Поэтому, если на диске обнаружены трещины, необходимы ремонтные мероприятия или замена диска. Учитывая большие размеры (посадочный диаметр 42") и стоимость, а также сложности с поставкой импортной продукции, более рациональным решением будет ремонт диска.

Наиболее очевидным способом ремонта трещин является сварка, однако большая толщина металла (16 мм) потребует разделки трещины со снятием фаски 5...6 мм с двух сторон. При этом специфическая локализация трещин в зоне отверстий под шпильки, а также наличие окружных трещин не позволяет выполнить такую разделку. Кроме этого, тепловое воздействие дуги приведет к деформации посадочных поверхностей диска [3].

Нами разработана технология ремонта колесного диска, предусматривающая вырезание поврежденной зоны диска, изготовление соответствующей ре-

монтажной детали, приваривание ремонтной детали и усилителей и финишная механическая обработка швов.

При этом, чтобы высокие термические нагрузки при сварке не привели к деформации посадочных поверхностей, а также с целью увеличения площади шва вырез и ремонтная деталь выполняются не в виде круглого фланца, а имеют фигурную четырехлучевую форму, причем рез и сварочный шов вынесен из зоны привалочных поверхностей диска.

Вырез производится ручным плазменным резаком по шаблону, что позволяет достаточно точно установить ремонтную деталь. Разделка кромок под сварку выполняется на ремонтной детали при её изготовлении.

Установка и центрирование ремонтного фланца осуществляется при помощи специально разработанного приспособления, которое удерживает деталь до установки на сварочные прихватки.

После проваривания всех швов производится их механическая зачистка со снятием усиления шва и по наружной поверхности диска вне зоны привалочных плоскостей привариваются четыре накладки-усилителя.

Прочностная надежность разработанной конструкции обеспечивается расчетом на прочность методом конечных элементов в пакете APM WinMachine [4, 5].

#### Список источников

1. Трактор Massey Ferguson 8737 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://traktordom.ru/traktor-massey-ferguson-mf8737-texnicheskie-karakteristiki-osobnosti-ustrojstva-i-cena/?ysclid=lfy6cojug0321972623>.
2. MF 8737 S. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://direct.farm/knowledge/equipment/wheeled/157?ysclid=lfy6eq6fa349410496>.
3. Лившиц Л.С. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений [Текст] / Л.С. Лившиц, Н.А. Хакимов. – М. : Машиностроение, 1989. – 408 с.
4. Замрий, А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure3D [Текст] / А.А. Замрий. – М. : АПИМ, 2010. – 376 с.
5. Slobodyuk A. Failure examination of disc header workpoints using CAE-system APM WINMACHINE [Текст] / Alexey Slobodyuk, Sergey Strebkov, Andrey Bondarev // Engineering for rural development / Proceedings, Vol. 17. Изд-во /Latvia University of Life Sciences and Technologies/ – Jelgava, 2018– P. 837–843. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N14.

## **РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ КОРЗИНЫ ФЕКАЛЬНОГО НАСОСА**

**Слободюк А.П.**, к.т.н., доцент,  
**Стребков С.В.**, к.т.н., профессор,  
**Бережная И.Ш.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Группа компаний «Молочная долина» занимается производством молока в 5 муниципалитетах Белгородской области, где расположены 2 МТФ и 6 МТК общим поголовьем 11757 гол. [1].

Рентабельное производство молока зависит от многих факторов, среди которых не последнее место занимает инженерное обеспечение технологических процессов.

Характерной особенностью технологического процесса на МТФ «Клевер» и молочно-товарном комплексе (МТК) «Ландыш» (с. Кривцово Яковлевского округа), МТК «Вереск» (с. Шеино Корочанского района), МТК «Ромашка» (с. Мазикино Корочанского р-на) является содержание животных на подстилке из мытого песка [2].

Это передовое технологическое решение, которое дает ряд несомненных плюсов при производстве молока, однако существуют и отрицательные моменты, так как песок неизбежно попадает во все технологические тракты.

В частности, большое количество песка содержится в навозной пульпе, которая собирается новозосборщиками и сливается в накопительный бассейн. Из бассейна пульпу мощными фекальными насосами перекачивают в лагуны и на дальнейшую переработку и использование.

В связи с наличием песка в перекачиваемой среде элементы фекальных насосов испытывают значительное абразивное воздействие, приводящее к отказам оборудования [3].

Больше всего страдает корзина насоса, где в результате абразивного износа истончается обечайка, а в местах интенсивного вихреобразования в месте присоединения выходного патрубка точечно истирается днище и крышка корзины вплоть до сквозных отверстий. При этом рабочее колесо насоса изнашивается гораздо меньше, так что потеря работоспособности насосом происходит именно из-за отказа корзины.

Ремонт корзины путем заваривания мест износа и наплавки изношенного материала обечайки нецелесообразен ввиду большого объема таких работ, а также достаточно сложной формы поверхностей, для которых после наплавки требуется станочная механическая обработка [4].

Более рациональным путем восстановления работоспособности насоса является изготовление новой корзины. При этом в эксплуатационной технической документации отсутствуют чертежи элемента и другие технические данные, необходимые для изготовления изделия.

Выходом в этом случае является разработка конструкторской документации с применением процессов реверс-инжиниринга, т.е. процесс разработки конструкторской документации (КД) на основе исходных данных, полученных в виде готового образца изделия [5].

Наибольшие проблемы в работе оказались связаны с достаточно сложной формой корзины при очень высокой степени износа материала конструктивных элементов. В некоторых местах степень износа стенок достигает 70%.

Поэтому при работе приходилось использовать метод последовательных приближений, когда по результатам замеров строился эскиз, затем распечатывался в масштабе 1:1 и методом накладывания на образец корректировались ключевые размеры.

Таким образом после удовлетворительного совпадения были сформированы эскизы деталей, построены 3D модели и 3D сборка изделия в пакете КОМПАС 3D [6, 7].

После анализа в полученную конструкцию были внесены изменения с целью улучшения технологичности и выполнен комплект конструкторской документации.

#### Список литературы

1. Агропромышленный холдинг «Зеленая долина». [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://zelenaya-dolina.com>.
2. ГК «Зеленая Долина»: прорыв в молочной отрасли [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://profagro.ru/regionorg/belgorod/6252>.
3. Доценко А.И. Основы триботехники. Учебник / А.И. Доценко, И.А. Буяновский. – М. : Инфра-М, 2014. – 336 с.
4. Стребков С.В. Технология ремонта машин : учеб. Пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 222 с.
5. Реверсивный инжиниринг [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://advengineering.ru/ru/uslugi/reversivnyj-inzhiniring/>.
6. Slobodyuk A. Failure examination of disc header workpoints using CAE-system APM WINMACHINE [Текст] / Alexey Slobodyuk, Sergey Strebkov, Andrey Bondarev // Engineering for rural development / Proceedings, Vol. 17. Изд-во /Latvia University of Life Sciences and Technologies/ – Jelgava, 2018. – P. 837–843. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N14.
7. 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 : 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. – EDN RTVGRE.

## РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕСНОГО ДИСКА ТРАКТОРА

Слободюк А.П., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород

Трактор Massey Ferguson 8737 – передовая модель, рассчитанная на широкий спектр работ, считается одним из самых мощных в мире [2].

Машина обладает мощным мотором, а также высокими тяговыми характеристиками. В своем классе трактор MF8737 вобрал в себя передовые технологии и проверенные технические решения, и успешно прошел жесткие испытания в экстремальных условиях [1].

Из-за высокой мощности, высокого крутящего момента и работе в жестких условиях диски колес трактора испытывают очень высокие нагрузки. Если механизаторы строго выполняют требования эксплуатационной документации, то даже такие экстремальные нагрузки позволяют успешно использовать диски на протяжении длительного периода.

Однако, в случае отступления от требований инструкции по эксплуатации, в частности, несоблюдении момента затяжки колесных гаек, происходят отказы дисков. Наблюдаются окружные и радиальные трещины в зоне отверстий под шпильки ступицы, которые, развиваясь, приводят к разрушению диска.

Поэтому, если на диске обнаружены трещины, необходимы ремонтные мероприятия. Наиболее очевидным способом ремонта трещин является сварка, однако большая толщина металла (16 мм) требует разделки трещины со снятием фаски 5...6 мм с двух сторон. При этом специфическая локализация трещин в зоне отверстий под шпильки, а также наличие окружных трещин не позволяет выполнить такую разделку. Кроме этого, тепловое воздействие дуги может привести к деформации посадочных поверхностей диска и привалочных плоскостей [3].

Нами разработана технология ремонта колесного диска, предусматривающая вырезание поврежденной зоны диска, изготовление соответствующей ремонтной детали, приваривание ремонтной детали и усилителей и финишная механическая обработка швов.

При этом, чтобы высокие термические нагрузки при сварке не привели к деформации посадочных поверхностей, а также с целью увеличения площади шва вырез и ремонтная деталь выполняются не в виде круглого фланца, а имеют фигурную четырехлучевую форму, причем рез и сварочный шов вынесен из зоны посадочных поверхностей диска.

Основной проблемой при выполнении сварочной операции является центровка ремонтной детали. Нами предложена конструкция приспособления в виде монтажной планки, которое позволяет решить данную задачу.

Приспособление представляет собой планку из уголкового профиля с выполненными в ней крепежными отверстиями, совпадающими с соответствующими отверстиями на диске.

Планка крепится на дефектный диск болтами М24 по диаметру на штатные крепежные отверстия. Затем на краях планки выдвигаются щупы до касания обода диска и фиксируются болтовым соединением. Таким образом планка оказывается зацентрированной на диске. В этом положении планка фиксируется болтами к диску через отверстия для крепления балластных грузов.

После этого снимаются основные крепежные болты М24 и на центральное отверстие планки закрепляется шаблон, по которому производится вырезание ручным плазменным резаком поврежденной части диска.

После зачистки реза на планку крепится ремонтная деталь и планка выставляется по щупам и фиксируется болтами к диску через отверстия для крепления балластных грузов. Таким образом, ремонтная деталь оказывается отцентрованной.

Разработанная монтажная планка удерживает ремонтный фланец до установки на сварочные прихватки, а затем снимается для проварки всех швов.

Прочностная надежность разработанной конструкции обеспечивается расчетом на прочность методом конечных элементов в пакете APM WinMachine [4].

#### **Список источников**

1. MF 8737 S [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://direct.farm/knowledge/equipment/wheeled/157?ysclid=lfybeq6fa349410496>.
2. Трактор Massey Ferguson 8737 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://traktordom.ru/traktor-massey-ferguson-mf8737-texnicheskie-xarakteristiki-osobennosti-ustrojstva-i-cena/?ysclid=lfy6cojug0321972623>.
3. Лившиц Л.С. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений [Текст] / Л.С. Лившиц, Н.А. Хакимов. – М. : Машиностроение, 1989. – 408 с.
4. Slobodyuk A. Failure examination of disc header workpoints using CAE-system APM WINMACHINE [Текст] / Alexey Slobodyuk, Sergey Strebkov, Andrey Bondarev // Engineering for rural development / Proceedings, Vol. 17. Изд-во /Latvia University of Life Sciences and Technologies/ – Jelgava, 2018 – P. 837–843. ISSN 1691-5976, DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N14.

## ПОВЫШЕНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ТРАКТОРНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПРИЦЕПНОГО МТА

**Соловьев Е.В., Пластинин Д.А.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Наиболее высокими возможностями повышения грузоподъемности и устойчивости движения обладает седельный тракторно-транспортный агрегат, меньшими – полуприцепной, т.к. увеличение вертикальной нагрузки на прицепное устройство трактора со стороны полуприцепа ограничивается, прежде всего, его устойчивостью и управляемостью на подъемах. Прицепной вариант агрегата менее эффективен, так как не осуществляется догрузка трактора, а следовательно, исключается возможность повышения грузоподъемности агрегата и снижения буксования ведущих колес [1].

С целью исключения отмеченных недостатков прицепного варианта, предложено устройство, позволяющее повысить эффективность использования тракторно-транспортного прицепного агрегата. Это достигается тем, что передняя часть дышла оснащается шарниром, соединенным с передним концом балки, на заднем конце которой установлена втулка, жестко прикрепленная к шарниру, соединенному с центром оси колес поворотной тележки прицепа, причем в средней части балка оснащена шарниром, соединенным со штоком гидроцилиндра, закрепленного на раме поворотной тележки. Задний конец балки установлен во втулке с возможностью его перемещения в продольном направлении [2, 3].

Устройство работает следующим образом. Гидрораспределитель, управляющий гидронавеской трактора, ставят в положение «заперто», соединяют дышло прицепа с гидрокрюком трактора, включают гидроцилиндр. При выдвигении штока гидроцилиндра возникает сила, действующая на шарнир, закрепленный на балке, и раму поворотной тележки прицепа. Сила, действующая на шарнир балки, распределяется между шарнирами, установленными соответственно на передней части дышла и в центре оси колес поворотной тележки прицепа, обратно пропорционально длинам проекций переднего и заднего концов балки на горизонтальную ось.

Технико-экономическая эффективность от применения тягово-догрузочного устройства обеспечивается за счет переноса части веса прицепа на гидронавеску трактора, что позволяет повысить грузоподъемность тракторного транспортного прицепного агрегата на 15-20% и снизить буксование ведущих колес трактора.

### Список литературы

1. Исследование сил, действующих на модернизированный полуприцеп-разбрасыватель органических удобрений / Н.Ф. Скурятин, М.И. Романченко, С.В. Соловьев, Е.В. Соловьев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (47). – С. 137–144. – EDN VAUAQR.
2. Патент № 2559660 С1 Российская Федерация, МПК В62D 53/04, В60D 1/00, А01В 59/04. Тягово-догрузочное устройство к прицепу : № 2014118831/11 : заявл. 08.05.2014 : опубл. 10.08.2015 / Н.Ф. Скурятин, Е.В. Соловьев, А.В. Бондарев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Я. Горина». – EDN ZFJQUH.
3. Development of constructive-technological scheme of parking for agricultural machinery / N. Skuryatin, A. Novitsky, A. Zhiltsov, E. Soloviev // Engineering for Rural Development, Jelgava, 22–24 мая 2019 года. – Jelgava : Без издательства, 2019. – P. 239–246. – DOI 10.22616/ERDev2019.18.N369. – EDN WODMMO.

## 3D-ПЕЧАТЬ МЕТАЛЛОМ

**Соловьев Е.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Аддитивные технологии предполагают изготовление (построение) физического объекта (детали) методом послойного нанесения (добавления, англ. – «add») материала, в отличие от традиционных методов формирования детали, за счет удаления материала из массива заготовки.

На сегодняшний день можно выделить следующие технологии аддитивного производства [1, 2, 3]: моделирование методом послойного наплавления (FDM или FFF); производство произвольных форм электронно-лучевой плавкой (EBF3); прямое лазерное спекание металлов (DMLS); электронно-лучевая плавка (EBM); выборочная лазерная плавка (SLM); выборочное тепловое спекание (SHS); выборочное лазерное спекание (SLS); струйная трехмерная печать (3DP); изготовление объектов методом ламинирования (LOM); стереолитография (SLA); цифровая светодиодная проекция (DLP).

Область применения аддитивных технологий довольно широкая [3, 4]:

- ✓ литейное производство;
- ✓ машиностроение;
- ✓ производство электроники;
- ✓ аэрокосмическая промышленность;
- ✓ образование и исследования;
- ✓ архитектура и дизайн;
- ✓ ювелирная отрасль;
- ✓ медицина.

SLM (Selective laser melting) – метод аддитивного производства, использующий лазеры высокой мощности для создания трехмерных физических объектов по САД-моделям за счет плавки металлических порошков (3D-печать металлом) [4, 5].

Преимущества применения технологий 3D-печати металлом:

- построение объектов сложной геометрической формы;
- комбинирование однородных и пористых систем в одном объекте;
- значительное сокращение цикла производства;
- увеличение эффективности использования материалов и энергии.

В качестве расходного материала при 3D-печати металлом используются различные сплавы: жаропрочные стали, титановые, алюминиевые, кобальт-, никель-хромовые сплавы, золото, серебро, бронза.

Методы 3D-печати открывают перед конструкторами возможности изготовления деталей, которые вообще невозможно изготовить традиционными технологическими способами, или когда изготовление требует слишком больших материальных и временных затрат. Изготавливая деталь при помощи 3D-печати можно реализовать практически любую внутреннюю структуру изделия,

благодаря этому разработчик имеет возможность реализовать оптимальную по весу, прочности и другим функциональным параметрам конструкцию [6, 7].

### Список литературы

1. Соловьев, Е.В. Аддитивные технологии в ветеринарной медицине [Текст] // Материалы конференции «Проблемы и решения современной аграрной экономики». – Белгород : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – 2017. – С. 92–93.
2. Соловьев Е.В. Аддитивные технологии // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы конференции. – Белгород : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. С. 98–99.
3. Зленко, М.А. Аддитивные технологии в машиностроении / М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш // Пособие для инженеров. – М. : ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. 220 с.
4. Аддитивные технологии и аддитивное производство / GLOBATEK. 3D. 3D-оборудование для профессионалов [Электронный ресурс]. URL: <http://3d.globatek.ru>.
5. Аддитивная технология: описание, определение, особенности применения и отзывы. Аддитивные технологии в промышленности [Электронный ресурс] / Хорошие советы. Техника и технологии. – Электрон. дан. – Режим доступа : <http://alkerz.ru/>.
6. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 76 с. – EDN TXCLKE.
7. Цыпкина, И.В. К обоснованию выбора способа восстановления детали на примере полуоси трактора / И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 358–360. – EDN RGVLNW.

## ОБКАТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

**Соловьев Е.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Эксплуатационная обкатка – это процесс приработки трущихся сопряженных деталей новой или отремонтированной сельскохозяйственной машины до ввода ее в нормальную эксплуатацию. В этот период детали прирабатываются друг к другу. Как правило, после изготовления на заводе детали имеют на своей поверхности шероховатость. В процессе работы неровности одной детали ударяют по другой, выбивая в этом месте смазку. Если в этот период дать большую нагрузку, то в месте ударов могут получиться выбоины, выкрашивание, что ведет к выходу сельскохозяйственной машины из строя [1].

У новых и отремонтированных сельскохозяйственных машин в период приработки ослабевают крепления узлов, деталей, нарушаются зазоры. Если не принять меры по устранению этих явлений, то может произойти поломка.

На заводах и ремонтных предприятиях производят частичную обкатку сельскохозяйственных машин. При получении ее хозяйством обкатка должна продолжаться в полевых условиях по режимам, указанным в инструкции завода-изготовителя, которая прилагается к каждой сельскохозяйственной машине [2].

Цель обкатки – проверить качество ремонта и сборки агрегатов и машины в целом, произвести начальную приработку поверхностей трения деталей подвижных соединений, проверить работу предохранительных устройств, уровень шума и вибрации, нагрев корпусов подшипников, убедиться в отсутствии течи жидкости [3].

При обкатке наблюдают за работой цепных и ременных передач, за движением транспортеров, которое должно быть равномерным, без буксования или заедания за неподвижные части машины и др. Неисправности, выявленные при обкатке машин, тут же устраняют.

Обкатывают сельскохозяйственные машины в мастерских на специальных стендах. Стенды обеспечивает различные скорости взаимного перемещения деталей. Сложную машину обкатывают по отдельным узлам, разъединяя передачу к другим узлам. Режим обкатки приводят в технических условиях [4, 5, 6].

Таким образом, принцип обкатки основных сельскохозяйственных машин имеет много общего. Однако у некоторых из них (плугов, машин для разбрасывания удобрений) существуют свои особенности. Так, например, при обкатке сеялок на вал коробки передач надевают шкив. Другой шкив крепят к ходовому колесу сеялки. Механизмы передач и высевающие аппараты вращают через ременную передачу. Диаметры шкивов подбирают так, чтобы обеспечивался скоростной режим. Шкив центрируют по концу полуоси и закрепляют к колесу с помощью болтов и планок, переходящих через спицы.

У отремонтированной сеялки при вращении узлов не должно быть резких шумов. Вращение деталей – плавное, без заедания и резких толчков. Обкатанную сеялку смазывают и красят.

Правильная и тщательная обкатка сельскохозяйственных машин способствует надежному длительному сроку ее эксплуатации.

#### Список литературы

1. Маслов, Г.Г. Техническая эксплуатация МТП: учебное пособие [Текст] / Г.Г. Маслов, А.П. Карабаницкий, Е.А Кочкин. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2008. – 142 с.
2. Инженерно-техническое обеспечение АПК: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве [Текст] / Сост.: Старцев С.В. // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 103 с.
3. Сельхозтехника / Обкатка, окраска и хранение машин [Электронный ресурс]. – URL: <http://sxteh.ru/mess159>.
4. Нерсесян, В.И. Подготовка тракторов и сельскохозяйственных машин и механизмов к работе [Текст] / В.И. Нерсесян. – М. : Академия, 2018. – 224 с.
5. Батырев, Е.С. Неисправности карданной передачи автомобиля газель и способы их устранения / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 7–8. – EDN GLPZLL.
6. Новицкий, А.С. Комплексный критерий оценки эксплуатационных свойств моторных масел / А.С. Новицкий, Е.С. Батырев // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 53–55. – EDN ZWASUH.

## **ФАКТОР УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ**

**Стребков С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В процессе нормальной эксплуатации размеры и формы детали, а также приданные физико-механические свойства ее конструкционного материала претерпевают изменения. Изменяются вследствие этого характеристики сопряжения деталей (посадки). Данный процесс неизбежный и ограничивается наступлением предельного состояния. Оно обусловлено невозможностью дальнейшей эксплуатации объекта по причине безопасности или технической, технологической или технико-экономической целесообразностью [1].

Последующая дефектация позволяет установить наличие характерных дефектов линейного, углового характера, сплошности материала и нарушения формы. А также определить наличие остаточного ресурса. В совокупности данный анализ позволяет принять решение о целесообразности восстановления ресурса детали до номинальных значений. Восстановление деталей является эффективным механизмом влияния на важное свойство надёжности – долговечность [2].

Компенсировать изношенный слой на поверхности детали можно различными способами. Широко используются наплавка (ручная и механизированная) так как технологическое оборудование для их реализации доступно как по стоимости, так и по предложению для приобретения [3, 4]. Особенностью и преимуществом наплавки является управляемый процесс в металлургической ванне, позволяющий материалом электрода, температурным режимом и флюсами контролировать качество наплавляемого слоя по твёрдости, пластичности, сцепляемости. Это имеет большое значение в случаях, когда условия эксплуатации для конкретной детали являются более неблагоприятными.

Рассмотрим пример с молочным оборудованием в животноводстве в условиях АПХ «Зелёная Долина». В животноводстве причиной отказа является изнашивание и коррозия. Коррозионные процессы ограничивают применением коррозионностойких сталей пищевой группы. От абразивного изнашивания превентивными мерами является фильтрация и удаление абразива. После доения на доильной установке карусель молоко перекачивают в отделение первичной подготовки молока для доработки перед отправкой на молокозавод.

Особенностью содержания КРС в хозяйстве является подстилка из крупнофракционного кварцевого песка. Попытка удалить его перед дойкой с вымени животного омытием и механически щётками не решает вопрос полной очистки. Достаточно большая его доля попадает в молокопровод и далее перекачивается центробежным насосом. Влияние абразива на насос катастрофичное. В течение 2...3 недель эксплуатации крышка центробежного насоса изна-

шивается до сквозных отверстий в зоне перехода фланца крепления с корпусом и подлежит утилизации.

На кафедре технического сервиса в АПК Белгородского ГАУ предложена технология восстановления. Она основывается на известном способе наплавки нержавеющей стали в среде защитного газа, но имеет определённые особенности. С целью повышения долговечности внутренней поверхности крышки насоса и устойчивости к абразивному изнашиванию технологически её дважды упрочняют. Один раз при наплавке изношенного слоя используют специальные электроды, позволяющие увеличить вязкость поверхности. Второй раз после механической обработки проводят упрочнение электроискровой обработкой. На формирование нужных физико-механических свойств влияют материал электрода, плотность тока, скорость охлаждения, время экспозиции и т.п.

Таким образом, с учётом объективной необходимости снижения доминирующего абразивного износа, помимо восстановления работоспособного состояния крышки достигнута двухкратное увеличение ресурса крышки. При этом улучшены прочностные характеристики не только поверхностного слоя, но и материала в объёме. При себестоимости восстановления менее 50% стоимости крышки достигается двухкратное сокращение расхода запасных частей и в два раза меньше времени отводится на обслуживание молочных насосов.

#### Список литературы

1. Повышение эффективности крошения почвы стрелчатой лапой и её долговечности при формировании геометрии рабочей поверхности армирующей наплавкой / А.В. Бондарев, В.И. Борозенцев, А.Н. Макаренко [и др.]. – Москва-Белгород : ОАО Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 149 с. – ISBN 978-5-905563-53-9. – DOI 10.15217/B978-590556353-9. – EDN VVLYBB.

2. Соловьев, Е.В. Дефекты полуоси полуразгруженного типа / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // 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. 105–109. – EDN KSCUKL.

3. Цыпкина, И.В. К обоснованию выбора способа восстановления детали на примере полуоси трактора / И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 358–360. – EDN RGVLNW.

4. Новицкий, А.С. Технология сельскохозяйственного машиностроения : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – 84 с. – EDN DFEEYN.

## **ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Терентьев В.В.**

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Аддитивное производство – это инновационное и быстро развивающееся производство, позволяющее разработчикам сельскохозяйственной техники оперативно создавать сложные конструктивные элементы машин, которые практически невозможно изготовить, используя процессы субтрактивного производства. Аддитивные технологии – технологические процессы послойного синтеза металлических, металлокерамических и наноструктурированных порошковых композиций, которые применяются с традиционными технологиями в современной машиностроительной индустрии [1]. Аддитивные технологии – обобщенное название технологий, предполагающих изготовление изделия по данным цифровой модели (или САД-модели) методом послойного добавления материала. Данная технология может быть применена для тестирования, производства и сборки деталей и комплектующих сельскохозяйственных машин с более высокой эффективностью, оптимизацией и экономичностью [2].

Технология аддитивного производства не является чем-то новым для машиностроения, учитывая огромную активность в этой области за последние несколько лет. Ряд производителей сельскохозяйственной техники уже достаточно длительное время применяют данные технологии при изготовлении отдельных деталей и элементов конструкций. Когда речь заходит об аддитивном производстве, не существует сценария «один размер подходит всем». Существуют различные технологии аддитивного производства, которые разрабатываются в соответствии с конкретными производственными требованиями промышленности. В этом отношении также можно видеть, что в зависимости от компонента, который необходимо напечатать, существуют подходящие технологии и процессы аддитивного производства.

С помощью аддитивного производства производители сельскохозяйственной техники могут успешно разрабатывать новые компоненты со сложными конструкциями, что, в свою очередь, приведет к снижению веса и повышению эффективности работы компонента. Аддитивные технологии позволяют разработчикам добиваться высокого уровня инноваций и производительности в своей отрасли производства. Кроме того, данная технология предоставляет производителям новые возможности для снижения затрат на создание прототипов, производство и сборку компонентов машин за счет упрощения технологического процесса. С помощью аддитивной технологии производители также получают возможность производить продукцию на месте, чтобы позволит повысить качество технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники [3]. Актуальным применение аддитивных технологий становится при капитальных

ремонтах техники, снятой с производства, но имеющей достаточный запас прочности и ресурсный резерв для продолжения эксплуатации [4].

Аддитивные технологии широко рекламируются как «следующая промышленная революция», но на самом деле все еще существуют значительные препятствия для успешного внедрения таких технологий. Одной из основных причин низкого уровня применения аддитивных технологий является высокая первоначальная стоимость оборудования, необходимого для такого производства. Кроме того, стоимость материалов, используемых для 3D-печати, также очень высока (примерно 70% стоимости компонентов, как правило, приходится на стоимость материала). Несмотря на современные технологические разработки и усовершенствования во всех технологиях аддитивного производства, масштабирование производственной системы и увеличение производительности не было успешно внедрено для изготовления комплектующих для сельскохозяйственной техники.

Другой ключевой проблемой является то, что аддитивное производство требует технических знаний от стадии проектирования продукта до стадии, на которой конечный компонент извлекается для последующего отверждения. Высокие требования к квалификации персонала и обязательное наличие навыков работы в САПР и САМ является препятствием к широкому внедрению этой технологии.

Внедрение аддитивных технологий в процесс производства сельскохозяйственной техники позволит конструкторам разрабатывать и применять на практике новые технические решения, которые ранее были невозможны из-за отсутствия необходимой технологической оснастки.

#### Список литературы

1. Перевертов В.П., Андрончев И.В., Семочкина И.Ю. Качество управления альтернативными технологиями формообразования деталей в «умных» производственных системах // Надежность и качество сложных систем. 2019. № 4 (28). С. 102–111.
2. Стребков В.С., Слободюк А.П., Бондарев А.В. Экономическое подтверждение объективной необходимости замещения импортных запасных частей восстановлением // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 3 (7). С. 17–28.
3. Шпак А.А., Киселев В.А., Терентьев В.В., Шемякин А.В. Повышение эксплуатационной надежности машин // Теория и практика современной аграрной науки : материалы III национальной научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2020. С. 46–49.
4. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Наседкин Г.И. К вопросу увеличения срока службы оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы международной конференции. Белгород. 2015. Том 2. С. 24–25.

## АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Терентьев В.В.**

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

Аддитивные технологии – технологии изготовления детали (изделия) по данным цифровой модели методом послойного добавления материала [1]. Получение изделия происходит послойно, шаг за шагом путем формирования (тем или иным способом) слоя материала, отверждения или фиксации этого слоя в соответствии с конфигурацией сечения САД-модели и соединения каждого последующего слоя с предыдущим. Данная технология позволяет улучшить производственный процесс за счет создания тонких слоев материалов из оцифрованных трехмерных (3D) конструкций, виртуально созданных с использованием передового программного обеспечения САПР. Этот метод позволяет создавать новые типы объектов с уникальными свойствами материала.

Аддитивное производство является одной из перспективных технологий, которая позволяет создавать физическую деталь непосредственно из цифровой модели, накапливая слой за слоем заданный материал в соответствии с определенным дизайном. Это обеспечивает огромную гибкость в выборе формы и размера детали. Аддитивные технологии предоставляют отличные возможности для создания физических моделей сельскохозяйственной техники и, как следствие, способствуют внедрению инноваций в сельскохозяйственное производство. С помощью аддитивной технологии может быть создан новый дизайн или оптимизирована существующая конструкция, что позволит повысить надежность и эксплуатационный ресурс машин [2, 3]. Различные технологии аддитивного производства внедряются в сельскохозяйственную сферу и адаптируются для удовлетворения потребностей в проектировании сельскохозяйственной техники и обработке материалов. Конструкции различных сельскохозяйственных машин и оборудования (например, сеялки, плуга, бороны) могут быть усовершенствованы с помощью аддитивных технологий.

С разработкой и внедрением аддитивных технологий появилась возможность напечатать функциональные прототипы или любое другое сельскохозяйственное оборудование до того, как продукт будет произведен на заводе. Трехмерный прототип может быть быстро напечатан и непосредственно использован в будущем. Таким образом, заказчику может быть легко предоставлен его собственный выбор оборудования, например, в зависимости от того, какие типы сельскохозяйственных угодий у него есть, находится ли оно в сельской местности или оборудование, изготовленное по индивидуальному заказу, предназначено для холмистой местности. Аддитивные технологии используются для создания функциональных прототипов, концептуальных моделей, инструментов и даже готовых изделий. Разработчики сельскохозяйственной техники используют эти технологии для улучшения конструкции машин и снижения затрат на изготовление, как с экологической, так и с экономической точек зрения.

Другим перспективным направлением применения аддитивных технологий является возможность изготовления запасных частей для импортной сельскохозяйственной техники, т.к. покупка их за рубежом в настоящее время затруднена [4].

Технологии аддитивного производства играют важную роль в разработке новых конструкций, которые ранее нельзя было выполнить из-за ряда производственных ограничений. В среднесрочной перспективе применение аддитивных технологий будет способствовать разработке новых перспективных направлений развития в сельскохозяйственном машиностроении, которые позволят проектировать современные высокопроизводительные машины для эффективного производства продукции.

#### Список литературы

1. Перевертов В.П., Андрончев И.В., Семочкина И.Ю. Качество управления альтернативными технологиями формообразования деталей в «умных» производственных системах // Надежность и качество сложных систем. 2019. № 4 (28). С. 102–111.
2. Шпак А.А., Киселев В.А., Терентьев В.В., Шемякин А.В. Повышение эксплуатационной надежности машин // Теория и практика современной аграрной науки : материалы III национальной научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2020. С. 46–49.
3. Водолазская Н.В., Минасян А.Г., Наседкин Г.И. К вопросу увеличения срока службы оборудования перерабатывающих предприятий АПК // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы международной конференции. Белгород. 2015. Том 2. С. 24–25.
4. Стребков В.С., Слободюк А.П., Бондарев А.В. Экономическое подтверждение объективной необходимости замещения импортных запасных частей восстановлением // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. № 3 (7). С. 17–28.

## ТРЕНАЖЕР-НОНИУС

**Тимашов Е.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Задача организации производственных процессов на основе технического сервиса остается актуальной. В связи с этим, а также новыми вызовами в области обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации необходимо обеспечить качественную подготовку будущих инженеров агропромышленного комплекса.

Важное место в системе профессиональных знаний и навыков технического сервиса машин занимает метрология. От максимального освоения навыков использования измерительных инструментов зависит способность инженера эффективно выполнять работы в области технического сервиса [1-5].

Установлено, что при проведении практических занятий и изучении приемов работы со штангенциркулем у многих студентов вызывает существенные затруднения процесс считывания показаний измерительного прибора, снабженного шкалой нониуса. Основная проблема заключается в правильном соотношении цены деления основной шкалы и цены деления шкалы нониуса. Для решения этой проблемы необходима разработка метода, отвечающего следующим требованиям:

- 1) наглядность показаний прибора с дублированием правильных результатов измерений в удобной форме;
- 2) возможность обучающегося рассмотреть процесс измерения более подробно;
- 3) возможность автоматической самопроверки полученных знаний и навыков, без непосредственного участия наставника.

Разработанный метод был успешно реализован в учебном процессе виде компьютерной программы – симулятора работы штангенциркуля с ценой деления 0,1 мм. Компьютерная программа RU 2022614422 «Тренажер-Нониус 0.1» разработана в среде Visual Basic.

Компьютерная программа решает каждую из трех поставленных задач. Во-первых, алгоритм построен таким образом, что на основе известной математической формулы для шкалы нониуса выполняется графическое построение – а именно изображается штанга и рамка штангенциркуля. Пользователь программы, путем нажатия кнопок увеличения или уменьшения заставляет перемещаться штангу относительно неподвижной рамки на экране компьютера на целое число миллиметров. Нажатием другой пары кнопок добиваются перемещения на десятые доли миллиметров. В процессе такой тренировки обучающийся не только видит взаимное перемещение шкал, но и отображение правильного результата измерений на экране.

Во-вторых, программа предоставляет дополнительную опцию, в которой выполняется построение изображения взаимного перемещения шкал прибора в

сильном увеличении, что позволяет рассмотреть процесс измерения более подробно.

В-третьих, обучающийся после изучения принципа считывания точных показаний может проверить свои навыки без непосредственного участия преподавателя. Для этого включают режим тестирования, компьютер генерирует случайный размер от 0 до 250 мм с шагом 0,1 мм, и выполняет на экране соответствующее построение взаимного положения основной шкалы и шкалы нониуса. Далее, обучающийся должен правильно считать размер и ввести полученное значение в соответствующее поле диалогового окна. Алгоритм программы сравнивает случайное значение размера, и введенное обучающимся и выдает результат тестирования. Кроме того, в программе предусмотрено накопление результатов с построением диаграммы, показывающей уровень успешности обучения.

Опыт работы студентов с программой показал, что для освоения навыков работы с компьютерным симулятором студента требуется не более трех попыток, а в основном – достаточно одной попытки. Тренировка при помощи компьютерной программы уменьшает количество неправильных ответов уже при пользовании настоящим прибором на 97%.

#### Список литературы

1. Пастухов, А.Г. Метрологическое обеспечение технического обслуживания карданных шарниров трактора John Deere / А.Г. Пастухов, А.В. Ефимцев // Инновационные технологии в метрологии, стандартизации и управлении качеством : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., Москва, 2012. – С. 52–57.
2. Пастухов, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация : Измерения при определении качества сельскохозяйственной продукции. Практикум / А.Г. Пастухов, Д.Н. Бахарев. – Белгород, 2020. – 97 с.
3. Пастухов, А.Г. Методика оценки качества сборочных единиц по функциональным параметрам // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2014. – № 3. – С. 9–16.
4. Пастухов, А.Г. Некоторые принципы модернизации контактной работы в вузе // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Межд. науч.-практ. конф. – Майский, 2018. – С. 597–601.
5. Тимашов, Е.П. Применение информационных технологий в процессе обучения // Актуальные задачи, проблемы и перспективы развития сервиса и туризма в условиях кризисных явлений в глобальной экономике. Формирование карьерной компетентности будущих специалистов сервиса и туризма в условиях информатизации образования : материалы межд. науч.-практ. и метод. конф. – Белгород, 2015. – С. 151–153.

## ТРЕНАЖЕР-МИКРОМЕТР

**Тимашов Е.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Для успешного и более быстрого освоения навыков использования микрометрических инструментов разработана компьютерная программа – симулятор работы микрометра (RU 2022614421). Основные пользователи симулятора – учащиеся средних профессиональных учебных заведений [1-3]. Симулятор может работать в режиме контроля навыков с формированием отчета о результатах попыток, а также в режиме тренировки с наглядным моделированием работы измерительного прибора – микрометра 0-25 мм.

Наглядное графическое анимированное изображение работы прибора в режиме тренировки демонстрирует истинное значение измеряемой величины. При этом на экране вращается барабан и перемещается относительно стебля микрометра. Есть режим постоянного вращения в любую сторону, или режим пошаговой прокрутки барабана через 0,01 мм. Кнопка установки на «0» возвращает прибор в исходное положение.

В режиме тестирования симулятор генерирует случайный размер от 0 до 25 мм с шагом 0,01 мм, и выполняет на экране соответствующее построение взаимного положения стебля и барабана микрометра. Затем обучающийся должен правильно считать размер и ввести полученное значение в соответствующее поле диалогового окна. Алгоритм программы выполняет проверку правильности введенного значения и выводит результат тестирования на экран в текстовом и графическом виде.

При создании программы применен объектно-ориентированный язык программирования Visual Basic. Графическая часть построена на основе элементов Picture box. При этом в одном Picture box заложено изображение неподвижной скобы микрометра, созданное, как проекция объемной цветной модели, разработанной в КОМПАС-3D. В другом Picture box программно закладывается одно из 50 изображений барабана, являющихся проекцией объемного тела относительно каждой из пятидесяти рисок. Кроме того, горизонтальная координата Picture box изображения барабана изменяется, в зависимости от актуального размера с шагом 0,01 мм, то есть барабан проворачивается вокруг своей оси с одновременным перемещением вправо или влево. Для быстрой прокрутки барабана при нажатой кнопке в алгоритме задействованы два таймера. Еще один таймер используется для отображения текущей даты и времени.

Опыт применения симулятора показал, что для освоения навыков работы с настоящим измерительным прибором требуется значительно меньше времени.

### Список литературы

1. Пастухов, А.Г. Метрологическое обеспечение технического обслуживания карданных шарниров трактора John Deere / А.Г. Пастухов, А.В. Ефимцев // Инновационные технологии в метрологии, стандартизации и управлении качеством : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., Москва, 2012. – С. 52–57.

2. Пастухов, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация : Измерения при определении качества сельскохозяйственной продукции. Практикум / А.Г. Пастухов, Д.Н. Бахарев. – Белгород, 2020. – 97 с.

3. Тимашов, Е.П. Информатизация учебного процесса, как фактор формирования молодого специалиста / Е.П. Тимашов // Молодь в соціокультурному просторі України : Матеріали міжвузівського науково-методичного семінару, Харьков, 2011. – С. 60–62.

## ТРЕНАЖЕР-ИНДИКАТОР

**Тимашов Е.П.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Опыт подготовки инженеров сельскохозяйственного производства показал, что при получении навыков работы с измерительными инструментами существенные затруднения вызывают инструменты, с помощью которых проводят относительные измерения. Например, студентам сложно быстро разобраться с правилами считывания показаний индикатора часового типа. Основная сложность пользования прибором заключается в возможности установки основной шкалы в любом положении, что сразу же меняет систему отсчета. Также учащимся сложно запомнить направления вращения основной и вспомогательной стрелок, показывающих увеличение или уменьшение измеряемого размера [1, 2].

Для более эффективного получения навыков пользования индикатором часового типа создана компьютерная программа – симулятор (RU 2022614423). Основные пользователи симулятора – учащиеся средних профессиональных учебных заведений. Симулятор может работать в режиме тестирования студента с формированием отчета о результатах попыток, а также в режиме тренировки [3] с наглядным моделированием работы индикатора часового типа.

Алгоритм работы симулятора в режиме тренировки позволяет перемещать ножку индикатора вниз и вверх от исходного положения на равную величину. Суммарный ход составляет 10 мм, при перемещении вверх отображаются положительные значения, при движении вверх – отрицательные. Навык определения направления изменения размера важен, например, при дефектации изношенных деталей-роторов.

Стрелка основной шкалы показывает сотые доли миллиметра, стрелка малой шкалы показывает количество полных миллиметров. Полный оборот стрелки основной шкалы соответствует 1 мм. При перемещении измерительного стержня вверх, стрелка основной шкалы вращается по направлению часовой стрелки, при перемещении вниз – против часовой стрелки, в этом случае удобно пользоваться подписями шкалы красного цвета.

Ход перемещения измерительного стержня составляет 10 мм. Прибор настроен на «0» точно в положении на середине хода измерительного стержня. При прохождении тестирования необходимо давать ответ с учетом знака измерения: «+» при перемещении измерительного стержня вверх, «-» при перемещении измерительного стержня вниз относительно нулевого положения.

Наглядное графическое анимированное изображение работы прибора в режиме тренировки демонстрирует истинное значение измеряемой величины. При этом на экране перемещается измерительная ножка и стрелки на циферблате прибора. Применен режим постоянного перемещения любую сторону, или режим пошагового перемещения через 0,01 мм. Кнопка установки на «0» возвращает прибор в исходное положение.

В режиме тестирования симулятор генерирует случайный размер от -5 до 5 мм с шагом 0,01 мм, и выполняет на экране соответствующее построение. Затем обучающийся должен правильно считать размер и ввести полученное значение в соответствующее поле диалогового окна.

При создании программы использовался объектно-ориентированный язык программирования Visual Basic. Графическая часть построена на основе элементов Picture box. При этом в одном Picture box заложено изображение неподвижного циферблата, а в другом – измерительной ножки. Вертикальная координата Picture box изображения ножки изменяется, в зависимости от актуального размера с шагом 0,01 мм, и ножка перемещается вверх или вниз. Для быстрого перемещения при нажатой кнопке в алгоритме задействованы два таймера. Стрелки прибора выполнены через процедуру Line с вычислением их положения через полярные координаты. Взаимное перемещение стрелок и Picture box синхронизированы в алгоритме.

#### **Список литературы**

1. Пастухов, А.Г. Метрологическое обеспечение технического обслуживания карданных шарниров трактора John Deere / А.Г. Пастухов, А.В. Ефимцев // Инновационные технологии в метрологии, стандартизации и управлении качеством : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., Москва, 2012. – С. 52–57.

2. Пастухов, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация : Измерения при определении качества сельскохозяйственной продукции. Практикум / А.Г. Пастухов, Д.Н. Бахарев. – Белгород, 2020. – 97 с.

3. Тимашов, Е.П. Опыт применения электронного тестирования в процессе обучения и итоговом контроле знаний студентов // Научно-образовательная деятельность в сфере сервиса и туризма как инвариантная совокупность организационно-педагогических условий и принципов : материалы межд. науч.-метод. конференции. – Белгород, 2017. – С. 122–126.

## СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ВЫБОР

**Титова И.И., Порицкий В.М.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Блок цилиндров, без сомнения, можно назвать основой любого двигателя, поэтому огромное значение имеет восстановление поврежденной резьбы под крепежные шпильки.

Современные способы восстановления резьбы, в зависимости от особенностей и условий эксплуатации конструкций, можно условно разбить на четыре основные разновидности: применение полимерных материалов; использование различного рода металлических резьбовых вкладышей; рассверливание поврежденной резьбы и нарезание новой, следующего увеличенного размера; заплавливание резьбового отверстия сваркой с последующим сверлением и нарезанием аналогичной резьбы на том же месте. Можно также нарезать резьбу в другом месте, поблизости от испорченной, если это позволяет конструкция узла. Все эти способы восстановления крепежа, безусловно, хороши только в определенных ситуациях; в зависимости от физических воздействий на резьбовое соединение (температура, вибрации, серьезная нагрузка и пр.) необходимо выбрать наиболее приемлемую технологию.

К характерным дефектам резьбовых отверстий относятся: срывы, забитость, смятие, и выкрашивание отдельных витков резьбы, износы профиля и обломы болтов и шпилек в отверстиях. В большей степени этим дефектам подвержены резьбовые отверстия корпусных деталей.

Обломы болтов и шпилек удаляют из резьбовых отверстий с помощью экстрактора. Затем в отверстие забивают экстрактор, надевают на него специальную гайку и вывинчивают обломок из резьбового отверстия.

Наиболее прогрессивный способ ремонта резьбовых отверстий - установка резьбовой спиральной вставки. Спиральные вставки серийно изготавливают из нержавеющей проволоки ромбического сечения в виде пружинящей спирали с жесткими производственными допусками, обеспечивающими надежное резьбовое соединение наружной поверхности с корпусом, а внутренней - с болтом.

Технологический процесс ремонта предусматривает следующие операции: рассверливание резьбовых отверстий, подлежащих восстановлению; нарезание резьбы под спиральную вставку; установку спиральной вставки в подготовленное резьбовое отверстие детали; удаление технологического поводка со спиральной вставкой; контроль восстановленного отверстия.

### Список литературы

1. Батырев, Е.С. Неисправности карданной передачи автомобиля газель и способы их устранения / Е.С. Батырев, А.С. Новицкий // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 7–8. – EDN GLPZLL.

2. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 76 с. – EDN TXCLKE.

3. Пат. 2 782 367 Способ восстановления резьбовых соединений Сахнов А.В., Стребков С.В., Бондарев А.В., Новицкий А.С., Сахнова Л.Ю., Оpubл. 26.10.2022 Бюл. № 30.

4. Пат. 2 782 369 Способ восстановления резьбового соединения Сахнов А.В., Стребков С.В., Бондарев А.В., Новицкий А.С., Сахнова Л.Ю., Оpubл. 26.10.2022 Бюл. № 30.

5. Сахнов А.В., Фоменко Ю.В. Способ ремонта гайки ходового винта Вестник БГТУ им В.Г. Шухова. 2022. № 11. С. 120–127.

## БОКОВОЕ ДАВЛЕНИЕ НА СТЕНКИ РЕЗЕРВУАРА

**Тоньшин В.И., Молочников Д.Е.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

Загружение стенки резервуара симметричной вертикальной нагрузкой и гидростатическим давлением жидкости вызывает в ней двухосное напряженное состояние, характеризуемое осевым меридианом и кольцевыми усилиями [1, 2].

Меридианное усилие в произвольном сечении оболочки резервуара

$$N_{1(x)} = \sum P_x, \quad (1)$$

где  $\sum P_x$  – суммарная вертикальная погонная нагрузка от собственного веса отсеченной части стенки, собственного покрытия и снега, влаги.

Кольцевое усилие в этом же сечении вычисляется по формуле

$$N_{2(x)} = P_x \cdot r = [\gamma_{f1} \cdot \gamma \cdot (I - x) + \gamma_{f2} \cdot P_{изб}] \cdot r, \quad (2)$$

где  $P_x$  – гидростатическое давление жидкости с учетом избыточного давления паровоздушной смеси ( $P_{изб}$ );  $\gamma$  – удельная масса жидкости;  $\gamma_{f1}$ ,  $\gamma_{f2}$  – коэффициенты надежности по нагрузке для жидкости и избыточного давления соответственно;  $I$  – уровень (высота) жидкости в резервуаре;  $r$  – радиус резервуара;  $x$  – координата рассчитываемого сечения.

В этом случае расчет оболочки производят как бесконечной балки на упругом основании. Канонические уравнения при условии нерастяжимости

$$\delta_{11} M_0 + \delta_{12} Q_0 + \Delta_{1p} = 0 \quad (3)$$

$$\delta_{21} M_0 + \delta_{22} Q_0 + \Delta_{2p} = 0 \quad (4)$$

где  $\delta_{11}$  – угол поворота сечения оболочки от  $M_0 = 1$ ;  $\delta_{12}$  – угол поворота сечения от силы  $Q_0 = 1$  по направлению  $M_0$ ;  $\delta_{22}$  – перемещение силы  $Q_0$ ;  $\delta_{21}$  – перемещение по направлению  $Q_0$  от момента  $M_0 = 1$ ;  $\Delta_{1p}$  – угол поворота сечения по направлению  $M_0$  от внешних нагрузок в основной системе;  $\Delta_{2p}$  – перемещение по направлению  $Q_0$  от внешних нагрузок в основной системе.

Для цилиндрической оболочки значения единичных перемещений, увеличенные в  $D$  раз ( $D$  – цилиндрическая жесткость), будут

$$\delta_{11} = S; \quad \delta_{22} = \frac{S^3}{2}; \quad \delta_{12} = \delta_{21} = -\frac{S^2}{2} \quad (5)$$

В выражениях (5) характеристика жесткости края оболочки (для стали)

$$S = 0,78\sqrt{r \cdot t} \quad (6)$$

Грузовые коэффициенты (в случае нагрузки, нарастающей вниз по линейному закону (рис. 2, а), для верха цилиндрической оболочки ( $x = H$ ))

$$\Delta_{1p} = \frac{PS^4}{4!}; \quad \Delta_{2p} = 0. \quad (7)$$

Для нижней части цилиндрической оболочки ( $x = 0$ )

$$\Delta_{1p} = \frac{PS^4}{4!}; \quad \Delta_{2p} = -\frac{PS^4}{4} \quad (8)$$

После нахождения единичных значений  $M_0$  и  $Q_0$  формулы краевых изгибающих моментов и поперечных сил для произвольного сечения оболочки примут вид

$$M_x = M_0 \eta_1 + (M_0 - Q_0 S) \eta_2; \quad (9)$$

$$Q_x = \left( Q_0 - \frac{2M_0}{S} \right) \eta_2 - Q_0 \eta_1. \quad (10)$$

Изгибающий момент представляет собой затухающую периодическую знакопеременную функцию, которая при  $x = 0$  имеет максимальное значение и при  $x = (\pi S)/4$  – нулевое. Поэтому влияние краевого эффекта на величину кольцевых усилий практически учитывают только в интервале  $0 \leq x \leq \pi S$ .

Проверку стенки резервуаров на прочность проводят [3, 4]

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{t} \leq R_y \gamma_c, \quad \sigma_2 = \frac{N_2}{t} \leq R_y \gamma_c, \quad (11)$$

где  $R_y$  – расчетное сопротивление стали сжатию или растяжению по пределу текучести.

Так как под воздействием внешних нагрузок стенка резервуара может потерять устойчивость, то ее устойчивость в меридианном направлении считают обеспеченной при выполнении условия

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{t} \leq \gamma_c \sigma_{cr1}. \quad (12)$$

В случае воздействия на оболочку резервуара вакуума проверку на потерю устойчивости стенки в кольцевом направлении проводят по формуле

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{t} \leq \gamma_c \sigma_{cr2}. \quad (15)$$

В формуле (15) критические кольцевые напряжения  $\sigma_{cr2}$  при  $0,5 \leq H/r \leq 10$  находят из выражения

$$\sigma_{cr2} = 0,55 \frac{Er}{H} \sqrt{\left( \frac{t_m}{r} \right)^3}, \quad (13)$$

где  $t_m$  – среднее значение толщины принимаемой стенки.

При вычислении  $\sigma_{cr2}$  по надо иметь виду, что при стенке постоянной толщины ее высоту принимают равной  $H$ , а при стенке с переменной толщиной  $H_1 = H - 0,33h_{пер}$ , где  $h_{пер}$  высота стенки с переменной толщиной.

#### Список литературы

1. 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.
2. Повышение долговечности емкостей для перевозки нефтепродуктов автомобильным транспортом увеличением их жесткости при ремонте / С.А. Яковлев, Д.Е. Молочников // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2019. № 2. С. 46–48.
3. Угрюмов, Ю.Ю. Совершенствование процесса технического обслуживания мобильной техники / Ю.Ю. Угрюмов, А.В. Бондарев // Горинские чтения: Том 3. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 158.
4. Бондарев, А.В. Некоторые результаты расчета параметров способа восстановления детали / А.В. Бондарев, Д.А. Пластинин // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке. – Майский : Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, 2021. – С. 67–71.

## МЕРЫ ПО УЛУЧШЕНИЮ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА УЧАСТКАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

**Шабакеев Ю.И., Белых К.С.**

ФГБОУ СПО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия

В наше время специализированная техника является главным помощником при работах на полях, стройках и т.д. Чтобы техника служила долгое время, для этого существуют предприятия технического сервиса, которые обслуживают трактора комбайны и другую технику [1]. В таких участках чаще всего плохое состояние воздушной среды.

Первое место для улучшения воздушной среды – это вентиляция. Вентиляция – перемещение разных видов газов, вредных для здоровья, путем разности удаления вредных и загрязненных частиц воздуха на наружный воздух, тем самым очищая помещение.

Преимущества данного вида очистки: в помещении, в котором ведутся работы с техникой, человеку будет комфортно находиться и дышать, чем в не оборудованном комплексе без вентиляции [2].

Второе место для улучшения воздушной среды – это специальные камеры для работы с техникой. В сервисе будет стоять специальная комната, в нее будет заезжать техника, ее герметично закрывают, внутри будут стоять люди, одетые в специальные костюмы, в этой комнате будут стоять фильтры, которые будут очищать загрязненный воздух в обычный.

Преимущества данного вида очистки: в помещении можно будет ходить без опасений для здоровья.

При покупке очистителей воздуха надо обратить внимание на качество продукта, если оно выйдет из строя, сколько будут стоить замена деталей и нужно ли устанавливать их на предприятие. Импортные очистители будут стоить дороже, ремонт и обслуживание тоже зависит от производителя, какой он, и стоит ли надеяться на него. Отечественные производители не отстают от зарубежных и создают новые и качественные вентиляции, которые не такие дорогие и не нуждаются в дорогом ремонте.

В наше время многие спорят какая техника лучше, отечественная или зарубежная, но многие не уверены, как ответить на этот вопрос и на чью сторону перейти. Импортную технику скорее всего знают все страны из-за их качеств и долговечности, в ней легко разобраться и научиться пользоваться, но, несмотря на это, отечественные производители не собираются останавливаться и улучшают свои навыки.

Таким образом, на участках предприятий технического сервиса, должны быть очистители кислорода. Это необходимое условие для здоровья человека и благоприятной среды для работы с техникой.

### Список литературы

1. Институциональные основы научно-технологического прогнозирования в АПК / С.Н. Волков, В.В. Вершинин, А.В. Турьянский [и др.]. – Москва - Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «КОНСТАНТА», 2019. – 238 с. – ISBN 978-5-6041833-2-8. – EDN YYLDHV.
2. Оптимизация процесса санитарно-гигиенической обработки воздуха животноводческих помещений / Е.И. Гаврикова, В.С. Шкрабак, Р.В. Шкрабак, А.В. Шкрабак // Вестник аграрной науки Дона. – 2021. – № 1 (53). – С. 64–70. – EDN OIXTQC.

# ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 631.589.2

## РАЗРАБОТКА ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ

**Аюгин Н.П., Романов Д.Б.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, п. Октябрьский, Россия

Развитие ускоренной селекции с целью выведения за короткий промежуток времени новых сортов сельскохозяйственных культур невозможно без проведения круглогодичных работ по выращиванию растений. В климатических условиях Ульяновской области период вегетации для культур, выращиваемых на открытом грунте, ограничен. В этом случае появляется необходимость разработки технических средств, обеспечивающих возможность проведения селекционных работ круглогодично [1, 2].

Одним из таких технических средств является гидропонная установка, позволяющая выращивать различные культуры на питательных растворах без использования грунта.

Гидропонная технология подразумевает выращивание растений за счет получения ими полного набора необходимых питательных веществ, находящихся в доступной для растений форме, растворенных в питательном растворе, который регулярно подается к корневой системе растения [3, 4].

Кроме получения питательного раствора растению для быстрого роста необходимо достаточное количество солнечной радиации, которая необходима для протекания фотосинтеза и создания органического вещества.

Немаловажными параметрами являются влажность воздуха, воздухообмен и значение pH питательного раствора [5, 6].

На кафедре «Технология производства и ремонт машин» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ была разработана гидропонная установка, включающая следующие датчики и исполнительные механизмы:

- 1 – микроконтроллер Arduino Uno R3.
- 2 – LCD дисплей 1602 с переходником I2C.
- 3 – датчик температуры и влажности воздуха DHT11.
- 4 – модуль реле трехканальный KY-019.
- 5 – вентилятор.
- 6 – насос DC3.
- 7 – фитолампа.
- 8 – солемер TDS и кондуктомер EC.
- 9 – pH-метр Troyka-PH Sensor.
- 10 - датчик уровня жидкости GSMIN.
- 11 – светодиоды (индикаторы уровня питательного раствора и pH).
- 12 – резисторы (220 Ом).

Результаты исследований. Гидропонная установка состоит из корпуса со стеклянной дверкой, поддона, на котором установлены кубы из минеральной ваты, в которые высажены растения. Поддон имеет подвод питательного раствора от насоса, установленного в емкости для питательного раствора, и слив для отведения излишков питательного раствора обратно в емкость.

Освещение растений осуществляется фитолампой, установленной в верхней части корпуса, стенки корпуса покрыты светоотражающим материалом. Для осуществления воздухообмена в корпусе установлено два вентилятора.

С целью контроля базовых параметров работы гидропонной установки она снабжена датчиком влажности и температуры, рН-метром, датчиком уровня минерализации раствора, датчиком уровня воды в емкости, а также дисплеем, отражающим данные параметры.

Управление установкой осуществляется микроконтроллером Arduino Uno, программируемым с персонального компьютера.

Заключение. Использование разработанной гидропонной установки, позволяющей поддерживать оптимальные параметры роста растений, такие как влажность, продолжительность получения ультрафиолетовой радиации, температурный режим, состав питательного раствора и его рН, позволяет осуществлять селекционную работу на круглогодичной основе, что будет способствовать ускорению процесса выведения новых сортов растений.

#### Список литературы

1. Nosov V.V., Tindova M.G., Zhichkin K.A., Vorob'eva D.A., Pakhomova T.V., Ayugin N.P., Kalimullin M.N. 2022 Forecasting the production of agricultural machinery in the Russian Federation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1046 012014. doi: 10.1088/1755-1315/1045/1/012014.
2. Larina G.E., Poddymkina L.M., Ayugin N.P., Dyakonova M.A., Morkovkin D.E. 2022 Effective hybrids of Zea Mays L. under conditions of changes in the boundaries of agro-climatic zones under the influence of global warming. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 012138. doi 10.1088/1755-1315/1010/1/012138.
3. Вендин С.В. Конвейерная установка для проращивания зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, М.А. Семернина // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 26–27.
4. Латышев А.А. Система микропроцессорного регулирования микроклимата в птичнике / А.А. Латышев, С.В. Вендин // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 32–33.
5. Малахов А.Н. Установка для обработки семян СВЧ полем / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 38–39.
6. Клостер Н.И. Биологические приемы при возделывании озимой пшеницы сортов белгородской селекции / Н.И. Клостер, В.Б. Азаров // АгроЭкоИнфо. 2019. № 1 (35). С. 19.

## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА РАСТЕНИЯМИ

Басарыгина Е.М., Колотыгина Е.А.  
ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, г. Троицк, Россия

Система фитомониторинга и растительной диагностики включают различные методы оценки состояния растительности [1-3]. В последние годы все большее распространение получают дистанционные методы зондирования, основанные на анализе отражательной способности листового аппарата растений и определении индексов вегетации [1].

В данной работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, связанных с определением спектрально-оптических характеристик растений и индексов вегетации, оценивающих эффективность поглощения световой энергии.

Для определения вегетационных индексов, оценивающих эффективность поглощения энергии света, используются спектрально оптические характеристики растений: коэффициенты пропускания в синей, желто-зеленой, зеленой и красной областях спектра [1]. Зависимость спектрально-оптических характеристик от соотношения и содержания пигментов листового аппарата и взаимосвязь спектрально-оптических характеристик позволили перейти к оценке состояния растений и определению вегетационных индексов с помощью коэффициентов пропускания в указанных областях спектра [2].

Вегетационные индексы определялись для растений ежевики, полученных с помощью метода микроклонального размножения и выращиваемых в лаборатории урбанизированного растениеводства (Институт агроинженерии ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ). Для эксперимента отбирались листья ежевики «Карака черная», имеющие пять разных окрасок: зеленую, желтую, бледно-желтую, желто-зеленую и красновато-зеленую. Спектрально-оптические характеристики листового аппарата определялись с использованием спектрофотометра UV-1800 Shimadzu. Экспериментальные данные обрабатывались с помощью известных методов биологической статистики. Вегетационные индексы эффективности использования энергии света рассчитывались по следующим формулам:

$$PTI=(k_{531} - k_{570})/(k_{531} + k_{570});$$

$$SIPI=(k_{800} - k_{445})/(k_{800} + k_{680});$$

$$RGRI=k_{RED}/k_{GREEN},$$

где  $k_{531}$ ,  $k_{570}$ ,  $k_{800}$ ,  $k_{445}$ ,  $k_{680}$  - коэффициенты пропускания для длин волн 531, 570, 800, 445 и 680 нм соответственно;  $k_{RED}$ ,  $k_{GREEN}$  - коэффициенты пропускания в красной и зеленой областях спектра соответственно.

Анализ полученных результатов показал, что значения индексов эффективности поглощения света изменяются в следующих диапазонах: SIPI - 1,0...5,5; RGRI - 0,4...1; PTI - 0,2...-0,2. Статистическая обработка результатов

позволила установить наличие существенных различий между значениями вегетационных индексов для листьев разной окраски, что указывает на чувствительность данных индексов к содержанию и соотношению пигментов листового аппарата.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлены диапазоны изменения индексов вегетации, оценивающих эффективность использования световой энергии.

#### Список литературы

1. Adão T.; Hruška J.; Pádua L.; Bessa J.; Peres E.; Morais R.; Sousa J.J. Hyperspectral Imaging: A Review on UAV-Based Sensors, Data Processing and Applications for Agriculture and Forestry Remote Sens. 2017, 9 (11), 1110.
2. Басарыгина Е.М., Колотыгина Е.А. Использование спектрофотометрического оборудования для определения вегетационных индексов // АПК России. 2022. Т. 29. № 5. С. 608–614.
3. Филимонов Я.И., Коцарева Н.В. Влияние обработки семян и растений микроудобрениями и стимуляторами роста на семенную продуктивность сортов сои // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 1 (33). – С. 165–171.

## **ОБЛУЧЕНИЕ ТЕПЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СВЕТОДИОДНЫМИ УСТАНОВКАМИ**

**Богомолов С.С.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п.Майский, Россия

Современные агрокомбинаты являются энергоемкими промышленными предприятиями, применяющими электротехнические и светотехнические средства для выращивания рассады и ведения светокультуры растений. [1]. На получение оптического излучения в сельском хозяйстве расходуется примерно 20% потребляемых энергоресурсов. Снижение удельной установленной мощности облучательных установок в теплицах до минимально возможных уровней в соответствии с требованиями технологий выращивания растений является важной задачей повышения экономии в АПК.

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

Исследования, проведенные на различных растительных культурах, демонстрируют какие морфофизиологические реакции проходят от применения того или иного спектра излучения. Так, выращивание рассады томата под белыми светодиодами с добавлением красного света (620-660 нм) обеспечивает лучшее развитие корней растений, а также более компактную крону растений по сравнению с ДНАТ, где рассада заметно вытягивается [2].

Спектральные характеристики традиционных источников света для теплиц не соответствуют оптимальному значению, а применение современных светодиодов для облучения растений позволяет создавать любой спектр света, и при необходимости изменять спектральный состав и спектральную интенсивность облучения с течением времени в соответствии с протекающими биологическими процессами в растениях, при этом, чем ближе спектральные характеристики источника оптического излучения к требуемым значениям, энергоемкость облучения растений будет снижаться, в связи с этим применение светодиодных установок с регулируемым спектром излучения может быть наилучшим источником оптического излучения для тепличных хозяйств [3]. В то же время известные существующие светодиодные установки для облучения растений не в полной мере отвечают технологическим требованиям. Кроме того, для получения максимальной энергоэффективности необходимо автоматизировать процесс облучения.

Внедрение светодиодов открывает новые возможности для регулирования фотосинтеза и роста растений в условиях светокультуры. Прежде всего это касается подбора оптимального спектрального состава света с учетом биологических свойств вида, что в перспективе будет означать переход к сортовым тех-

нологиям в фототокультуре. [2] Облучая растения источниками ОИ разного спектра излучения, можно управлять процессом формирования урожая, удлинить или сократить онтогенез растений, повысить урожайность, что обеспечит снижение расхода электроэнергии при выращивании растений. Использование светодиодов также позволяет изменять геометрию осветительных установок, освещая растения под различными углами, с учетом изменения их высоты, степени загустения и т. д. В современных сине-красных светодиодных облучателях для растений спектр меняется вручную по требованию оператора. Потому в данный момент ведется разработка светодиодных облучательных устройств, позволяющих создать оптимальный световой поток для осуществления процессов фотосинтеза в растениях и повысить эффективность использования энергии оптического излучения в условиях защищенного грунта.

#### Список литературы

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

## УПРАВЛЕНИЕ МИКРОКЛИМАТОМ НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

**Бондаренко А.А., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Введение.** Животноводство является одной из основных отраслей агропромышленного комплекса России. При этом отмечается существенный рост производительности в этом направлении [1]. Рост производства формирует и рост потребления мясной продукции, включая увеличение объемов производства парной, остывшей и охлажденной продукции. мяса всех категорий. При наращивании объемов производства на первый план встает проблема высокой конкуренции и поиск рынков сбыта готовой продукции. Поэтому, несмотря на то, что объёмы производства и потребления выросли, основной проблемой отрасли является увеличение себестоимости выпускаемого продукта. Отпускная стоимость продукта на рынок, в первую очередь, определяется себестоимостью продукта [2]. При этом значительную долю в себестоимости продукции составляют эксплуатационные затраты. Увеличение себестоимости снижает выручку предприятия, что негативно влияет на развитие производства. Следовательно, важно уменьшить эксплуатационные затраты на любой стадии производства.

**Материалы и методы.** Методология исследований предполагала использование методов анализа научной литературы и методов математической статистики применительно к процессам охлаждения и заморозки свиных туш, а также методов графического представления статистических данных. При этом задачи исследований включали: анализ известных технических решений, разработку функциональной схемы приточной вентиляционной установки с учетом возможности мониторинга температуры и влажности на объекте, а также анализ эффективности методов заморозки свиных туш.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Снижение себестоимости продуктов мясного происхождения и обеспечение санитарной безопасности продукции на объекте мясоперерабатывающего производства может быть обеспечено внедрением системы мониторинга температуры и влажности [3]. Это обусловлено тем, что отсутствие системы мониторинга и автоматического управления микроклиматом может привести к следующим рискам: колоссальным штрафам после аудитов ветеринарной инспекцией, что влияет на накладные расходы; увеличению процента усушки мяса и мясной продукции. Такое положение негативно сказывается на накладных расходах компании, приводит к увеличению численности персонала и дополнительных расходов, влияющих на заработную плату. Важно учитывать и увеличение затрат на энергоресурсы из-за не эффективного распределения мощности производственного оборудования систем вентиляции [4].

Оптимальным вариантом управления микроклиматом на мясоперерабатывающем предприятии является использования системы мониторинга темпера-

туры и влажности. Основу такой системы составляет приточно-вытяжная вентиляция, которая функционирует согласно принципу создания отрицательного давления посредством крышных шахт и предусмотренным регулированием производительности происходит вытяжка воздуха. Система функционирует благодаря управлению исполнительным оборудованием, которое обеспечивает приток воздуха, создавая отрицательное давление в помещении [4-7].

**Заключение (выводы).** Представлены результаты исследований по разработке системы управления параметрами микроклимата на мясоперерабатывающем предприятии. Общая схема системы управления включает системы мониторинга и управления микроклиматом на объекте мясоперерабатывающего производства. Внедрение системы обеспечит снижение себестоимости продуктов мясного происхождения и санитарную безопасность продукции. Предлагается функциональная схема приточной вентиляционной установки обеспечивающая возможность мониторинга температуры и влажности на объекте.

#### Список литературы

1. Рынок мяса России в 2022 году – ключевые тенденции и прогнозы – Agrovesti.net / АПК [Электронный ресурс] URL: <https://agrovesti.net/lib/industries/beef-cattle/rynok-myasa-rossii-v-2022-godu-klyuchevye-tendentsii-i-prognozy.html?ysclid=19fkylxоbc236355084> (дата обращения 28.11.2022 г.).

2. Себестоимость продукции на предприятии: как рассчитать, за счёт чего снизить (finkont.ru) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.finkont.ru/blog/sebestoimost-produktsii-na-predpriyatii-kak-rasschitat-za-schyet-chego-snizit/?ysclid=19fljgz0q470239925> (дата обращения 28.11.2022 г.).

3. Санитарные правила для предприятий мясной промышленности СП 3238 85. Россельхознадзор [Электронный ресурс]. – URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/laws/4777.html> (дата обращения: 28.11.2022).

4. Вентиляция предприятия мясной промышленности – «ЕвроХолод» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.airfresh.ru/Ventilyatsiya-predpriyatiya-myasnoy-promyshlennosti.htm> (дата обращения: 28.11.2022).

5. Штокман Е.А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности (studmed.ru) [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.studmed.ru/view/shtokman-ea-ventilyaciya-kondicionirovanie-i-ochistka-vozduha-na-predpriyatiyah-pischevoy-promyshlennosti\\_b56d580d960.html](https://www.studmed.ru/view/shtokman-ea-ventilyaciya-kondicionirovanie-i-ochistka-vozduha-na-predpriyatiyah-pischevoy-promyshlennosti_b56d580d960.html) (дата обращения: 28.11.2022).

6. Самарин Г.Н. Энергосберегающая система кондиционирования воздуха для ферм / Г.Н. Самарин // Техника в сельском хозяйстве. 2017. № 4. С. 43.

7. Довлатов И.М. Автоматизированная система обеспечения микроклимата в птичниках / И.М. Довлатов, Л.Ю. Юферев, В.В. Кирсанов, Д.Ю. Павкин, В.Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. 2018. № 7 (86). С. 7–18.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРИ СВЧ ОБРАБОТКЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

**Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В различных отраслях народного хозяйства, в т.ч. и в сельском хозяйстве широко применяются технологии с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ) [1-6].

Наиболее часто в СВЧ технологиях реализуется диэлектрический нагрев объекта из-за превращения энергии электромагнитного поля в тепловую энергию. При диэлектрическом нагреве или сушке продуктов с применением ЭМП СВЧ темп нагрева определяется удельной электромагнитной мощностью ( $\text{Вт/м}^3$ ), поглощаемой в диэлектрической среде, которая зависит от электрофизических свойств среды, от частоты ЭМП и от величины модуля напряженности электрического поля в данной среде. Напряженность электромагнитного поля может быть определена на основе решения системы уравнений Максвелла для электромагнитного поля с учетом уравнений связи на границах раздела сред при переходе волны из одной среды в другую [7 и др.].

Общего решения уравнений Максвелла до настоящего времени нет, но при качественном анализе применяют идеализацию физического объекта и граничных условий, что дает возможность получить аналитическое решение. Поэтому для анализа напряженностей электрического поля в цилиндрических объектах, когда длина объекта значительно превышает его поперечное сечение вполне допустимо рассматривать осесимметричную физическую модель, в которой напряженность электрического поля зависит только от одной координаты – линейного радиуса.

В этом случае электродинамическую задачу можно упрощенно рассматривать как проникновение электромагнитной волны из внешней среды с параметрами  $\varepsilon_c$ ,  $\text{tg}\delta_c$  в диэлектрический цилиндр радиуса  $R_1$  с электрофизическими параметрами  $\varepsilon_1$ ,  $\text{tg}\delta_1$ . Полное решение такой электродинамической задачи имеется в работе [7 и др.]. Поэтому на основе общего подхода, представленного в этих работах, были получены аналитические выражения, позволяющие оценить напряженность электрического  $\vec{E}$  поля применительно к диэлектрического цилиндру.

В случае однородного распределения электрического поля в цилиндрическом объекте для усредненной оценки можно использовать выражение:

$$E_1 = \frac{2\varepsilon_{rc}}{\varepsilon_{rc} + \varepsilon_{r1}} E_c, \quad (1)$$

где  $E_c$  – напряженность во внешней среде, где находится объект;  $E_1$  – напряженность внутри объекта;  $\varepsilon_{rc}$  – относительная диэлектрическая проницаемость среды;  $\varepsilon_{r1}$  – относительная диэлектрическая проницаемость объекта.

Выражение (1) по сути является аналогией для однородного электростатического поля внутри диэлектрического цилиндра.

В заключение отметим, что увеличение диэлектрической проницаемости объекта по сравнению с диэлектрической проницаемостью внешней среды приводит к отражению потока СВЧ энергии. В этом случае возникает вопрос о целесообразности применения СВЧ нагрева таких объектах, т.е. рассмотреть другие способы нагрева (кондуктивный и др.), которые являются более эффективными с позиций коэффициента полезного действия. Очень часто увеличение диэлектрической проницаемости биологических объектов напрямую связано с их влажностью. Поэтому для таких материалов рекомендуется использовать СВЧ обработку непосредственно в объемных резонаторах или применять комбинированные способы при их сушке.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке способов и технических средств для технологической СВЧ обработки (СВЧ нагрева, СВЧ сушки и т.д.) различных сред и продуктов цилиндрической формы.

#### Список литературы

1. Vendin S.V. Features of technological processing of seeds with an electromagnetic field of microwave before sowing. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. «International Conference on Agricultural Science and Engineering». 2021. С. 012142.
2. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35–43.
3. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3 (28). С. 26–32.
4. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 2 (27). С. 108–111.
5. Васильев А.Н. Компьютерная модель тепло-влагообмена в зерновом слое при СВЧ-конвективном воздействии / А.Н. Васильев, Д.Н. Будников, А.А. Васильев // Инженерный вестник Дона. 2017. № 3 (46). С. 47.
6. Васильев А.Н. Тепловая обработка зерна под воздействием электромагнитных полей / А.Н. Васильев, А.Б. Оспанов, Д.А. Будников, А.А. Васильев, Д.А. Карманов, Д.Б. Шалгинбаев // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. 2017. № 1 (22). С. 99–102.
7. Вендин, С.В. Теория и математические методы анализа электродинамики процессов СВЧ обработки семян [Текст] / С.В. Вендин // Монография. – Москва-Белгород : ООО «ЦКБ «БИБКОМ». 2015. 137 с.

## РАЗВИТИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

**Вольвак С.Ф.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Согласно Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года [1], главный внутренний вызов состоит в необходимости глубокой и всесторонней модернизации ТЭК России, преодолении высокого износа значительной части инфраструктуры и производственных фондов, технологического отставания ТЭК России от уровня развитых стран, повышении производства энергоносителей с высокой добавленной стоимостью (светлые нефтепродукты, газомоторное топливо, продукция нефте- и газохимии). К основным проблемам энергетического комплекса России относятся энергозатратность экономики; ориентация энергетики на невозобновляемые источники энергии; устаревшее энергетическое оборудование; удорожание добычи основных энергоносителей; негативное влияние на окружающую среду; недостаток генерирующих мощностей в энергодефицитных районах.

Основными стратегическими ориентирами Энергетической стратегии России на период до 2035 года должны стать энергетическая безопасность, энергетическая эффективность, экономическая эффективность и устойчивое развитие энергетики.

Рост потребления энергии и ограниченность топливных ресурсов для тепловых (ТЭС) и атомных (АЭС) электростанций всё острее требуют перехода к альтернативным возобновляемым источникам энергии (ВИЭ).

Достоинством ВИЭ является: для их работы не требуется уголь, нефть, уран и др.; большинство из них находятся повсеместно; они являются экологически чистыми источниками; это источники, работающие на возобновляемых видах топлива: биогазе, биомассе, древесных отходах и др.

До недавнего времени по целому ряду причин, прежде всего из-за огромных запасов традиционного энергетического сырья, вопросам развития использования возобновляемых источников энергии в энергетической политике России уделялось сравнительно мало внимания. В последние годы ситуация стала заметно меняться. Необходимость борьбы за лучшую экологию, новые возможности повышения качества жизни людей, участие в мировом развитии прогрессивных технологий, стремление повысить энергоэффективность экономического развития, логика международного сотрудничества – эти и другие соображения способствовали активизации национальных усилий по созданию более зелёной энергетики, движению к низкоуглеродной экономике.

Энергетика на основе возобновляемых источников энергии в России развивается в основном по трём направлениям: солнечная энергетика (фотовольтаика); ветроэнергетика и малая гидроэнергетика [2], и имеют целевые индикаторы [3]. Другие направления альтернативной энергетики представлены скорее

единичными проектами, их роль невелика и в государственных документах они отражены по остаточному принципу без каких-либо целевых индикаторов [3].

Российскими предприятиями на сегодняшний день освоен выпуск кремниевых фотоэлектрических элементов и энергоустановок с солнечными концентраторами, малых гидростанций, ветроэлектрических станций, а также биогазовых установок для индивидуальных и фермерских хозяйств [3].

Недостаточно освоен выпуск ветроэнергетических установок средней и большой мощности и установок для использования локальных видов топлива (торф, отходы сельского и лесного хозяйства и жизнедеятельности человека) [3].

Основным ограничением в развитии возобновляемых источников энергии в России выступает их низкая конкурентоспособность по отношению к централизованному электроснабжению, что связано как с фактором высоких капитальных затрат, так и с ограниченной эффективностью объектов ВИЭ [3].

Все ныне используемые источники энергии являются исчерпаемыми ресурсами и в течение столетия при таких темпах потребления угля, нефти и газа население Земли увязнет в энергетическом кризисе [4].

Таким образом, будущее за развитием альтернативных возобновляемых источников энергии [5–7], поэтому перед учёными стоит проблема разработки альтернативных источников энергии и выявления новых безотходных и неисчерпаемых видов топлива.

#### Список литературы

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года: распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р.
2. Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2035 года : распоряжение Правительства РФ от 8 января 2009 г. № 1-р.
3. Развитие альтернативной энергетики в России. – URL: [https://www.ra-national.ru/sites/default/files/analytic\\_article/Развитие-альтернативной-энергетики-в-России-1.pdf](https://www.ra-national.ru/sites/default/files/analytic_article/Развитие-альтернативной-энергетики-в-России-1.pdf).
4. Альтернативные и традиционные источники энергии – URL: <https://vuzlit.com/765002/vvedenie#984>.
5. Вольвак С.Ф., Вольвак М.В., Суровцев В.А. Использование возобновляемых источников энергии в России // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы конференции. Ч. II. Воронеж, 2018. С. 110–114.
6. Вольвак С.Ф., Вольвак М.В., Суровцев В.А. Нетрадиционные источники энергии в сельском хозяйстве // Энергосберегающие технологии в АПК: сборник научных трудов по материалам конференции. Ярославль : Ярославская ГСХА, 2019. С. 23–26.
7. Сорокин В.Ю., Вендин С.В. Анализ эффективности применения альтернативных источников электроэнергии в сельском хозяйстве / Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы конференции. Саратов : ООО «Амирит», 2021. С. 210–212.

## КОМБИКОРМОВЫЙ АГРЕГАТ

**Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Обеспечение населения продуктами животноводства в достаточном количестве и качестве является актуальной проблемой современного аграрного производства [1]. Усиление продовольственной безопасности является одной из целей разработки и реализации Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 года [2].

Полноценность кормления животных достигается повышением качества кормов, оптимизацией сроков и совершенствованием технологии заготовки, улучшением состава рационов, применением физиологически обоснованных технологий приготовления кормов и способов их скармливания [3].

В технологии приготовления кормов самым распространённым и важным процессом является измельчение, обусловленное требованиями физиологии животных [4]. В результате измельчения образуется множество частиц с высокоразвитой поверхностью, что способствует ускорению процессов пищеварения и повышению усвояемости питательных веществ [4]. За счёт измельчения зерна продуктивность животных повышается на 10-15% [4-6].

В инженерном отношении измельчение кормов является наиболее энергоёмкой и дорогой операцией [4, 7]. На этот процесс во всем мире расходуется до 50% электроэнергии, затрачиваемой на приготовление кормов, причём большая часть электроэнергии расходуется произвольно и нерационально: превращается в тепло и другие виды энергии [7].

В целом актуальной остаётся проблема повышения качества измельчения [4]. Её решение позволит минимизировать переизмельчение кормов и повысить их усвояемость. Особенно это важно при использовании концентрированных кормов из фуражного зерна, так как оно имеет твёрдую оболочку и если её не разрушить, то зерно «транзитом» проходит через желудочно-кишечный тракт животного [4].

Основным оборудованием для измельчения кормового зерна в сельскохозяйственном производстве являются молотковые дробилки [4]. Известны большое количество молотковых дробилок и других измельчителей различных конструкций, используемых в сельском хозяйстве и комбикормовой промышленности [8]. При этом конструкция барабанного дозатора позволяет создавать компактную многоканальную дозирующую систему, а это обеспечивает одновременную подачу несколько видов зерна на измельчение в рациональной для создания кормовой смеси пропорции [8].

Таким образом, проведенный анализ существующих рабочих органов для измельчения и дозирования концентрированных кормов из фуражного зерна [8] позволил определить способные наиболее эффективно работать в комплекте конструкции вертикальной молотковой дробилки и барабанного дозатора и

обосновать рациональную конструктивно-технологическую схему комбикормового агрегата.

При этом технологическая схема определяет последовательность технологического процесса [9]. В рациональной конструктивно-технологической схеме комбикормового агрегата целесообразно предусмотреть установку комплекта рабочих органов: секционного бункера, у которого каждая секция укомплектована собственным дозатором сыпучих продуктов; вертикального молоткового барабана, снабжённого шарнирными молотками; сменных решёт с различным диаметром отверстий; лопастной швырялки для выгрузки кормовой смеси, а также для создания за счёт всасывающего эффекта воздушного потока для улучшения условий процессов непрерывного дозирования и измельчения различного кормового зерна и смешивания, транспортировки и выгрузки уже измельчённых компонентов кормовой смеси.

Выдвинута концепция повышения эффективности технологического процесса измельчения концентрированных кормов путём объединения в единую конструкцию систем дозирования различных зерновых кормов и вертикальной молотковой дробилки, способной осуществлять измельчение с одновременным смешиванием компонентов кормовой смеси в установленной пропорции.

#### Список литературы

1. Вольвак С.Ф., Шаповалов В.И. Исследование процесса измельчения концентрированных кормов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). С. 14–24.
2. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р.
3. Организация полноценного кормления высокопродуктивных коров (рекомендации). М. : ФГУ РЦСК, 2008. 58 с.
4. Шкондин В.Н. Разработка способа измельчения кормового зерна и обоснование параметров двухступенчатого измельчителя : дис. ... канд. техн. наук. зерноград, 2018. 173 с.
5. Рындин А.Ю. Молотковая дробилка для личных подсобных и крестьянских фермерских хозяйств // Вестник НГИЭИ. 2014. № 8 (39). С. 97–101.
6. Сыроватка В.И. Основные закономерности процесса измельчения зерна в молотковой дробилке // Электрификация сельского хозяйства: Научные труды ВИЭСХ. М., 1964. Вып. 14. С. 89–157.
7. Карпин В.Ю., Паталайнен Л.С. Обзор факторов, оказывающих влияние на энергоёмкость процесса измельчения кормов // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 6. Ч. 1. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/06/36305>.
8. Научные основы совершенствования технологических процессов и технических средств приготовления кормов для сельскохозяйственных животных и птицы : монография / С.Ф. Вольвак, А.Г. Пастухов, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий. Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. 193 с.
9. Проектирование и исследование технологических процессов животноводческих предприятий : монография / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий [и др.]. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. 475 с.

## **ПОТОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМБИКОРМА**

**Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В себестоимости производства продукции животноводства корма занимают более 70 процентов [1]. В рамках Федеральной научно-технической программы постановлением Правительства Российской Федерации от 3 сентября 2021 г. № 1489 «О внесении изменений в Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» утверждена подпрограмма «Развитие производства кормов и кормовых добавок для животных», разработанная Минсельхозом России совместно с Минобрнауки России, Минпромторгом России и Российской академией наук и позволяющая перейти к увеличению объёмов производства высококачественных кормов (в том числе концентрированных и объёмистых), белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов для животных [1].

В агропромышленном и рыбохозяйственном комплексах прогнозируется сокращение импорта технологий, а именно локализация зарубежных производств и поддержка развития отечественных информационных ресурсов прикладного характера в сфере сельскохозяйственного машиностроения, а также машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности [1].

К основным факторам, влияющим на развитие агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов, относятся рост обеспеченности сельскохозяйственных товаропроизводителей сельскохозяйственной техникой и оборудованием; возможность увеличения объёмов внутреннего потребления, в том числе за счёт производства комбикормов [1].

Развитие агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов напрямую связано с созданием прочной кормовой базы – важнейшим управляющим ресурсом продукционной и репродукционной функциями биологических объектов [1].

Основой увеличения продуктивности скотоводства является создание прочной кормовой базы и организация полноценного сбалансированного кормления при полном учёте потребности животных в питательных и биологически активных веществах в целях реализации генетического потенциала здоровья, воспроизводства, роста и продуктивности животных [2].

Одним из прогрессивных инновационных и ресурсосберегающих направлений в механизации, автоматизации и технологии производства является создание автоматических комплектов машин и оборудования для приготовления комбикормов в хозяйствах на основе использования энергосберегающих технологий [3, 4].

Эффективность кормовых смесей зависит от их перевариваемости и подготовки к скармливанию, что невозможно без измельчения до уровня, определённого

ного зоотехническими требованиями [5]. При этом следует учитывать затратность техпроцесса измельчения корма [5].

Решение вопросов по снижению энергоёмкости и повышению качества измельчения концентрированных кормов из фуражного зерна позволит повысить эффективность производства продукции животноводства, что является весьма актуальным [6].

Поскольку кормовые смеси, изготовленные на основе измельчённого зерна зерновых и зернобобовых культур, часто скармливаются сельскохозяйственным животным и птице в гранулированном виде, в разрабатываемой поточно-технологической линии дозирования-измельчения-смешивания концентрированных кормов и их последующего гранулирования предлагаются конструкции комбикормового агрегата и шнекового гранулятора кормов [7].

Выдвинута концепция повышения эффективности технологического процесса приготовления комбикормов в хозяйствах путём объединения в единую конструкцию систем дозирования кормового зерна в установленной пропорции, измельчения с одновременным смешиванием компонентов и последующего гранулирования кормовой смеси, что позволит по сравнению с другими конструкциями комбикормовых агрегатов снизить энерго- и металлоёмкость конструкции, повысить износостойкость молотков, уменьшить уровни шума и вибрации и получить однородный состав готового продукта без применения отдельного смесителя кормов.

#### Список литературы

1. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р.
2. Организация полноценного кормления высокопродуктивных коров (рекомендации). М. : ФГУ РЦСК, 2008. 58 с.
3. Стратегия развития механизации и автоматизации животноводства на период до 2030 года. М. : ФГБНУ Росинформагротех, 2015. 152 с.
4. Морозов Н.М. Инновационные направления развития механизации и автоматизации животноводства. URL: <https://clck.ru/33zJ6W>.
5. Гулевский В.А., Вертий А.А. Математическое моделирование работы измельчителя кормов. Вестник Воронежского ГАУ. 2018. № 3 (58). С. 120–128.
6. Вольвак С.Ф., Шаповалов В.И. Исследование процесса измельчения концентрированных кормов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). С. 14–24.
7. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А. Разработка конструкции шнекового гранулятора кормовых смесей на основе травяной муки для кормления кроликов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 1 (21). С. 30–38.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

**Заболотный В.Н., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Введение.** Животноводческие предприятия потребляют значительное количество воды, которая используется для технических целей, для поения животных, приготовления кормов и для хозяйственно питьевых нужд. Но вода, подаваемая на предприятия, не всегда может быть пригодна для использования [1]. Так если не удалять вредные компоненты из воды, то это может привести к нарушению пищеварения животных, к торможению роста и даже к падежу животных. Поэтому нужно сделать так, чтобы вода стала качественной для использования. Под качественной водой понимается соответствие норм по физическому, химическому и бактериологическому составу. Чтобы вода соответствовала нормам, нужно провести очистку воды.

**Материалы и методы.** Так для решения этого вопроса был проведен анализ современных систем по обеззараживанию воды. И самым оптимальным методом по очистке воды является использование комбинированного метода [2]. Так как у каждому методу очистки присущи недостатки, а использование нескольких методов очистки позволит компенсировать недостатки других систем. Например при обеззараживании воды при помощи ультрафиолетового излучения, нужно добиться того, что бы в воде не содержалось примесей, так как вредные микроорганизмы могут находиться на примеси и не получить облучение ультрафиолетовыми лучами, что может привести к некачественной обработке [4]. Поэтому в комбинированный метод входит два этапа очистки, на первом этапе происходит очистка от механических примесей при помощи фильтров, а второй этап состоит из бактериологической очистки при помощи ультрафиолетовых лучей [3]. Также есть проблема неоднородности обработки воды по сечению трубки в камере ультрафиолетовой обработки.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Поэтому предлагается конструкция установки по очистке воды [5], которая позволяет добиться высоких показателей по качественной воды. Технический результат достигается благодаря двухступенчатой очистке. Так, на первом этапе происходит очистка фильтрами механических примесей. Это нужно для того, чтобы, когда происходит очистка во втором этапе от вредных микроорганизмов, ультрафиолетовые лучи могли равномерно распределяться по всей поверхности. Также для равномерной очистки воды по сечению трубки, внутри трубки установлена винтовая вставка, которая будет перемешивать слой воды для повышения качества.

Устройство для обеззараживания воды работает следующим образом. Сначала вода проходит через фильтр, где происходит очистка от механических примесей. После прохождения очистки вода поступает в камеру УФ обработки через отверстие, в котором герметично установлена кварцевая трубка, внутри

кварцевой трубки установлена винтовая вставка, сделанная из светопропускающего материала. Вода, проходящая через кварцевую трубку, взаимодействует с винтовой вставкой, что приводит к перемешиванию различных слоев жидкости. Над кварцевой трубкой установлена бактерицидная лампа, излучающая в диапазоне оптического спектра (265-275 нм) поток бактерицидного излучения не менее 700 мВт, над бактерицидной лампой герметично установлен экран, а под кварцевой трубкой установлен параболической формы никелированный отражатель, предназначенный для отражения УФ излучения и направления на кварцевую трубку. После прохождения камеры УФ обработки вода поступает к электронасосу, а от электронасоса передает к потребителям. Электронасос с бактерицидной лампой соединен с блоком управления, предназначенным для управления бактерицидной лампой и электронасосом, далее блок управления соединен с блоком питания.

**Заключение (выводы).** Предлагается конструкция устройства для обеззараживания воды, которая обеспечивает непрерывность процесса очистки и гарантирует полную очистку воды. Но стоит помнить, что воздействие ультрафиолетовых лучей на вредные микроорганизмы короткое и вода не может быть транспортирована на большие расстояния, так как вода может быть повторно заражена, поэтому установку нужно устанавливать непременно на месте использования воды.

#### Список литературы

1. Кочетова Н.Г. Сельскохозяйственное водоснабжение: Методические указания / Н.Г. Кочетова, Э.Е. Назаркин. М. 2018. 77 с.
2. Ультрафиолетовые технологии в современном мире / Кармазинов Ф.В., Костюченко С.В., Кудрявцев Н.Н., Храменков С.В., ред. Долгопрудный. Интеллект; 2012.
3. Алексеев М.И., Сколубович Ю.Л., Похил Ю.Н. Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения: учебное пособие. М. : Издательство АСВ, 2022. 268 с.
4. МУ 2.1.4.719-98 «Санитарный надзор за ультрафиолетовые излучения в технологии подготовки питьевой воды».
5. Патент РФ 216 020. Устройство для обеззараживания воды: патент РФ № 216 020 / Заболотный В.Н. (RU), Вендин С.В. (RU). – № 2022120708? 27.07.2022. Оpub. 13.01.2023 Бюл. № 2.

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ**

**Карпушина Д.С., Корнякова М.С., Ерзамаев М.П.**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, Россия

В последнее время в сельском хозяйстве расширяется использование различных видов энергии для непосредственного воздействия на биологические объекты (семена, растения, насекомые, микроорганизмы, животные и др.) [1]. Вместе с тем, механизмы воздействия электрического и магнитного поля, ионизации и других явлений на эти объекты пока не вполне ясны [2]. Известные гипотезы не позволяют обработать методику оценки количественной характеристики процесса и не способствуют созданию соответствующих технических средств [3].

Анализ многочисленных результатов опубликованных исследований позволяет принять в качестве исходных положений:

Во-первых, наличие фундаментального единства всех видов воздействия электромагнитной технологии, где основным фактором является внешняя дополнительная электромагнитная энергия, вводимая в живой организм; во-вторых, утверждение о том, что биологический объект, помещенный в энергетическую среду, поглощает часть электромагнитной энергии, используя ее для синтеза биологически активных веществ (молекул аденозинтрифосфата – АТФ).

Дополнительная энергия от внешнего электромагнитного поля или энергетической среды изменяет мембранный потенциал клетки. Если в течение некоторого времени на биомембрану воздействует электромагнитное поле с некоторой частотой и индукцией, излучающее энергию, то разность электрического потенциала мембраны биообъекта нарастает по сравнению с начальным равновесным состоянием пропорционально колебанию электромагнитного поля. При этом энергия в данной фазе процесса запасается в клетке.

Во II-ой фазе происходит релаксация (ослабления) внешнего энергетического воздействия, выражаемое снижением и сопровождаемое интенсивным преобразованием накопленной электромагнитной энергии в химическую в виде синтеза АТФ.

Этот процесс синтеза постепенно затухает до некоторой равновесной разности потенциалов. Таким образом время релаксации – это время установления внутри биологического объекта термодинамического равновесия на новом, более высоком энергетическом уровне после воздействия электромагнитного поля.

Исходя из предложенных схем можно объяснить механизм процессов, происходящих, например, в семенах сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке их электромагнитным полем. Сначала происходит, так сказать, принудительная «дозарядка мембран», до некоторой электрической емкости. Затем при отлежке наступает релаксация – аккумулялирование энергии в ви-

де АТФ, способствующей повышению всхожести и энергии прорастания семян при посеве, что в конечном итоге ведет к повышению урожайности.

Однако, наряду с положительными результатами выявлены отрицательные: при некоторых сочетаниях параметров обработки происходит снижение относительной всхожести. Вероятность появления отрицательных результатов достигает 10...25%. Объясняется это неравномерностью обработки: семена, проходя через электромагнитное поле, разориентированы относительно вектора электромагнитной энергии, при этом не исключена многократная их переориентация, а, следовательно, и «перезарядка». Эти изменения в совокупности с изменением градиента электрического потенциала могут приводить не к накоплению АТФ, а к его расходу, что так же снизит жизнедеятельность семян и не будет способствовать их прорастанию.

Создание строго ориентированного градиента концентрации водородных ионов рН при энергетическом воздействии на биологический объект открывает перспективы исключения отрицательных результатов при активации семян.

В этом плане электрохимическое разложение воды представляет определенный интерес. Полученные отдельно аналит и каталит – это энергетические среды с однородной концентрацией водородных ионов рН, обладающие окислительно-восстановительным потенциалом  $\varphi_{p-n}$ . Биологический объект, помещенный в такую среду с заведомо определенными параметрами, будет подвергаться энергетическому воздействию среды и, соответственно, изменять свое состояние. При этом создаются условия получения строго ориентированного электрохимического градиента и исключается многократная переориентация, как это происходит с отдельными семенами при электромагнитной обработке. Вместе с тем, в случае наличия информационной памяти у воды, с разделением аналита и каталита при электролизе происходит ее «разрушение». Следовательно, устраняется вероятность влияния неблагоприятных факторов среды, приобретенной и «записанной» памятью воды.

#### Список литературы

1. Занкевич П.Н. Воздействие электромагнитного поля на всхожесть и динамику роста огурца посевного // Молодые исследователи на службе обществу и государству. – 2023. – С. 225–229.
2. Афолина С.С. Воздействие электромагнитных полей на биологические объекты // Современные исследования как ответ на вызовы нового времени. – 2022. – С. 141–147.
3. Гольшева В.Е., Дзю И.М. Воздействие электромагнитных полей на биологические объекты // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. – 2021. – С. 1340–1343.

## **УПРАВЛЕНИЕ МИКРОКЛИМАТОМ В ПТИЧНИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА SIEMENS LOGO 8 СЕРИИ BASIC**

**Латышев А.А., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Обеспечение оптимального микроклимата в животноводческих помещениях является фактором, определяющим рентабельность производства продукции животноводства на промышленной основе. Несоблюдение зоогигиенических требований в животноводческих помещениях приводит к снижению продуктивности животных и снижению объема производимой продукции [1-2].

Следует отметить также, что при формировании воздушной среды в помещении необходимо учитывать такие факторы, как температурное и влажностное состояние ограждающих конструкций, наружные климатические условия, системы и уровень воздухообмена или вентиляции, а также особенности отопления, канализации и систем освещения. Состояние воздушной среды в животноводческом помещении будет зависеть от поголовья животных и степени их теплопродукции, плотности их размещения, особенностей технологии содержания, режимов кормления, навозоудаления и других факторов [3]. Состояние воздушной среды в животноводческом помещении определяется параметрами микроклимата, для регулирования которых применяются различные технические средства и системы управления вентиляцией [4-7 и др.].

Для управления работой системы вентиляции в птичнике предлагается использовать логический контроллер Siemens Logo 8 серии Basic. С помощью логического контроллера Siemens Logo 8 серии Basic возможен контроль и управление следующими параметрами: температура, влажность, концентрация углекислого газа и уровень вентиляции в птичнике.

Выбор построения системы управления микроклиматом в животноводческом помещении с применением логического контроллера Siemens Logo 8 серии Basic обусловлен также его сравнительно низкой стоимостью по сравнению с известными аналогами, например устройствами компаний BigDutchman и VDLAgrotech. Важно также то, что возможности контроллера, кроме контроля и управления параметрами воздушной среды, позволяют заранее запрограммировать оперативное управление системой микроклимата при неполадке или выходе их строя отдельных вентиляторов. Указанное обстоятельство снижает влияние человеческого фактора и повышает надёжность работы системы вентиляции.

Общий принцип работы системы управления микроклиматом в животноводческом помещении заключается в следующем: система микропроцессорного регулирования на базе Siemens Logo 8 серии Basic будет осуществлять сбор данных с помощью датчиков температуры, влажности и газоанализаторов с целью определения концентрации в воздухе углекислого газа, определения мест застойных зон (плохая циркуляция воздуха) и на основе полученных данных

будет осуществляться управление системой микроклимата, избавляясь от этой проблемы.

При обеспечении оптимальной конструкции и параметров работы системы вентиляции применение системы микропроцессорного регулирования микроклиматом для птичников будет эффективным и с коммерческих позиций.

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

#### Список литературы

1. Дерхо М.А. Влияние микроклимата на сохранность и обмен веществ у ремонтного молодняка кур / М.А. Дерхо, Т.И. Середа // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 366–370.
2. Салаев И.П. Микроклимат, вентиляция и газовый состав воздуха в птицеводческих помещениях (обзор) / И.П. Салаев, Н.А. Королёва, В.А. Офицеров, А.В. Иванов, А.П. Бахарев // Птицеводство. 2016. № 6. С. 44–49.
3. Скляр А.В. К обоснованию алгоритмов управления микроклиматом птичников / А.В. Скляр, М.В. Постнова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2018. Т. 8. № 2. С. 25–28.
4. Довлатов И.М. Автоматизированная система обеспечения микроклимата в птичниках / И.М. Довлатов, Л.Ю. Юферев, В.В. Кирсанов, Д.Ю. Павкин, В.Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. 2018. № 7 (86). С. 7–18.
5. Самарин Г.Н. Энергосберегающая система кондиционирования воздуха для ферм / Г.Н. Самарин // Техника в сельском хозяйстве. 2017. № 4. С. 43.
6. Латышев А.А. Применение логического контроллера SIEMENS LOGO 8 СЕРИИ BASIC для управления параметрами воздушной среды в птичнике / А.А. Латышев, С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 46–50
7. Войтенко В.С., Вендин С.В. Схема блока управления вентиляцией помещения / В.С. Войтенко, С.В. Вендин. В книге : Материалы международной студенческой научной конференции. Белгородский ГАУ, 2015. С. 208.

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

**Макаров С.М., Вачеланова А.И., Кудряшев Г.С.**  
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, п. Молодежный, Россия

Экспериментальные исследования при разработке энерго- и ресурсосберегающих мероприятий и технических средств для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур с целью повышения всхожести и увеличения урожайности всегда носят актуальный характер. Научно-исследовательская работа в этом направлении достаточно развита и активно проводится в аграрных вузах России [1-5].

Все приведенные примеры стимулирующего воздействия на семена сельскохозяйственных культур базируются на использовании электрической энергии. Иркутская область является одним из ведущих регионов Сибирского Федерального округа по производству электрической энергии. В среднем около 5-6% произведенной электрической энергии от общего количества по стране приходится на Иркутскую область. При этом от общего потребления электроэнергии в регионе на сельское хозяйство приходится около 1,2-1,5%. При дефиците использования электрической энергии одним из альтернативных путей является эффективное использование солнечной энергии для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Площадь посевных земель в Прибайкалье составляют примерно 760 тысяч гектар, из них под зерновые и зернобобовые отводится 540 тысяч гектар.

Активный рост растений и их созревание происходит за счет того, что фотосинтетические пигменты растений поглощают световой поток солнечной энергии и преобразуют его химическую энергию. Здесь стоит сказать, что содержание белка в зерне пшеницы напрямую зависит от количества поступившего светового потока солнечной энергии. Падающий световой поток зависит от интенсивности облучения поверхностей солнечной радиацией (инсоляции). Количество солнечных дней в регионе составляет 221 день, а среднее значение инсоляции за календарный год 3,75 кВт/м<sup>2</sup>. Для эффективного использования солнечной энергии при выращивании различных сельскохозяйственных культур рекомендуется количество падающей солнечной энергии на растения регулировать путем создания определенного направления рядов посадки и густотой посева [6].

Кроме зерновых культур в Иркутской области активно развиваются круглогодичные тепличные хозяйства ангарного типа для выращивания таких овощей, как огурцы и помидоры. Особенно высокая производительность у тепличных хозяйств, использующих прозрачное стекло с высокой светопропускной способностью, которые наиболее энергоэффективны в пик солнечной активности с мая по август. Для получения урожая в другие месяцы используются

дополнительные искусственные источники света. Тепличные хозяйства расположены в крупных городах Иркутской области (Иркутск, Ангарск и др.), что позволяет поддерживать оптимальный микроклимат в теплице за счет централизованного тепло- и энергоснабжения круглый год, а также уменьшает расходы производителя на хранение и доставку овощей до потребителя. Для прогноза будущего урожая необходимо рассчитать интенсивность и продолжительность солнечной радиации, которая является важнейшим условием для дальнейшего производства сельскохозяйственной продукции [6].

В заключение тезиса стоит отметить, что Иркутская область является благоприятным регионом для сельскохозяйственной деятельности, как для выращивания зерновых культур, так и для тепличных хозяйств.

#### Список литературы

1. Алтухов И.В., Федотов В.А. Влияние импульсного ИК-излучения на семена пшеницы // Вестник ИрГСХА. 2012. № 50. С. 123–129.
2. Бородин И.Ф., Вендин С.В., Горин А.Д. Изменение всхожести семян зерновых культур под влиянием СВЧ-обработки // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 1993. № 2. С. 92–94.
3. Вендин С.В. Экспериментальные исследования предпосевной обработки семян пшеницы электромагнитным полем СВЧ // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. № 1 (1). С. 4–10.
4. Федотов В.А., Очиров В.Д. Исследование биоэнергетического потенциала семян пшеницы // Инновации в сельском хозяйстве. 2017. № 3 (24). С. 239–242.
5. Федотов В.А., Очиров В.Д. Установка для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 5 (15). С. 70–73.
6. Кудряшев Г.С., Дыкус И.В., Батищев С.В. Аккумуляция солнечной энергии зерновыми культурами // Вестник ВГУИТ. 2020. № 1 (83). С. 59–63.

## **АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ СВЧ**

**Малахов А.Н., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для повышения посевных свойств и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур применяют различные виды предпосевной обработки. Перспективными способами технологической обработки семян и зерна с целью предпосевной стимуляции семян, дезинфекции и дезинсекции является обработка электромагнитным полем сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) [1-7]. СВЧ обработка семян и зерна может быть реализована различными технологическими приёмами и на устройствах различных конструкций: обработка объёма (потока) продукта в проходном объёмном резонаторе; обработка объёма материала в объёмном резонаторе периодического действия; обработка порций материала под излучателем; обработка слоя материала на конвейерной ленте под излучателем.

Из рассмотренных конструкций наибольший интерес представляют обработка объёма материала в объёмном резонаторе и обработка слоя материала на конвейерной ленте под излучателем.

Устройство с объёмным резонатором [6] включает СВЧ генератор, рабочую цилиндрическую камеру с проводящим элементом, подключенную к СВЧ генератору через передающую линию и вибратор. Рабочая цилиндрическая камера расположена внутри проводящего элемента, снабжена на входе задвижкой, а на выходе заслонкой, с установленным на ней вибратором. Рабочая камера содержит концентраторы, выполненные в виде воронки, и распределители, выполненные в виде конуса, закрепленные на ее внутренней поверхности в последовательном чередовании один под другим на определенном расстоянии  $h$  таким образом, что вершина конуса верхнего распределителя направлена к задвижке, расположенной на входе рабочей цилиндрической камеры, а вершины конусов последующих распределителей направлены к нижним частям концентраторов и входят в них с зазором  $\delta$ . Угол наклона образующих концентратора и распределителя устанавливается более или равным  $31^\circ$ .

Перспективной является обработка слоя материала на конвейерной ленте под излучателем [1-2, 8]. Обработка материала в данном устройстве производится на движущейся ленте под излучателем с контролем и управлением процессом по скорости и конечной температуре нагрева, а также обеспечением согласования СВЧ источника с нагрузкой (слоем семян на транспортной ленте). Предлагаемая технологическая схема СВЧ установки для обработки семян в слое под излучателем на движущейся транспортной ленте, а также предлагаемый технологический алгоритм согласования СВЧ источника с нагрузкой позволяют при наименьших затратах электрической энергии обеспечить гарантированное соблюдение режимов обработки по конечной температуре и скорости

СВЧ нагрева материала, а также повысить надежность устройства и коэффициент использования СВЧ энергии.

#### Список литературы

1. Малахов А.Н., Вендин С.В. Устройство и способ управления СВЧ-обработкой семян на конвейерной ленте / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // *Агроинженерия*. – 2021. № 4 (104). С. 59–65.
2. Малахов А.Н., Вендин С.В. Конструкция устройства и способ управления СВЧ обработкой семян на конвейерной ленте / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // *Инновации в АПК*. – 2021. № 1 (29). С. 51–56.
3. Васильев А.А. Моделирование и результаты предпосевной СВЧ и конвективно-тепловой обработки семян / А.А. Васильев, А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Шарко // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. № 4 (41). С. 35–43.
4. Васильев А.А. Анализ исследований процессов нагрева и теплообмена в блоках питания магнетронной СВЧ установок сельскохозяйственного назначения / А.А. Васильев // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2018. № 3 (28). С. 26–32.
5. Васильев А.А. Разработка исходных требований для усовершенствованной установки СВЧ-конвективной обработки зерна / А.А. Васильев // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2018. № 2 (27). С. 108–111.
6. Пат. РФ №2460404. Устройство для непрерывной СВЧ-обработки кормов / Сыроватка В.И., Комарчук Т.В., Обухова Н.В. Оpubл.10.09.2012; Бюл. № 25.
7. Васильев А.Н. Тепловая обработка зерна под воздействием электромагнитных полей / А.Н. Васильев, А.Б. Оспанов, Д.А. Будников, А.А. Васильев, Д.А. Карманов, Д.Б. Шалгинбаев // *Вестник Могилевского государственного университета продовольствия*. 2017. № 1 (22). С. 99–102.
8. Пат. РФ №2756695 С1. Установка для обработки семян / Малахов А.Н., Вендин С.В. Оpubл. 04.10.2021.

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕМЯН РАСТЕНИЙ**

**Малахов А.Н., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Продукция, получаемая в процессе сельскохозяйственного производства, зачастую должна соответствовать и экологическим нормам. Применение вредных добавок на основе химии является недопустимым, так как влечет за собой накопление вредных для живых организмов веществ в продуктах растениеводства. Концептуально новый подход к защите семян и зерна от вредителей, болезней и к предпосевной стимуляции предполагает использование иных методов обработки. Одним из способов предпосевной обработки семян, дезинфекции и дезинсекции семян является обработка электромагнитным полем сверхвысокой частоты (СВЧ) [1, 2].

Особого внимания заслуживают физические факторы воздействия электромагнитного поля, такие как гамма-излучение, рентгеновские, ультрафиолетовые, видимые оптические, инфракрасные, СВЧ излучение, радиочастотные, магнитное и электрическое поле, облучение альфа - и бета-частицами, ионами различных элементов, гравитационным воздействием и т.д. Использование гамма и рентгеновского облучения опасно для жизни человека, а потому малоприспособно для эксплуатации в сельском хозяйстве. Применение ультрафиолетового, сверхвысокочастотного и радиочастотного облучения вызывает проблемы при эксплуатации. Актуальным является исследование воздействия электрофизических методов воздействия с различной длиной волн (электромагнитное поле СВЧ, УФ-обработка и др.) при выращивании зерновых, пасленовых, масличных, бобовых и других культур [2, 3].

Наиболее перспективным методом, который направлен на решение проблемы защиты семян и стимулирование роста, является электрофизический способ воздействия. Достаточно широко и полно проведены исследования воздействия ЭМП СВЧ (электромагнитного поля сверхвысокой частоты) и УФ-излучения на посевные качества семенного материала, как российскими, так и зарубежными учеными, отмечающими некоторый положительный эффект на всхожесть и энергию роста семян сельскохозяйственных культур [4]. В то же время на эффективность применения электрофизических методов для обработки семян негативное влияние могут оказывать некорректные представления результатов исследований по рекомендуемым режимам воздействия.

Следует помнить, что результаты стимулирующего и угнетающего воздействия ЭМП СВЧ достигаются при различных режимах обработки. В первую очередь это касается повышения всхожести и энергии роста семян, подвергшихся воздействию СВЧ излучения. При обработке для снижения количества патогенов и возбудителей болезней увеличение показателей всхожести и энер-

гии роста обычно не превышают 5%, а порой наблюдается снижение всхожести и энергии роста.

Исследования биологических эффектов низкочастотных ЭМП на растения и семена имеет важное теоретическое и практическое значение и их более детальное исследование позволит выявить оптимальные параметрические режимы обработки для увеличения всхожести, повышения темпов роста корней, увеличение средней длины ростков и др. биологических характеристик растений.

При использовании СВЧ излучения при обработке семян необходимо определять приоритет конечной цели обработки и помнить о балансе между снижением заболеваемости, количестве патогенов и возможном снижении посевных и урожайных свойств семян.

#### Список литературы

1. Вендин, С.В. Результаты экспериментальных исследований по предпосевной обработке семян пшеницы электромагнитным полем [Текст] / С.В. Вендин // Инновации в АПК. – 2016. № 1 (16). С. 73–77.

2. Вендин, С.В. Исследование влияния различных способов предпосевной обработки на проращивание зерна пшеницы и ячменя [Текст] / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 2 (22). С. 15–30.

3. Вендин, С.В. Перспективы использования УФ обработки семян при проращивании зерна на корм животным / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов // В сборнике: наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 498–502.

4. Малахов А.Н., Вендин С.В. Биофизические аспекты применения ЭМП СВЧ для предпосевной обработки семян // В сборнике: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. Майский, 2022. С. 28–30.

## ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ КОРПУСА НА ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ БИОГАЗОВОМ РЕАКТОРЕ

Мамонтов А.Ю., Вендин С.В., Ульяновцев Ю.Н.  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Введение.** Несмотря на привлекательность использования альтернативных и возобновляемых источников энергии в народном хозяйстве и в быту эффективность их применения зависит от многих факторов, обусловленных внешними условиями и конструктивными особенностями оборудования. Это в полной мере относится ко многим видам альтернативной энергетики, включая и переработку органических отходов в биогаз [1-5].

В общем случае, конструкция биогазового реактора представляет собой цельную емкость, в которой процесс сбраживания происходит в едином перемешивающем режиме при соблюдении определенных температурно-влажностных режимов в зависимости от типа брожения. Однако эффективность происходящих внутри реактора процессов определяется индивидуальными особенностями конструкции, видом используемого сырья и надежным обеспечением режимов сбраживания.

Последнее обстоятельство предъявляет определенные требования к обеспечению стабильности тепловых процессов и обеспечению режимов сбраживания, как по периодичности перемешивания, так и по температуре внутри реактора. Если теплоты биохимических реакций недостаточно – применяют дополнительный подогрев сырья. Мощность дополнительных источников теплоты будет зависеть от размеров реактора и от теплоизоляционных свойств корпуса реактора, от режимов теплообмена конструкции с окружающей средой. Следовательно, еще на стадии проектирования важно оценить влияние размеров конструкции, ее теплоизоляционных свойств и количества теплоты, выделяющейся в процессе переработки на обеспечение температурных режимов сбраживания сырья.

**Материалы и методы.** Методология исследований предполагала использование методов анализа научной литературы и методов математической физики и математического анализа применительно к тепловым процессам теплопередачи. При этом задачи исследований включали анализ влияния различных факторов на величину мощности дополнительных источников теплоты и на распределение температурного поля внутри конструкции реактора.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Теоретическая оценка влияния указанных факторов была проведена с применением численного моделирования процессов на основе решения задачи теплопроводности Фурье в слоистых средах [6]. Были проведены исследования по влиянию толщины  $\Delta$  и теплофизических характеристик теплоизоляции на выбор установленной мощности равномерно распределенных внутри рабочего объема биореактора дополнительных (сторонних) источников теплоты и распределение температуры внутри

биореактора. Математическим моделированием для цилиндрического реактора с наличием внутренних источников теплоты, с учетом характеристик теплоизоляционных материалов, свойственных материалам на деревянной основе и пенополиуретану [7], было установлено следующее.

Мощность дополнительных источников теплоты существенно зависит от температуры наружной среды вне реактора  $T_c$ , но практически не зависит от толщины изоляции стенки реактора  $\Delta$ . Анализ показал также, что в исследуемом диапазоне изменения коэффициента теплопроводности теплоизоляции (стенки)  $\lambda_2$  от 0,03 Вт/(м·К) до 0,05 Вт/(м·К) для выбора мощности дополнительных источников теплоты определяющей является наружная температура среды вне реактора  $T_c$ . Перепад температур между центром и внутренней стенкой реактора не превышает 1°C, но с увеличением толщины теплоизоляции (стенки) биореактора  $\Delta$  абсолютная температура внутри него, хотя и несущественно, но повышается. С уменьшением коэффициента теплопроводности теплоизоляции (стенки)  $\lambda_2$  абсолютная температура внутри него, хотя и несущественно, но повышается. Однако увеличение коэффициента теплопроводности теплоизоляции вызывает необходимость увеличения мощности дополнительных источников теплоты.

#### Список литературы

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

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРООЗОНИРОВАНИЯ

**Мануйленко А.Н., Вендин С.В., Лавринова Е.В.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

При содержании животных необходимо следовать требованиям зоотехнических и ветеринарно-санитарных норм по качеству воздушной среды внутри сельскохозяйственного помещения. Несоблюдение данных требований ведет к: *снижению продуктивности животных; росту заболеваемости и эпидемиям; падежу*. Для поддержания зоотехнических и ветеринарно-санитарных норм в животноводческих помещениях необходимо следовать мероприятиям по оздоровлению и улучшению газового состава воздушной среды. При регулировании качества воздушной среды животноводческих помещений можно применять комбинирование физических и химических способов с использованием: *активной вентиляции, мойки, газации, дезинфекции и орошения* [1, 2].

Необходимо отметить, что применение активного вентилирования связано с большими энергозатратами, орошения и применения аэрозолей низкой производительностью, мойки и газации простом помещений и негативным воздействием на экологию, а также сопутствующими энергетическими расходами на дегазацию и сушку.

Научными исследованиями установлено, что для улучшения показателей воздушной среды можно использовать нетрадиционный способ – озонирование. Отметим, что использование генераторов озона в животноводстве позволяет решить вопросы не только обеспечения высокого качества воздушной среды, но и производить профилактику распространения заразных болезней животных [1-3]. При этом возможны различные технологические решения: *применение генераторов озона совместно с системой вентиляции; стационарное расположение автономных генераторов озона в рабочих помещениях; применение автономных генераторов озона в мобильном исполнении*.

При этом необходимо учитывать технические параметры озонаторной установки (напряжение питающей сети, мощность, производительность по озону, продолжительность работы) и особенности технологического процесса (темперный режим, влажность, движение воздушных масс и др.), которые могут оказать влияние на качество озонирования воздушной среды. Для получения озона применяют различные технические решения, основанные на следующих физических способах: *облучение при помощи энергетических пучков; электролиз или окисление веществ; ультрафиолетовое излучение; электрические разряды*. Но в настоящее время оптимальным вариантом получения озона в больших объемах является электрический синтез, посредством коронного и барьерного разрядов [2, 4].

В ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ на кафедре «Электрооборудования и электротехнологий в АПК» была разработана новая конструкция электрического озонатора воздуха на коронном разряде. Отличительной особенностью которой является излучатель, выполненный в виде двух керамических оснований с закрепленными на них вольфрамовыми электродами, на одном основании в виде сетки, имеющую сотовую форму ячейки, на другом в виде иглы. Конструкция излучателя предусматривает регулировку воздушного зазора между керамическими основаниями и электродами, благодаря чему обеспечивается регулировка производительности излучателя по озону и повышает надежность работы озонатора в целом [5].

Были проведены экспериментальные исследования по влиянию конструктивных параметров автономного модуля электрического озонатора воздуха на выход озона. Установлено, что концентрация озона возрастает с увеличением напряжения и уменьшением расстояния разрядного промежутка, что согласуется с общими теоретическими положениями об образовании озона при коронном разряде. Для предлагаемой конструкции электроозонатора наибольшие значения концентрации озона (до 10 мг/м<sup>3</sup>) можно получить при напряжении 30 кВ и воздушном промежутке 25 мм. Применение электроозонатора в помещении площадью 1600 м<sup>2</sup> в течение часа позволило снизить содержание углекислого газа с 10 мг/л до 0,2 мг/л [4].

На основе проведенных экспериментальных исследований можно утверждать, что конструкция электрического озонатора в полной мере обеспечивает требуемые значения концентрации озона. Устройство показало высокую надежность и производительность по получению озона в воздушной среде, а применение разработки в системе вентиляции будет способствовать улучшению показателей качества воздушной среды в помещении.

#### Список литературы

1. Маневич Б.В., Кузина Ж.И., Харитонов Е.Б., Косьяненко Т.В. Санитарная обработка: баланс безопасности и эффективности. Обеззараживание воздуха в производственных помещениях // Молочная промышленность. 2019. № 6. С. 52–55.
2. Сторчевой В.Ф., Сучугов С.В., Компаниец А.Е. Создание озонно-ионной воздушной среды в закрытых помещениях для содержания животных и птицы // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2019. № 3 (91). С. 35–39.
3. Лавринова Е.В., Семенютин В.В. Микроскопические грибы и их воздействие на организм человека и животных // Материалы Международной студенческой научной конференции. – Белгород : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. – Т. 1. – С. 53.
4. Мануйленко А.Н., Ульянов Ю.Н., Вендин С.В. Результаты экспериментальных исследований автономного модуля электрического озонатора воздуха для животноводческих помещений // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). С. 42–50.
5. Патент № 2787881. Электроозонатор: № 2787881: заявл. 24.12.2021: опубл. 13.01.2023 / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин; заявитель, патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – 9 с.

## **ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ ОЗОНОМ**

**Мануйленко А.Н., Вендин С.В., Лавринова Е.В.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Для успешного развития животноводства как одной из ведущих отраслей АПК необходим постоянный рост продуктивности животных. Одним из решений данной задачи стал повсеместный переход содержания животных в закрытые помещения с поддержанием оптимальных параметров микроклимата. Наряду с этим появилась потребность в обеспечении определенных параметров состояния воздушной среды и животноводческих помещений в целом.

В настоящее время для бактерицидной обработки животноводческих помещений и технологического оборудования преимущественно используют традиционные методы физической (вентиляция, орошение, тепловая обработка и др.) и химической обработки (хлорной известью, гипохлоридом натрия и т.п.) или же их комбинацию [1].

Данные методы обеззараживания животноводческих помещений и технологического оборудования имеют ряд существенных недостатков, которые заключаются в большом расходе воды, высоком потреблении электрической энергии, а также материальных затрат на приобретение, транспортировку и хранение химических дезинфицирующих веществ. Перечисленные недостатки отсутствуют при электрофизическом методе обработки, лежащем в основе создания озono-воздушной смеси [1, 2].

Озон является одним из наиболее сильных антимикробных агентов и имеет ряд бесспорных преимуществ, в сравнении с другими обеззараживающими средствами. В процессах дезинфекции озон конвертируется в кислород, который не токсичен и не образует токсичных соединений. Озон обладает высокими окислительными способностями, нестойк, быстро рекомбинируется, превращаясь в молекулярный кислород [2].

В настоящее время оптимальным вариантом получения озона в больших объемах является электрический синтез, базирующийся на диссоциации молекулы озона под воздействием энергии электрического разряда (коронный, барьерный и др.). Как правило, обеззараживание помещений и технологического оборудования озоном не требует последующей обработки в виде промывки или дегазации. Обладая высокой окислительной способностью, озон более эффективен, чем используемые реагенты, как формальдегид, хлор, окись этилена и др. в процессах инактивации бактерий, спор, грибов, вирусов. Также для озона необходим намного меньше временной промежуток контакта со средой, чем для других дезинфектантов, так как для генерации озона необходим только воздух или кислород и электрическая энергия [3, 4].

Отличительной особенностью работы генераторов озона по сравнению с химическими средствами – это возможность регулирования концентрации полу-

чаемого озона в зависимости от поставленной задачи обеззараживания. Но при применении в сельскохозяйственной промышленности необходимо учитывать особенности технологического процесса, видовой состав микрофлоры, температуру, влажность и другие параметры, которые могут оказать влияние на действие озono-воздушной смеси [5, 6].

В заключение отметим, что озонные технологии являются перспективным направлением в развитии современной науки и дают ощутимый экономический эффект при применении в АПК. Обеззараживание животноводческих помещений и технологического оборудования электрофизическим методом посредством озонирования является эффективным способом дезинфекции, дезинсекции и дезодорирования. Особым преимуществом применения озона во всех областях сельского хозяйства является то, что он не дает нежелательных побочных продуктов, так как неиспользованный озон распадается до атомарного кислорода.

### Список литературы

1. Трoцкая Т.П., Голубец И.Е., Генселевич А.Р., Миронов А.М., Грищук В.М. Санитарная обработка технологического оборудования и производственных помещений на предприятиях молочной промышленности методом озонирования // Материалы международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». – Минск : Изд-во Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства. – 2009. – С. 14–20.

2. Афанасьев М.А., Копылова О.С., Ивашина А.В., Антоненко А.И. Технологии очистки озoном // Материалы 80-й научно-практической конференции «Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве». – Ставрополь : Изд-во Ставропольский ГАУ. – 2015. – С. 32–37.

3. Сторчевой В.Ф., Сучугов С.В., Компаниец А.Е. Создание озонно-ионной воздушной среды в закрытых помещениях для содержания животных и птицы // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2019. № 3 (91). С. 35–39.

4. 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.

5. Горбатовский Е.С., Вендин С.В. Применение электроозонирования воздуха в птичнике // Материалы Международной студенческой научной конференции «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК». – Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – 2021. С. 48.

6. Мануйленко А.Н., Ульяновцев Ю.Н., Вендин С.В. Результаты экспериментальных исследований автономного модуля электрического озонатора воздуха для животноводческих помещений // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). С. 42–50.

## РАЗРАБОТКА ТЕПЛООБМЕННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ ПТИЧНИКА

Матвеева А.А., Смирнов Д.О., Фетисова А.И., Васильков А.А.  
ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Кострома

**Актуальность:** такое занятие как содержание и разведение птицы наиболее распространено среди крестьянско-фермерских хозяйств и хозяйств населения. Важной и первостепенной задачей в птицеводстве, является создание оптимального микроклимата при содержании птиц, для увеличения производительности и снижения заболеваемости поголовья [1]. Несмотря на то, что доля хозяйств населения и КФХ от общего объема производства яиц и мяса птицы не слишком большая, они производят социально значимую и экологически чистую продукцию. В исследованиях отечественных ученых доказано, что продуктивность сельскохозяйственных птиц на 20-30% зависит от условий микроклимата [1]. В свою очередь, затраты энергии для создания микроклимата занимают 30-35% в структуре всей энергии, затрачиваемой в отрасли. Поэтому нахождение путей по созданию оптимального микроклимата и снижению энергоемкости производства является актуальным направлением [2]. В ходе исследования было выявлено отсутствие специализированного оборудования для создания оптимальных параметров микроклимата для частного сектора и предприятий с небольшим количеством содержащейся птицы. Было принято решение использовать в приточно-вытяжной системе вентиляции теплообменный аппарат – одно из перспективных технических решений в энергосбережении [2]. Однако, при работе с отрицательными температурами окружающей среды теплообменные установки имеют склонность к обмерзанию в зоне выхода удаляемого из помещения влажного воздуха, которое приводит к увеличению аэродинамического сопротивления и вероятности образования частичного или полного закупоривания. Для исключения остановки в работе применяется предварительный подогрев холодного приточного воздуха до температуры, исключающей обмерзание [3, 4, 5]. Для разрешения данных проблем был создан теплообменник для минимизации затрат на подогрев воздуха и исключения обмерзания для небольших сельскохозяйственных помещений. Исходя из простоты изготовления, обслуживания и пониженным требованиям к чистоте сред, был принят рекуперативный кожухотрубный теплообменник [3]. Для конструктивных расчетов теплообменника был определен необходимый воздухообмен вентиляции для типового курятника вместимостью 50-55 кур. Выполнен анализ максимальных, минимальных средних значений температуры наружного воздуха Костромского района, где планируется установка теплообменного аппарата. Исходя из полученных данных, было определено, что наиболее эффективно теплообменный аппарат будет работать в период с октября по апрель включительно, вследствие наибольшего перепада температур наружного

и внутреннего воздуха [5]. Были произведены конструктивные расчеты, благодаря которым определены основные габариты рекуперационной установки с трубчатым теплообменником, выбраны оптимальные конструктивные материалы для изготовления данной установки. Написана программа, позволяющая управлять системой вентиляции в птичнике, а также контролировать такие параметры как: температура, влажность и загазованность.

#### Список литературы

1. Овсянников А.П., Домолазов С.М. Показатели микроклимата в птицеводческом помещении для кур несушек // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2015. № 1.
2. Васильков, А.А. Экономическая целесообразность использования рекуперационной тепловой установки для отопления помещений / А.А. Васильков, А.А. Смирнова // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии : Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 148–152.
3. Патент № 2726448 С2 Российская Федерация, МПК F28D 7/00. Кожухотрубный теплообменный аппарат с дополнительным сектором : № 2018146284 : заявл. 24.12.2018 : опубл. 14.07.2020 / А.А. Васильков, А.А. Смирнова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия».
4. Морозов В.Ю., Колесников Р.О., Калиткина К.А., Черников А.Н. Обзор проблем применения рекуператоров тепловой энергии для выращивания сельскохозяйственной птицы // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2022. № 2 (54). С. 47–52.
5. Дискин М.Е. Эффективность рекуперации теплоты в системах вентиляции при температурах наружного воздуха ниже температуры опасности обмерзания // АВОК. – 2006. – № 4. – С. 8–11.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ХЛЕБНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Пашенко В.М., Пустовалов А.П., Фатьянов С.О., Мишина Т.О.

ФГБОУ ВО РГАТУ им. П.А. Костычева, Рязань, Россия

В условиях современных зернохранилищ создаются оптимальные условия хранения зерна [1]. Но при таких же условиях активно размножаются различные вредители сельскохозяйственной продукции, в том числе и клещи *Asariformes*. Вредоносность клеща еще до конца не изучена, но достоверно известно, что их размножение в зерне снижает качество посевного материала (клещ поражает зародыш семени), приводит к ухудшению пищевых и других качеств зерна (плесень, нагрев, увеличение влажности и температуры при хранении) [2]. Актуальность данной проблемы заключается в том, что продукты, подлежащие пищевому использованию, не могут быть подвержены дезинсекции путем применения химических средств. Тем более, что сейчас не существует средств химической дезинсекции, которые позволяли бы эффективно бороться с клещом и не наносили вреда пищевой ценности зерна. На современном этапе борьба с клещом осуществляется путем создания неблагоприятных условий для размножения и жизни клеща. Например, слой зерна в хранилищах подвергают активному вентилированию холодным воздухом, что приводит к снижению температуры среды обитания, и значительно замедляет развитие поколений вредителя. Другой способ – уменьшение влажности среды обитания. Поэтому важно изучить параметры среды, в которой живет и размножается клещ. На кафедре электротехники и физики РГАТУ создана комбинированная установка, позволяющая в условиях элеватора быстро определить параметры жизненной среды клеща, такие как температура и влажность. Это позволит более эффективно использовать указанные выше методы борьбы с клещом, применяемые на современном этапе.

Установка состоит из двух независимых цепей, объединенных в одном корпусе: цепь измерения температуры и цепь измерения влажности.

Часть схемы по измерению влажности включает в себя следующие элементы: колебательный контур, усилитель, частотомер. Устройство работает на принципе регистрации диэлектрической проницаемости среды при помещении ее в колебательный контур [3]. Изменение диэлектрической проницаемости среды приводит к изменению резонансной частоты колебательного контура, где в качестве измерительной ячейки используется плоский конденсатор, состоящий из двух медных пластин, расстояние между которыми равно 0,015 м и площадью 0,0012 м<sup>2</sup>, изменение влажности среды между пластинами конденсатора приводит к изменению его емкости, что в свою очередь меняет резонансную частоту колебаний контура. Измерительная ячейка помещена в воздухопроницаемый футляр, закрепленный на конце щупа, при помощи которого происходит измерение параметров среды в нужной части насыпа зерна (опыт показывает, что хлебные клещи живут на глубине порядка 0,5 м от поверхности).

Частота, задаваемая колебательным контуром ячейки через усилитель, подается на частотомер, который используется в качестве индикатора прибора. Данная схема позволяет работать в интервалах относительной влажности от 37% до 99,5% (частоты соответственно 5734-5729 кГц). Градуировка прибора показала его низкую чувствительность к температуре окружающей среды, чувствительность же по влажности составила 0,6%. Чувствительность же стандартного метода измерения влажности при помощи аспирационного психрометра составляет те же самые 0,6%. Одним из преимуществ экспресс метода измерения влажности является небольшой объем воздуха (объем ячейки равен 0,018 л) необходимый для измерения, в то время как аспирационный психрометр требует, как минимум порядка 150 л воздуха для снятия измерений за счет обеспечения постоянного обдува во время измерений. Другое преимущество – время измерения. Стандартная методика определения влажности аспирационным психрометром требует минимум 3-4 минуты времени, разработанная нами – 1 минуту.

Другая часть схемы предназначена для измерения температуры окружающей среды. В корпусе зонда для измерения влажности имеется полупроводниковый элемент, который является датчиком температуры. Он представляет собой транзистор КТ324Б с замкнутыми накоротко базой и эмиттером. Небольшой термоток усиливается усилителем и подается на индикатор – миллиамперметр, перекалиброванный на температуру. Рабочий интервал устройства по температуре 10-30°C (изменение тока 25-82 мА). Чувствительность составляет 0,7°C. Преимуществом данной схемы является миниатюрность датчика и возможность дистанционного и одновременного измерения температуры и влажности (например, в толще слоя зерна).

#### **Список литературы**

1. Мануйленко А.Н., Ульянов Ю.Н., Вендин С.В. Результаты экспериментальных исследований автономного модуля электрического озонатора воздуха для животноводческих помещений // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 4 (36). С. 42–50.
2. Бондаренко и др. Вредные нематоды, клещи, грызуны. Л. : Колос, 1977.
3. Иванов И.И. и др. Электротехника. СПб : Издательство «Лань», 1999.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРОВ ВЕТРО-СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Половнев Г.К., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

**Введение.** Обеспечение надежности электроснабжения и качества электроэнергии является важным фактором развития и устойчивого производства сельскохозяйственной продукции [1-4 и др.]. При этом использование возобновляемых и альтернативных источников энергии: солнечного излучения, ветра, потоков воды, геотермальной энергии и энергии биомассы может стать существенным дополнением к существующим системам энергоснабжения. Анализ исследований и конструкторских разработок показывает, что наиболее перспективным вариантом построения автономных энергетических комплексов представляется интеграция в дизельную систему электроснабжения ветровых и фотоэлектрических станций. Установлено также, что для автономных электростанций малой мощности, интеграция ВИЭ с дизельными электростанциями удорожает энергетическую систему. Поэтому необходимо использовать возможности самих ветровых и солнечных электростанций.

В связи с изложенным актуальной научной и инженерной задачей является разработка устройств зарядки аккумуляторов для ветро-солнечной электростанции малой мощности, обеспечивающих зарядку двух аккумуляторов при выключении одного из генераторов (ветер или солнце) [5-8].

**Материалы и методы.** Разработка структурной схемы ветро-солнечной электростанции проводилась с учетом анализа технических решений и патентного поиска, также методы имитационного моделирования электрических процессов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Как показывают исследования, ветровые и солнечные электростанции могут с успехом дополнять друг друга, работая на общую электрическую нагрузку. Задача состоит в разработке устройства зарядки аккумуляторов для ветро-солнечной электростанции малой мощности, обеспечивающего зарядку двух аккумуляторов при выключении одного из генераторов (ветер или солнце).

Предлагается структурная схема ветро-солнечной электростанции малой мощности, которая базируется на проверенных классических схемах комплектации оборудования, но отличается устройством управления режимами работы и зарядки аккумуляторов, как для ветровой, так и для солнечной электростанции. Для данной схемы было проведено имитационное моделирование различных режимов зарядки аккумуляторов с учетом состояния емкости батареи, силы тока и напряжения на аккумуляторе. На основе проведенных исследований была разработана блок-схема алгоритма переключения заряда, обеспечивающая контроль состояния и переключения аккумулятора из режима источника в режим зарядки (потребителя).

**Заключение (выводы).** Проведен анализ устройств зарядки аккумуляторов для ветро-солнечной электростанции малой мощности, обеспечивающих зарядку двух аккумуляторов при выключении одного из генераторов. Предлагается структурная схема ветро-солнечной электростанции малой мощности, которая базируется на проверенных классических схемах комплектации оборудования, но отличается устройством управления режимами работы и зарядки аккумуляторов, как для ветровой, так и для солнечной электростанции. Проведено имитационное моделирование различных режимов зарядки аккумуляторов с учетом состояния емкости батареи, силы тока и напряжения на аккумуляторе. На основе проведенных исследований была разработана блок-схема алгоритма переключения заряда, обеспечивающая контроль состояния и переключения аккумулятора из режима источника в режим зарядки (потребителя).

#### Список литературы

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

## **ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ В РЫБОВОДСТВЕ**

**Пустовалов А.П., Фатьянов С.О., Морозов А.С., Пащенко В.М.**  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

В сельскохозяйственном производстве широко используется автоматизация технологических процессов в полеводстве, в сооружениях защищенного грунта, в процессах послеуборочной обработки зерна, в хранилищах сельскохозяйственной продукции, в процессах производства и переработки кормов, в животноводстве, птицеводстве, в водоснабжении и гидромелиорации, в системах энергообеспечения, в техническом сервисе и т.д. [1, с.184].

В ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» организован научно-образовательный центр аквакультуры и рыбоводства с целью создания благоприятных условий для развития агропромышленного комплекса на основе освоения и внедрения достижений научно-технического прогресса и инновационных разработок. Задачами этого центра, в частности, являются:

- консультирование товаропроизводителей агропромышленного комплекса, фермеров, сельскохозяйственных потребительских кооперативов, личных рыбоводных хозяйств и т.д. в сфере аквакультуры;
- формирование и пополнение информационных баз данных для удовлетворения потребностей товаропроизводителей в сфере рыбоводства;
- организация конференций, мастер-классов, профессиональных переподготовок и повышений квалификаций, иных форм популяризации знаний в сфере аквакультуры.

Для повышения производительности труда здесь возникает необходимость внедрения соответствующих автоматизированных систем, которые в настоящее время должны строиться на основе современных технических средств автоматизации. Управление рыбоводными системами вызывает необходимость применения таких методов автоматического управления и регуляции как алгоритмы логического управления, двухпозиционного регулирования, адаптивного управления. Следует отметить, что при этом необходимо учитывать приспособление к возможным изменениям параметров окружающей среды, наличие ряда возмущающих воздействий, а также, естественно, создавать необходимые режимы роста для рыб. Целесообразно при этом использовать как непрерывные, так и дискретные процессы [1-5].

Система автоматического управления, выполненная на основе измерителя-регулятора и программируемого контроллера, предназначена для выполнения ряда функций:

- регуляция температуры воды в рыбоводном бассейне;
- измерение параметров водной среды в рыбоводном бассейне;
- регуляция параметров водной среды с целью обеспечения требуемых условий жизнедеятельности рыб;

- логическое управление (и контроль состояния) исполнительными устройствами;
- обеспечение требуемого режима кормления рыб;
- отображение информации о технологическом процессе у оператора;
- формирование сообщений об отклонениях параметров технологического процесса.

Система автоматизации реализуется на базе современного программно-технического комплекса, использование и соответствующих двигателей позволяющего осуществить различные алгоритмы управления по технико-экономическим критериям [1, 4].

#### Список литературы

1. Бородин И.Ф., Рысс А.А. Автоматизация технологических процессов. – М. : Колос, 2016. – 351 с.
2. Воробьев А.Э. Анализ причин отказов в работе асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве и в промышленном производстве // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2017. № 2 (5) С. 169–174.
3. Макаров А.Ю. Современные методы и устройства компенсации реактивной мощности. Сб. научных трудов: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства РФ. ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». 2017. С. 153–156.
4. Судаков, Р.С. Исследование численных методов решения задач оптимизации технических процессов [Текст] / Р.С. Судаков, А.П. Пустовалов, О.А. Кулешова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы научно-практической конференции 22 ноября 2018 г. – Рязань : Изд-во РГАТУ, 2019. – Часть 1. – С. 404–409.
5. Гидромеханизация сельскохозяйственных процессов: учебное пособие / С.Ф. Вольвак, Ю.Н. Ульянов, Д.Н. Бахарев, М.В. Щербатюк. – п. Майский : Изд-во БелГАУ, 2020. – 197 с.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА МОЛОКА

**Сингатулин Р.С.**

ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

**Гордеев А.С.**

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, Россия

Магнитная проницаемость является связующим звеном между магнитными свойствами вещества и параметрами электромагнитного колебательного контура. Разные значения этого параметра для каждого вещества оказывают влияние на характеристики колебательного контура и приводят к изменению частотного диапазона резонанса системы при внесении вещества в контур [1, 2].

Параметры электромагнитного колебательного контура также связаны и с электрическими характеристиками вещества. В этом случае вещество рассматривается как диэлектрик, внесение которого возбуждает дополнительные потери при прохождении через контур и непосредственно влияет на добротность контура. Влияние магнитных свойств вещества проявляется в изменении индуктивности колебательного контура, что также влияет на его добротность [3, 4, 5].

Изменение магнитной проницаемости продукта сельского хозяйства, который используется для заполнения сердечника катушки индуктивности, приводит к изменению индуктивности катушки, так как свойства диамагнетизма или парамагнетизма продукта могут отличаться. Катушка играет важную роль в параллельном колебательном контуре, и изменение ее индуктивности может привести к изменению частоты резонанса всего контура.

В результате эксперимента резонансные частоты для молока жирностью 3,2% и дистиллированной воды равны  $f_{рез1}=11,688$  МГц и  $f_{рез2}=11,978$  МГц соответственно.

Молоко состоит преимущественно из воды, которая придает ему диамагнитные свойства. Однако белки, жиры, лактоза и минеральные соли, содержащиеся в молоке, влияют на его магнитные свойства, изменяя магнитную проницаемость. Эти вещества имеют различную магнитную проницаемость, что приводит к изменению индуктивности колебательного контура и возникновению резонанса на других частотах.

Не следует ограничиваться рассмотрением только магнитной составляющей электромагнитного поля. Подключение параллельного колебательного контура в качестве нагрузки к резонансному усилителю позволяет получить выходное напряжение, соответствующее резонансу контура. Важно отметить, что выходное напряжение для каждого исследуемого вещества будет различным в момент резонанса. Для пары веществ (молоко жирностью 3,2% и дистиллированной воды) выходное напряжение будет равно  $U_{рез1}=2870$  мВ и  $U_{рез2}=3270$  мВ соответственно.

Полученные экспериментальным путем параметры электромагнитного контура при исследовании продуктов сельского хозяйства могут быть полез-

ными при определении качества этих продуктов, в частности молока, например содержание в нем соматических клеток.

### Список литературы

1. Гордеев, А.С. Электромагнитный прибор для исследования плодородия почв / А.С. Гордеев, Р.С. Сингатулин, В.А. Каширин // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4, № 4. – EDN TTFRMO.

2. Бородин, И.Ф. СВЧ-технологии в агропромышленном комплексе / И.Ф. Бородин, В.И. Пахомов // Перспективное машинно-технологическое обеспечение агроинженерной системы : Юбилейный сборник научных трудов / Российская академия сельскохозяйственных наук; Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ВНИПТИМЭСХ); Редакционная коллегия: Липкович Э.И. отв. редактор, Агафонов Н.И., Бершицкий Ю.И., Бурьянов А.И., Винников И.К., Пахомов В.И., Рыков В.Б., Гринь А.П. отв. секретарь. – Ростов-на-Дону : ООО Терра, 2004. – С. 65–75. – EDN RLRXLP.

3. Вендин, С.В. Применение ЭМП СВЧ для обработки семян / С.В. Вендин // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курган, 12 марта 2020 года / Под общей редакцией И.Н. Миколайчика. – Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2020. – С. 32–36. – EDN CHNMXB.

4. Оценка показателей качества электрической энергии в электропитающих сетях / С.В. Вендин, С.В. Килин, С.В. Соловьев, А.О. Яковлев. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2020. – 248 с. – ISBN 978-5-00129-168-8. – EDN DKCWSS.

5. Щербатюк М.В. Электротехника и электронная техника: учебное пособие / М.В. Щербатюк. – Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. – 120 с.

## ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД ЛЕЧЕНИЯ МАСТИТОВ У КОРОВ

**Слободскова А.А., Морозов А.С., Семина Е.С.**

Рязанский государственный агротехнологический университет

имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия

Перспективной отраслью современного АПК является молочное животноводство. Но данная отрасль не имеет место для существования без современных технологий и технических средств. Самым ущербным фактором для животноводства является болезнь животного. И одно из самых распространённых – это мастит у коров.

Проблема совершенствования технологии и технического средства для ультравысокочастотной терапии маститов у коров в сухостойный период в настоящее время весьма актуальна. В период, когда корова болеет маститом, хозяйства несут значительные убытки. Лечение заболевания медикаментозными средствами ведет к дополнительным потерям молока и ухудшению его качества. При физиотерапевтических методах лечения молоко выбраковывают только на период лечения, однако данные виды лечения более трудоемки при проведении процедур, и находят меньшее применение в молочном животноводстве.

Электрофизические методы лечения маститов у коров, основанные на воздействии ультравысокочастотной энергии на очаг заболевания являются экологически чистыми, электробезопасными и эффективными методами лечения [1-3].

При лечении животных необходимо совершенствование технологии и технического средства для борьбы с заболеваниями маститами в хозяйствах. Поэтому исследования направленные на совершенствование УВЧ – терапии маститов у коров в сухостойный период является актуальной научной и практической задачей. Совершенствованная технология и техническое средство ультравысокочастотной терапии, разработанное в ФГБОУ ВО РГАТУ, позволяют проводить лечение маститов у коров в сухостойный период. Предложенное техническое решение заключается в закреплении электродов на поддерживающем корсете, одеваемом на вымя животного, который позволяет стабилизировать параметры терапевтической нагрузки.

В ходе теоретических исследований разработана излучающая система, позволяющая подводить высокочастотную энергию к очагу воспаления, стабилизировать дозу лечения и параметры терапевтической нагрузки. Так же разработанная математическая модель, позволяет рассчитать параметры электродов, при которых не происходит ожога тканей и осуществляется подвод высокочастотной энергии к вымени животного.

Совершенствованная технология, а также используемое техническое оборудование рекомендуются для использования в частных, фермерских хозяйствах, на крупных животноводческих комплексах, в ветеринарных клиниках, а

также в учебном процессе ВУЗов для энергетических и ветеринарных направлений обучения [4].

#### Список литературы

1. Патент на полезную модель № 155502 U1 Российская Федерация, МПК А61N 1/06. аппарат для лечения и профилактики маститов у коров в сухостойный период: № 2015103488/14: заявл. 03.02.2015: опубл. 10.10.2015 / И.И. Гришин, Е.С. Семина, А.С. Морозов, А.А. Полякова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

2. Электрифицированное сельскохозяйственное оборудование и технологические процессы на его основе / С.О. Фатьянов, А.С. Морозов, А.А. Слободскова, Е.С. Семина; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – 129 с.

3. Семина, Е.С. Разработка технологии и технических средств для ультравысокочастотной терапии маститов у коз: специальность 05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Семина Елена Сергеевна. – Рязань, 2012. – 172 с.

4. Муродов В.Р., Чехунов О.А. Устройство для санитарной обработки вымени // Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 31.

## **УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ВТОРИЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПОДСТАНЦИИ**

**Соловьёв С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Вторичное оборудование электрических станций и подстанций (в первую очередь – микропроцессорная аппаратура) может подвергаться воздействию электромагнитных помех. Наиболее опасными источниками помех являются электрические процессы в первичных сетях подстанций (в штатном режиме, при коммутациях и коротких замыканиях). Также опасность могут представлять помехи при молниевых разрядах, поля от внешних источников радиочастотного поля, различные внутренние источники помех во вторичных цепях, электростатика и т.п.

Поэтому, согласно [1, 2, 3, 4] для разработки обоснованных технических решений по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС) представляется целесообразным проведение работы по определению электромагнитной обстановки на указанном объекте и разработке защитных мероприятий в соответствии с требованиями ЭМС. Для того, чтобы ЭМС вторичного оборудования обеспечивалась, должны быть выполнены следующие три условия:

- электронные устройства должны проходить испытания на помехоустойчивость по классам жесткости испытаний, определяемым соответствующими государственными и отраслевыми нормативными документами для применения на энергообъектах со свойственной им жесткой ЭМО [5];

- на энергообъектах уровни полей и помех, воздействующих на электронные устройства, не должны превышать значений, при которых обеспечивается устойчивая работа этих устройств. При этом предполагается, что данные устройства испытаны на ЭМС в соответствии с действующей нормативно-технической документацией [5];

- уровни разностей потенциалов, прикладываемых к изоляции вторичных цепей, не должны превышать допустимые нормы в соответствии с [5, 6]. Перенапряжения, приложенные к элементам электрических схем, не должны превышать предельно-допустимых уровней, указанных для данных элементов.

При проектировании подстанции должны быть разработаны рекомендации по обеспечению ЭМС микропроцессорной (МП) аппаратуры, устанавливаемой на подстанции.

По результатам определения электромагнитной обстановки разрабатываются технические решения по защите вторичного оборудования.

Для обеспечения ЭМС МП аппаратуры целесообразно выполнить ряд следующих основных работ:

- запрос исходных данных;

- анализ представленной документации;
- при необходимости – формулировка предложений по корректировке представленных компоновочных решений и схем;
- определение общих требований к заземляющему устройству подстанции, исходя из ЭМС и электробезопасности;
- разработка схемы прокладки вторичных цепей, оптимизированной по условиям ЭМС увязанной с разработанными схемами заземления и молниезащиты;
- составление расчетных схем;
- расчетное определение электромагнитной обстановки на объекте;
- анализ представленных данных по помехоустойчивости планируемой к применению аппаратуры и выявление факторов, представляющих опасность для вторичного оборудования;
- разработка и согласование дополнительных мер по экранированию аппаратуры и цепей, защите от электростатических разрядов, защите от импульсных перенапряжений;
- подготовка итогового отчета и окончательных вариантов схем по результатам работы.

#### **Список литературы**

1. СО-153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. – М. : Издательство МЭИ, 2004. – 59 с.
2. СО 34.35.311-2004. Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях. – М. : Издательство МЭИ, 2004. – 78 с.
3. СТО-56947007-29.240.044-2010. Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства. – М. : ОАО «ФСК ЕЭС», 2010. – 147 с.
4. РД 153-34.0-20.525-00 Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок.–М. : РАО «ЕЭС России», 2000. – 44 с.
5. Обеспечение электромагнитной совместимости в системах электроснабжения промышленных предприятий с мощной нелинейной нагрузкой / Д.А. Прасол, С.В. Соловьёв, А.О. Яковлев, С.В. Килин. – Москва; Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2020. – 220 с.
6. Соловьёв, С.В. Проблемы электромагнитной совместимости на подстанции 110/6 кВ «Строитель» / С.В. Соловьёв, Д.В. Буковцов // 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 II. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 118–121.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЛИЯНИЮ РЕЖИМОВ УФ-ОБРАБОТКИ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОИ

**Страхов В.Ю., Вендин С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Производители мяса и молока – основной поставщик высокобелковых продуктов питания для населения и перерабатывающей промышленности. Интенсивный рост отрасли животноводства подразумевает не только увеличение поголовья животных, но и наращивание кормовой базы. Известно, что молочное скотоводство является отраслью с высокими издержками производства, в таких условиях важно оценивать все возможные пути повышения эффективности животноводства и снижения производственных затрат. В работе предлагается увеличение питательной ценности кормов посредством добавок с высоким содержанием протеина [1]. В качестве такой добавки используют пророщенные семена сои. Соя – источник незаменимых аминокислот метионина, витаминов, микроэлементов и клетчатки. Однако семена сои не рекомендуются скармливать без предварительной обработки (микронизации, экструдирования, СВЧ-обработки или проращивания) [2]. Все дело в наличии в семенах ядовитых антипитательных веществ. Существующие технологии по производству кормов на основе сои включают тепловую обработку для инактивации антипитательных веществ. Однако данную задачу можно решить посредством УФ-обработки с последующим проращиванием. В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований по оценке влияния предпосевной УФ-обработки при проращивании сои на зеленый витаминный корм.

Цель исследования заключается в определении влияния режимов ультрафиолетового облучения на всхожесть семян сои при проращивании на зеленый витаминный корм.

В качестве объекта исследований были использованы семена сои. В качестве варьируемых воздействующих факторов при проведении экспериментальных исследований приняты энергетическая освещённость УФ-облучения ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) и время УФ-обработки (с). В качестве критерия оптимизации принимали всхожесть семян после обработки.

Методика проведения экспериментов состояла в следующем. В начале, в соответствии с планом эксперимента, проводилась обработка образцов семян сои. Для этого использовали ультрафиолетовую лампу типа ДКБУ-7 спектра «УФ-С» мощностью 7 Вт. Затем образцы семян передавали в испытательную лабораторию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ для определения всхожести в соответствии с ГОСТ 12038. По результатам исследований в лаборатории были получены протоколы испытаний.

В результате проведенных экспериментальных исследований по оценке влияния режимов предпосевной УФ-обработки на всхожесть семян сои перед проращиванием на витаминный корм установлено, что наилучшие результаты получены при предварительной УФ-обработке с удельной мощностью 7-9  $\text{Вт}/\text{м}^2$  и продолжительности облучения 30-60 секунд. С позиции практического применения и повышения поточности обработки рекомендуется режим с минимальным временем обработки 30 секунд и максимальной удельной мощностью облучения 9  $\text{Вт}/\text{м}^2$ . Всхожесть при этом составила 98%.

### Список литературы

1. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Мартынов Е.А., Страхов В.Ю. К расчету конструктивных и режимных параметров конвейера для проращивания зерна // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2019. № 3 (43). С. 84–88.
2. 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.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Ульянцев Ю.Н., Вендин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Повышение энергоэффективности теплообменных аппаратов на объектах сельскохозяйственного производства остается актуальным вопросом. Здесь основным является выбор материала с высоким коэффициентом теплопроводности, благодаря чему повышается мощность технологического оборудования, обеспечивается устойчивый температурный режим. Однако различные материалы справляются с этой задачей по-разному. Главным качественным показателем является коэффициент теплопроводности материала, который является основным критерием при выборе [1].

Теплопроводность представляет собой процесс распространения тепла путем непосредственного соприкосновения беспорядочно движущихся (колеблющихся) структурных частиц вещества – молекул, атомов, электронов. Теплопроводность металлов обусловлена в основном диффузией свободных электронов. Это так называемый молекулярный способ переноса тепловой энергии, который может осуществляться в любых термически неравновесных телах или системах тел. В основу теории теплопроводности положен закон Фурье – тепловой поток прямо пропорционален температурному градиенту.

По своему физическому смыслу коэффициент теплопроводности представляет собой количество тепла, проходящего в единицу времени через единицу изотермической поверхности при температурном градиенте, равном единице, или другими словами, это тепловой поток в единицу времени через единицу изотермической поверхности при изменении температуры на единицу толщины стенки в один градус. Коэффициент теплопроводности ( $\lambda$ ) зависит от природы тела, его пористости, влажности, давления, температуры и других параметров. Зависимость теплопроводности от перечисленных факторов, которые могут иметь переменный характер, не поддается строгому аналитическому описанию, поэтому в основном теплопроводность определяют экспериментальным путем. Для всех материалов с изменением температуры  $\lambda$  изменяется по линейному закону во всем рассматриваемом интервале температур. С повышением температуры значение  $\lambda$  практически у всех чистых металлов уменьшается. Это говорит о том, что холодный металл лучше проводит теплоту, чем нагретый.

Численное значение коэффициента теплопроводности определяется опытным путем различными методами (шара, плиты и др.) [2]. Один из методов экспериментального определения базируется на одновременном измерении температуры и времени нагрева образцов различных материалов с помощью термпар и может быть реализован на лабораторной установке по изучению теплопроводности материалов ТОТ ТПМ. Установка состоит из мощного нагревателя, высокоточных измерительных приборов, датчиков температуры, системы

регулирования и поддержания температуры. Работа на установке выполняется с использованием компьютерной измерительной системы [3].

Методика определения параметров сводится к определению ключевых моментов переходного процесса нестационарной теплопроводности и контролю температур на термопарах. Далее после серии проведенных измерений производится расчет темпа изменения относительной температуры и коэффициентов температуропроводности и теплопроводности.

Контроль и регулировка тепловой мощности осуществляется изменением электрических параметров в электронагревательном устройстве (подводимое напряжение, сила тока, электрическая мощность). На установке в качестве экспериментальных образцов можно использовать любые сплавы металлов.

#### **Список литературы**

1. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел / Э.М. Карташов. Учеб. Пособие. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2001. 550 с. – ISBN 5-06-004091-7.
2. Гуров А.В. Измерение теплофизических свойств материалов методом плоского «мгновенного» источника теплоты: монография / А.В. Гуров, С.В. Пономарев; под науч. ред. С.В. Пономарева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – 2013. – 100 с.
3. Вольвак С.Ф., Ульяновцев Ю.Н., Бахарев Д.Н. Основы гидравлики и теплотехники : Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий по специальности СПО 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства». Майский, 2019.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПОДОВОГО ХЛЕБА

Щербатюк М.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения условий труда. Все существующие или строящиеся промышленные объекты в той или иной степени оснащаются средствами автоматизации. Современный уровень развития микроэлементной и вычислительной техники позволяет внедрять высокоточные измерительные приборы и средства контроля, что в свою очередь производит к повышению эффективности управления технологическим процессом [1].

Процесс производства хлеба достаточно гибок, сложен и трудоемок, поэтому следует усовершенствовать систему автоматизации с применением приборов SIEMENS, ОВЕН [2]. На трубопроводах хлебозавода были установлены клапаны с оптимальным выбором регулирующих органов управления и минимальным инерционным запаздыванием. В статье рассматриваются оптимальные условия регулирования и точность измерения технологического процесса приготовления хлеба. Автоматическая линия приготовления хлеба выглядит следующим образом: уровень муки измеряется бесшкальным уровнемером марки SitransLUC-500 с электропередачей класса точности -1, выходной сигнал которого передается на регулятор [2]. В регуляторе сигнал сравнивается с заданным значением и передается на электрический клапан марки N3P 80FY. Расход муки измеряется диафрагмой с выходным сигналом 4-20 мА марки СГ16МТ(М)-200-40. Этот сигнал передается во вторичный прибор марки Sitrans FC для регистрации соотношения расходов, затем передается на регулятор. В регуляторе сигнал сравнивается с заданным значением и в зависимости от рассогласования формируется сигнал управляющего воздействия и передается на электрический клапан N3P 80FY. Расход воды измеряется диафрагмой на 20 мА марки СГ16МТ(М) и передается во вторичный прибор марки SitransFC-300 для регистрации соотношения расходов, с которого передается на регулятор. В регуляторе сигнал сравнивается с заданным значением и формирует сигнал управляющего воздействия, который передается на электрический клапан N3P 80FY. Уровень воды измеряется бесшкальным уровнемером с электропередачей класса точности -1, с выходным сигналом 4-20 мА марки SitransLUC, его токовый выходной сигнал передается на регулятор. Этот сигнал передается на электрический клапан N3P 80FY. Температура измеряется первичным преобразователем SITRANSTA7,HHJ6, его сигнал передается на электрический клапан N3P 80FY. В транспортере уровень поднятия теста контролируется с помощью датчика уровнемера бесшкального с электропередачей марки SitransLUC, и с сигнальной лампой марки SitransLPS-200. Потом тесто поступает в транспортер поднятия теста, электропривод которого запускается с помощью магнитного

пускателя марки РМ12, переключателя марки 3SB31 НР+1 НЗ и сигнальной лампы марки 3SB3. Температура измеряется первичным преобразователем SITRANSTA7, ННJ6 и с помощью токового сигнала передается на вторичный прибор SITRANST 4P и на регулятор, сигнал с которого передается на электрический клапан N3P 80FY. Уровень теста измеряется уровнемером с электропередачей класса точности 1, марки SitransLUC. В регуляторе сигнал сравнивается с заданным значением и в зависимости от рассогласования формируется сигнал управляющего воздействия и передается на электрический клапан N3P 80FY. Температура измеряется первичным преобразователем SITRANSTA7, ННJ6 и передается во вторичный прибор SITRANST4P и на регулятор. В регуляторе сигнал сравнивается с заданным значением и передается на электрический клапан N3P 80FY. Температура измеряется первичным преобразователем SITRANSTA7, ННJ6, сигнал которого сравнивается с заданным значением и в зависимости от рассогласования формируется. Этот сигнал передается на электрический клапан N3P 80FY [2].

#### Список литературы

1. Щербатюк М.В. Электротехника и электронная техника: учебное пособие / М.В. Щербатюк. – Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. – 120 с.
2. Мартыненко И.И. Автоматика и автоматизация производственных процессов [Текст] / И.И. Мартыненко, Т.Ф. Розниченко, Б.Л. Головинский. – М. : Агропромиздат, 2012. – 335 с.

## ОСОБЕННОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

**Яковлев А.О.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одной из важнейших задач на современном этапе реформирования жилищно-коммунального хозяйства страны является разработка мероприятий по энергосбережению в системах теплоснабжения с целью экономии тепла, снижению расхода топлива и, как следствие, уменьшения загрязненности воздушного бассейна вредными выбросами [1].

Применение энергоэффективных тепловых пунктов позволяет создать необходимый температурный режим в помещениях зданий путем изменения расхода теплоносителя с учетом температурного графика тепловых сетей, реального теплопотребления зданий, температуры наружного воздуха и ряда других факторов. В результате выше приведенных мероприятий, возможно снижение потребления тепловой энергии на 20-30% и более [1].

С точки зрения энергоэффективности и энергосбережения, большое значение имеет также схема подключения здания к тепловой сети. Можно выделить две схемы присоединения к тепловым сетям: зависимую и независимую [2].

Независимо от схемы теплоснабжения, для энергоэффективных тепловых пунктов можно использовать следующие основные приборы и оборудование:

1. Сетевая часть узлов автоматического контроля и регулирования включает в себя:

- узел учета теплопотребления (теплосчетчик с комплектом первичных измерительных преобразователей, датчики давления и др.);
- фильтры на подающем и обратном трубопроводах;
- регулятор перепада давления прямого действия.

2. Циркуляционная часть узлов автоматического регулирования включает в себя:

- циркуляционные насосы;
- обратный клапан на перемычке между подающим и обратным трубопроводами (для зависимой схемы теплоснабжения).

3. Электронная часть соответственно включает в себя:

- электронный регулятор (контроллер), обеспечивающий поддержание температурного графика в системе отопления здания;
- датчик температуры наружного воздуха, устанавливаемый, как правило, на теневом фасаде здания;
- погружные датчики температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах;
- регулирующий клапан с исполнительным механизмом.

Следующий этап мероприятий по энергосбережению в системах теплоснабжения связан с разработкой автоматизированной системы диспетчерского

управления (АСДУ) инженерными системами зданий и проведением пуско-наладочных работ.

При этом нижний уровень АСДУ включает узлы учета энергопотребления и системы автоматического регулирования отоплением, горячим водоснабжением (ГВС), приточно-вентиляционными установками (ПВУ), тепловыми завесами и др. Локальные САР отопления нижнего уровня АСДУ обеспечивают экономию и рациональное использование тепловой энергии в помещениях зданий путем изменения расхода теплоносителя в системе с учетом температурного графика подачи теплоносителя, температуры наружного воздуха и температуры внутри зданий. Локальные САР горячего водоснабжения обеспечивают стабилизацию заданной температуры в системах ГВС зданий. Автоматизация ПВУ заключается в управлении потоками теплоносителя и воздуха в системах по заданному алгоритму.

На среднем уровне АСДУ расположены контроллеры телеметрии, предназначенные для передачи сигналов управления и сбора информации с локальных контроллеров, регуляторов нижнего уровня, приборов и датчиков технологических параметров.

На верхнем уровне АСДУ расположено АРМ диспетчера. Предусмотрен удаленный доступ к информации АСДУ специалистам с помощью глобальных, локальных сетей и др., а также применение автоматизированной системы мониторинга распределенными энергосистемами в составе АСДУ.

#### **Список литературы**

1. Селиверстов В.Е. Региональное стратегическое планирование: от методологии к практике [Текст] / В.Е. Селиверстов – Новосибирск : Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН. – 2013. – 435 с.
2. Потапенко Е.А. Исследование алгоритмов управления процессом отопления здания с зависимым теплоснабжением [Текст] / Е.А. Потапенко, А.С. Солдатенков, А.О. Яковлев // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2011. – № 2 (120). – С. 74–78.
3. Пьявченко Т.А. Автоматизированные информационно-управляющие системы [Текст] / Т.А. Пьявченко, В.И. Финаев. – Таганрог : Таганрогский государственный радиотехнический университет, 2007. – 271 с.

# ЦИФРОВИЗАЦИЯ АПК

УДК 537.22

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРЕБУЕТ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

**Акупиян А.Н.**

ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия

Цифровая трансформация – это не только развитие цифровых технологий, но и развитие культуры в нашей стране, новые ценности. Внедрение цифровизации в экономику приведет к изменению в образовании, здравоохранении, государственном управлении и коммуникации между гражданами. Трансформация происходит уже сейчас в результате возникновения и развития таких технологий, как искусственный интеллект, виртуальная и дополнительная реальность, технология Big Data, облачные и нейронные технологии [3, 4].

Все это требует энергетических затрат, причем энергия не должна поступать с перебоями, всегда должен быть резерв для компенсации и увеличения нагрузки. Основное отличие электроэнергетики от остальных отраслей промышленности – это отсутствие возможности хранения производимого ею товара. Режим работы энергосистемы зависит от потребителя. Так, пиковые нагрузки приходятся на утро и вечер, а ночью потребление энергии много меньше, чем днем. Поэтому из-за значительных колебаний нагрузки энергосистема работает в неоптимальном режиме.

Использование накопителей энергии позволяет оптимизировать график нагрузки. Это приводит к сокращению использования дорогого электрогенерирующего оборудования и уменьшению затрат на углеводородное топливо. Накопители энергии позволяют создать резерв, то есть появляется возможность накапливать излишки энергии [1].

В настоящее время 99% промышленного накопления энергии обеспечивают гидроаккумулирующие станции. Однако их строительство дорогое удовольствие, кроме того, они обладают большой инертностью. Альтернатива – емкостные накопители, но они обладают пока малой удельной емкостью. Предельная накопленная энергия в конденсаторных батареях не превышает 10 МДж, а в суперконденсаторах не более 0,6 МДж [2].

Накопление энергии может осуществляться не только в конденсаторах, но и в соленоидах (катушках индуктивности). Необходимо признать сверхпроводящий индуктивный накопитель наиболее перспективным накопителем энергии. Сверхпроводящие накопители энергии запасают энергию в магнитном поле соленоида, в котором ток циркулирует без потерь. Плотность энергии, запасенной в сверхпроводящем индукционном накопителе, может быть на два порядка выше, чем в конденсаторных накопителях. Но наиболее важное преимущество – быстрое действие, достигающее единиц миллисекунд, что позволяет реагировать на самые внезапные проблемы в энергосистемах.

### Список литературы

1. Акупиян, А.Н. Анализ методов накопления и сохранения энергии / А.Н. Акупиян // Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы: материалы Национальной (всероссий-

ской) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, п. Майский, 28 октября 2019 года. – п. Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 31–34.

2. Лукьянченко, А.М. Ионистор – альтернативное устройство для накопления энергии / А.М. Лукьянченко, А.Н. Акупиян // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах, Майский, 18-19 марта 2020 года. Том 3. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 182.

3. Комплекс рекомендаций по повышению эффективности функционирования предприятий / А.В. Мешков [и др.] // Инженерная экономика и управление в современных условиях: Материалы научно-практической конференции, приуроченной к 50-летию инженерно-экономического факультета, 2019. – С. 570–576

4. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства / В.Е. Ториков, В.А. Погоньшев, Д.А. Погоньшева, Г.Е. Дорных // Вестник Курской ГСХА. 2020. № 9. С. 6–13.

## УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКОЙ

**Аюгин Н.П., Романов Д.Б.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, п. Октябрьский, Россия

На сегодняшний день гидропоника стала довольно популярным методом выращивания растений. Гидропоника – это способ выращивания растений в воде без использования почвы. Однако, одним из недостатков гидропоники является необходимость регулярного контроля и управления различными параметрами для поддержки оптимальных условий роста растений [1-3].

Удаленное управление может быть решением этой проблемы. Реализация удаленного управления для работы с гидропонной установкой позволит контролировать и изменять параметры воды, такие как рН и содержание питательных веществ, из любой точки мира через Интернет [4-6, 7, 8].

Реализация удаленного управления для работы с гидропонной установкой состоит из нескольких компонентов. Один из главных компонентов – это датчики, которые измеряют различные параметры воды. Следующий компонент – это микроконтроллер, который собирает данные от датчиков и передает их на сервер. Микроконтроллер также может использоваться для управления насосами и другими устройствами, которые необходимы для регулирования параметров воды. Сервер – это компьютер, который принимает данные от микроконтроллера и позволяет пользователю удаленно управлять гидропонной установкой. Пользователи могут изменять рН и содержание питательных веществ, настраивать режимы работы насосов и многое другое.

Программное обеспечение для удаленного управления гидропонной установкой – это комплекс специализированных программ, которые обеспечивают сбор и анализ данных с датчиков, управление различными системами гидропонной установки и мониторинг их состояния. Программное обеспечение может быть разработано как для работы на компьютерах и серверах, так и для использования на мобильных устройствах. Существует множество программного обеспечения для удаленного управления гидропонными установками.

Muscodo – это проект по созданию программного обеспечения с открытым исходным кодом для автоматизации систем контроля окружающей среды. Он предназначен для создания и управления автоматическими системами контроля окружающей среды, такими как системы контроля климата и системы гидропонники. Основные функции Muscodo включают в себя:

- мониторинг и управление системами контроля окружающей среды;
- создание и управление процессами управления;
- логирование и визуализация данных с датчиков;
- оповещения при изменении условий окружающей среды;
- интеграция с множеством устройств и сенсоров.

Mycodo может быть установлен на Raspberry Pi и другие компьютеры с Linux. Mycodo имеет графический интерфейс пользователя, поэтому пользователи могут создавать сложные процессы управления без программирования.

Также, например, существует похожий проект GardenPi с открытым исходным кодом и графическим интерфейсом пользователя. GardenPi также может быть установлен на Raspberry Pi и другие компьютеры с Linux. Кроме того, многие производители гидропонных установок предоставляют свои собственные решения для удаленного управления.

Таким образом, использование удаленного управления при работе с гидропонными установками является эффективным и удобным решением для мониторинга и управления растениями. Благодаря современным технологиям и сервисам, пользователи могут получать доступ к своей гидропонной установке из любой точки мира и управлять ей удаленно, что упрощает и оптимизирует процесс выращивания растений.

### Список литературы

1. Nosov V.V., Tindova M.G., Zhichkin K.A., Vorob'eva D.A., Pakhomova T.V., Ayugin N.P., Kalimullin M.N. 2022 Forecasting the production of agricultural machinery in the Russian Federation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1046 012014. doi: 10.1088/1755-1315/1045/1/012014.
2. Larina G.E., Poddymkina L.M., Ayugin N.P., Dyakonova M.A., Morkovkin D.E. 2022 Effective hybrids of Zea Mays L. under conditions of changes in the boundaries of agro-climatic zones under the influence of global warming. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 012138. doi 10.1088/1755-1315/1010/1/012138.
3. Вендин С.В. Конвейерная установка для проращивания зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, М.А. Семернина // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 26–27.
4. Латышев А.А. Система микропроцессорного регулирования микроклимата в птичнике / А.А. Латышев, С.В. Вендин // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 32–33.
5. Малахов А.Н. Установка для обработки семян СВЧ полем / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 38–39.
6. Клостер Н.И. Биологические приемы при возделывании озимой пшеницы сортов белгородской селекции / Н.И. Клостер, В.Б. Азаров // АгроЭкоИнфо. 2019. № 1 (35). С. 19.
7. Проблемы развития отраслей растениеводства Курской области в контексте государственной аграрной политики / Ю.В. Плахутина [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4. С. 95–104.
8. Морозова О.А., Морозова И.А. Разработка сити-фермы для выращивания агрокультур с использованием гидропонных и аэропонных систем // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть 1. Рязань : Рязанского государственного агротехнологического университета, 2020. С. 114–119.

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ

**Аюгин Н.П., Романов Д.Б.**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, п. Октябрьский, Россия

В последнее время гидропонные установки постепенно приобретают популярность во всем мире. Данные установки используют в решении проблемы дефицита пригодных и качественных земель, позволяют ускорить рост растений. Данная технология дает возможность получения стабильного урожая при невысокой себестоимости продукции [1, 2].

Гидропоника может быть как запрограммированной, так и нет, однако во втором случае она не защищена от человеческого фактора. Если в естественных условиях почва обладает смягчающими свойствами за счет своего химического состава, то в гидропонной установке неправильная смесь или неправильный уровень рН может уничтожить весь урожай за относительно короткий срок. Также не менее важными параметрами являются температура и влажность воздуха. Поэтому создание автономных гидропонных установок с датчиками и системой управления на базе микропроцессорной техники является актуальным и предпочтительным вариантом [3-6, 7, 8].

Существует немало различных платформ, подходящих для программирования гидропонной системы: Arduino, ESP32, Netduino, Orange Pi, Particle Photon, Raspberry Pi, Teensy и др.

На кафедре «Технология производства и ремонт машин» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ была разработана гидропонная установка, в которой реализовано управление временем действия освещения, циркуляцией воздуха и питательного раствора. Также в ней реализован мониторинг показателей температуры и влажности воздуха, общего содержания растворенных твердых веществ (TDS), водородного показателя (рН) и уровня воды.

Алгоритм работы установки задан на платформе Arduino. Основные причины выбора данной платформы таковы: простота в изучении, относительно низкие финансовые затраты, возможность совмещения с другими микросхемами, датчиками и пр. В итоге для создания системы были использованы компоненты системы Arduino UNO и соответствующие ей датчики различного назначения: измерение влажности и температуры (DHT11), измерение уровня воды (TZT 52 мм), измерение общего содержания растворенных твердых веществ (TDS-метр keyestudio), измерение водородного показателя (рН-метр).

Язык программирования выбирается соответствующим платформе, то есть в нашем случае язык специально разработан для платформы Arduino на базе языка Wiring, поэтому он обычно называется Arduino Wiring.

Для создания наиболее оптимальных условий выращивания растений был разработан следующий алгоритм, представляющий из себя цикл:

1. Считываются показания со всех датчиков и записываются в структуру данных каждые 2.5 сек.

2. Необходимые полученные данные с датчиков (температура и влажность воздуха, TDS, pH) выводятся на дисплей каждые 5 сек.

3. Производится корректировка состояния воздуха с помощью вентиляторов, если температура превышает 28°C или если влажность воздуха превышает 70% каждые 10 сек.

4. Запускается освещение растений с помощью фитолампы на 14 ч. через каждые 10 ч.

5. Запускается процесс выкачивания питательного раствора с помощью насоса из предназначенной для него емкости в емкость, в которой расположены растения, на 5 мин. через каждые 3 ч.

Для функционирования установки был написана программа.

Разработанные алгоритм и программный код дают возможность создать универсальную гидропонную установку, в которой можно относительно легко управлять параметрами работы за счет корректировки программного кода.

#### Список литературы

1. Nosov V.V., Tindova M.G., Zhichkin K.A., Vorob'eva D.A., Pakhomova T.V., Ayugin N.P., Kalimullin M.N. 2022 Forecasting the production of agricultural machinery in the Russian Federation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1046 012014. doi: 10.1088/1755-1315/1045/1/012014.

2. Larina G.E., Poddymkina L.M., Ayugin N.P., Dyakonova M.A., Morkovkin D.E. 2022 Effective hybrids of Zea Mays L. under conditions of changes in the boundaries of agro-climatic zones under the influence of global warming. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 012138. doi 10.1088/1755-1315/1010/1/012138.

3. Вендин С.В. Конвейерная установка для проращивания зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, В.Ю. Страхов, М.А. Семернина // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 26–27.

4. Латышев А.А. Система микропроцессорного регулирования микроклимата в птичнике / А.А. Латышев, С.В. Вендин // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 32–33.

5. Малахов А.Н. Установка для обработки семян СВЧ полем / А.Н. Малахов, С.В. Вендин // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 38–39.

6. Клостер Н.И. Биологические приемы при возделывании озимой пшеницы сортов белгородской селекции / Н.И. Клостер, В.Б. Азаров // АгроЭкоИнфо. 2019. № 1 (35). С. 19.

7. Плахутина, Ю.В. Оценка финансовых результатов и направления развития отрасли растениеводства в регионе / Ю.В. Плахутина, Д.И. Жилияков // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Чебоксары : Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 506–511.

8. Барсукова Н.В., Лозовая О.В., Ванюшина О.И. Инновация как путь повышения экономической эффективности производственного потенциала // Проблемы развития современного общества: сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. Курск : ЮЗГУ, 2021. С. 58–62.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРОМАРКЕТПЛЕЙСОВ В РОССИИ

**Войтюк В.А., Слинко О.В.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия

Роль малого и среднего предпринимательства в экономической жизни общества достаточно велика: оно способствует экономическому росту в стране, повышает уровень занятости населения, формирует здоровую конкуренцию, способствует развитию инновационной деятельности, решению большинства социальных проблем [1]. В этой связи крайне важна государственная поддержка предпринимательства с целью создания благоприятных условий для его дальнейшего развития.

Вместе с тем в условиях цифровой глобализации эффективная реализация перечисленных направлений невозможна без внедрения в деятельность самих субъектов предпринимательства информационных технологий и онлайн-возможностей. При этом трансформация сельского хозяйства – один из приоритетов государства. Минсельхоз прогнозирует как минимум пятикратный рост рынка IT-решений для агросектора к 2026 году [2, 5, 6]. Таким образом, сегодня сельское хозяйство стоит на пороге изменений, которые приведут к заметному сокращению объема ручных операций.

По оценкам Института стратегических исследований и экономики знаний ВШЭ, цифровая трансформация способна обеспечить дополнительный рост производительности труда в сельском хозяйстве на 15,6% до 2030 года. Ключевую же роль играет государственная поддержка. Проект распоряжения правительства «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 года» предполагает выделение 50 млрд. рублей на цифровизацию [3]. За 8 лет Минсельхоз планирует внедрить технологии цифровых двойников, искусственного интеллекта (ИИ), интернета вещей (IoT), беспилотников и дистанционного зондирования земли. Кроме того, Минсельхоз хочет запустить системы моделирования и прогнозирования, которые позволят строить предиктивные модели урожайности, например, пшеницы или подсолнечника для принятия соответствующих регулятивных решений. Другим важным направлением ведомству видится в разработке онлайн-платформы (Агромаркетплейса) для продвижения российской сельхозпродукции [4].

Международный опыт показывает, что маркетплейсы для аграриев не только упрощают вопросы поставок, но и делают передовые технологии еще доступнее. Рынок агромаркетплейсов еще молод, но уже в 2020 году его оборот составил 10 млрд долларов, а прогноз на 2026 год - 23 млрд долларов.

На традиционном рынке фермеры по-прежнему сталкиваются с большим числом посредников, и онлайн-площадки как раз решают задачу повышения его прозрачности, помогая упрощать выбор. Так, запущенный год назад проект «Поле.рф», работает исключительно как B2B площадка. Помимо возможности

продать урожай, зарегистрированный на платформе аграрий может взять кредит, приобрести в лизинг технику или купить всё необходимое от удобрений до ГСМ. А на площадке «Своё Фермерство», открытой Россельхозбанком в 2020 году, можно приобрести практически всё, начиная от фермерских товаров и заканчивая мини-заводом по производству комбикормов.

Таким образом, маркетплейс является не только способом привлечения большого количества покупателей посредством виртуального взаимодействия, а также это система инновационных цифровых технологий и сервисов по продвижению товарного ассортимента.

### Список литературы

1. Галиев Р.Р. Маркетплейс агроландшерингового кооператива как элемент цифровизации в АПК // В сборнике: Высокотехнологичное право: генезис и перспективы. Материалы II Международной межвузовской научно-практической конференции. Красноярск, 2021. С. 94–102.

2. Войтюк В.А., Федоров А.Д. Проблемы и перспективы повышения конкурентоспособности отечественного АПК // В сборнике: Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. Барнаул, 2022. С. 70–72.

3. Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинко О.В. Анализ информационных потребностей в сфере сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2022. № 6 (300). С. 22–25.

4. Каратаева О.Г., Рябчикова В.Г. Экосистема – тренд в развитии сельских территорий // В сборнике: развитие агропромышленного комплекса в условиях цифровой экономики. Сборник научных трудов IV Национальной научно-практической конференции. Кинель, 2022. С. 194–198.

5. Кузнецова Е.Д. Актуальные направления использования Интернет в бизнес-коммуникациях // Теория и практика инновационных технологий в АПК : материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 15–23 марта 2022 года. Том Часть IV. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. – С. 525–529. – EDN DUFZSA.

6. Новосельский С.О. Цифровизация как основа современных технологий управления социально-экономическими системами [Текст] / С.О. Новосельский, М.В. Шатохин, Т.Г. Антропова, А.А. Грунина // Вопросы политологии. – 2023. – № 5. – Т. 13. – С. 2007–2021.

## **РАЗРАБОТКА САЙТА «ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТУРИЗМ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ»**

**Голованова Е.В., Чернов В.С.**

ФГАУ ВО Белгородский государственный национальный исследовательский университет НИУ «БелГУ», г. Белгород, Россия

В настоящее время большое количество людей путешествуют по различным местам всего мира. Многих уже не удивить морем, пальмами и экзотическими животными. Они ищут новых впечатлений. Такие впечатления они могут получить, посетив зоны промышленного туризма в Белгородской области. В последние годы во всем мире неизменной популярностью пользуются экскурсии на производство, но в Белгородской области это направление туризма не самое раскрученное. Возможно, это связано тем, что многие наши соотечественники уже насмотрелись на станки, цеха, элеваторы. А возможно это связано и с тем, что не все предприятия готовы принимать у себя группы любопытствующих и делиться своими секретами и опытом. В Белгородской области массу впечатлений можно получить, посетив следующие предприятия:

- Завод «Бодрая корова» в Белгороде;
- «Сырный дом» в Томаровке;
- Кондитерская фабрика «Славянка» в Старом Осколе;
- Борисовская керамическая фабрика;
- Типография «Константа»;
- Стойленский ГОК в Старом Осколе.

Эти предприятия открывают экскурсии для всех желающих. Здесь можно приготовить собственный сыр и мороженое, продегустировать конфеты и шоколад увидеть, как обжигают глину, как добывают металл на одном из самых больших железнорудных карьеров страны.

Актуальность вопроса приводит в необходимости создания сайта, в котором хранилась бы вся достоверная и актуальная информация о наиболее популярных и интересных местах для путешествий [5, 6].

Данный сайт создается для таких целей как информирование туристов о наиболее популярных местах для отдыха; информирование клиентов об услугах туристических компаний; публикация новостей туристических компаний; увеличение, с помощью сайта, спроса потребителей на услугу; охват новой потребительской аудитории; обеспечение обратной связи и предоставление услуг в режиме онлайн; поддержка существующих партнёров и клиентов; получения прибыли от продажи сайта туристической компании.

При анализе пользовательской аудитории каждый сайт можно разделить на 4 группы по следующим признакам: географическому, демографическому, экономическому и социально-психологическому. Проект относится к 4 группе. Создается для пользователей, проживающих в Белгородской области и ближайших областях.

Хостинг – дисковое пространство, которое арендуется на сервере вебмастера с целью расположения файлов своего сайта или сайтов в сети Internet [3]. Хостинги бывают виртуальными, виртуальными выделенными, выделенными, колокейшн и облачными. Для созданного сайта отлично подходит выделенный сервер - HANDYHOST.RU. Хостинг обладает следующими преимуществами: удобная панель управления; быстрая поддержка; множество CMS для автоматической установки; можно тестировать бесплатно 30 дней; сайт летает; много ресурсов за небольшие деньги; 1 гигабайт за 972 рублей в год.

Доменное имя – это уникальный буквенно-цифровой идентификатор определенного узла (устройства или сетевого соединения), являющегося частью интернета; название, имя сайта. Имена доменов служат для удобного запоминания людьми адресов узлов и сетевых ресурсов, которые на них расположены [2]. Доменные имена имеют 3 уровня, где 1 уровень – несет информацию о стране, использующей его, 2 уровень – несут информацию о месте использования и 3 уровень – о названии сайта. Таким образом, в качестве доменного имени сайта был выбран адрес «www.na\_vysote\_ptich'yego\_polota».

Интернет-маркетинг – практика использования всех аспектов традиционного маркетинга в Интернете, с целью продажи продукта или услуги покупателям и управления взаимоотношениями с ними. В процессе продвижения Web-сайта «На высоте птичьего полета» используются следующие пути и методы: поисковая оптимизация ресурса, контекстная реклама. обмен ссылками, продвижение статьями [1].

На этапе разработки были определены цели и тип сайта, проанализирована пользовательская аудитория, выбран хостинг и доменное имя. Также перечислены средства и методы продвижения сайта среди остальных Web-ресурсов [4].

#### Список литературы

1. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет-маркетинг>, свободный.
2. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Доменное\\_имя](https://ru.wikipedia.org/wiki/Доменное_имя), свободный.
3. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Хостинг>, свободный.
4. Голованова Е.В., Пахомова Л.Д. Управление параметрами эффективности производства с использованием математических методов планирования / Е.В. Голованова, Л.Д. Пахомова // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения. Редакционная коллегия: Аничин В.Л., Бойко И.А., Булавин С.А., Микитюк В.В., Потапов Н.К., Уваров Г.И., Ушаков Л.А., Белгород, 2009. – С. 207–208.
5. Сержанова И.В., Бишутина Л.И. Основы разработки сайта // Информационные технологии в образовании и аграрном производстве. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2020. С. 372–378.
6. Олейников, Д.С. Обзор современных средств разработки веб-страниц / Д.С. Олейников, С.М. Кусмагамбетов // Молодежный вектор развития аграрной науки : материалы 73-й национальной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Воронеж, 01 марта – 31 мая 2022 года / Воронежский государственный аграрный университет. Том Часть VIII. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. – С. 418–425. – EDN WZWEOW.

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМЫ ЭРИТРОЦИТА

**Голочалова А.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

**Кулумбаев Э.Б.**

ФГБОУ ВО НИУ «БелГУ», г. Белгород, Россия

Кровь состоит из форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов, которые занимают 40%-50% от общего объема крови. Эритроциты самые многочисленные клетки крови, поэтому именно они определяют реологические свойства крови [1].

Эритроцит обладает множеством свойств, схожих для различных видов млекопитающих, поэтому численное моделирование физико-химических свойств эритроцита может помочь решить ряд важных задач, изучаемых в ветеринарии.

Современное численное моделирование формы и деформирования эритроцита осуществляется обычно с помощью континуального и дискретного подходов. В первом случае мембрана эритроцита считается двумерной сплошной средой, а во втором используется дискретное приближение мембраны системой упруго-связанных мезоскопических частиц, на основе ньютоновской механики рассчитывается форма и деформация эритроцита.

Существует ряд работ, которые описывают формоизменение эритроцита при его движении по капиллярам и сосудам. Так в работе [2] решена оптимизационная задача, позволяющая определить стационарные формы эритроцита посредством двумерного приближения.

Основным итогом работы стало то, что результаты расчетов формы эритроцита, деформируемого при капиллярной аспирации или под действием осмотического давления, качественно соответствуют данным наблюдений. Для более точной картины и практической значимости данную модель нужно представить в трехмерном случае.

### Список литературы

1. Мчедлешвили Г.И. Гемореология в системе микроциркуляции: ее специфика и практическое значение // Тромбоз, гемостаз и реология. – 2002. – № 4. – С. 18–24.
2. Голочалова А.В., Кулумбаев Э.Б. 2019. Оптимизационная модель стационарной формы эритроцита в двумерном приближении. Научные ведомости БелГУ. Серия Математика. Физика. 51 (1): 135–144.

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Голубев И.Г., Гольтяпин В.Я., Болотина М.Н.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Московская обл., Россия

Работающий парк машин и оборудования, в том числе сельском хозяйстве имеет большой износ, а зачастую морально устарел. Поэтому сохраняется рост эксплуатационных издержек, в том числе из-за увеличения доли затрат на запасные части, в том числе для импортной техники. Снизить такие затраты можно путем совершенствования организации и технологии восстановления деталей. В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. N 642) указано, что приоритетами и перспективами научно-технологического развития Российской Федерации в ближайшие 10-15 лет является переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта. Правительство утвердило стратегическое направление в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов до 2030 г. В ходе реализации Стратегического направления в агропромышленном комплексе, в том числе в сельском хозяйстве, пищевой и перерабатывающей промышленности будут внедрены цифровые двойники; беспилотная сельскохозяйственная техника и робототехника; спутниковые системы связи и позиционирования; сенсоры и маяки со спутниковым каналом передачи данных и другие цифровые технологии. Они будут применены как в рамках госуправления, так и для повышения эффективности производственных и сбытовых процессов предприятий агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов [1]. Анализ и обобщение передовых решений в конструкциях машин, выпускаемых крупнейшими отечественными и зарубежными производителями, показал, что увеличивается использование различных элементов, управляемых электронными блоками или бортовыми компьютерами в соответствии с заданной программой. Электронные базы данных и программные продукты могут применяться для организации работы предприятия на основе электронной системы обработки и хранения данных по парку машин; организации и проведения ремонтно-обслуживающих работ различных машин, узлов, систем, в том числе непосредственно в процессе их диагностирования [2].

Устоявшийся мировой тренд в настоящее время это создание цифровых измерений и систем бесконтактного оптического контроля качества изделий, дистанционный мониторинг состояния техники, компьютерное диагностирование машин, роботизация технологических процессов ремонтного производства. В Белгородском государственном аграрном университете им. В.Я. Горина раз-

работана технология цифровой термодиагностики узлов механических трансмиссий для обеспечения надежности транспортных и технологических машин. Для реализации технологии цифровой термодиагностики разработаны оригинальные способы, методики, технические средства и компьютерные программы, реализованы компьютерные программы Компас-3D V18.1.15, APM FEM, Quite Universal Circuit Simulator V 0.0.19 [3].

Использование цифровых решений в конструкциях ремонтно-технологического оборудования позволяет сократить продолжительность операций. В технологиях ремонта машин используются робототехнические комплексы. Наибольшее распространение они получили при окраске машин и восстановлении деталей [4].

Одно из наиболее динамично развивающихся направлений «цифрового» производства является применение 3-D технологий, цифровых двойников. В последние годы появились публикации о использовании 3-D технологий при ремонте машин, в том числе при восстановлении и упрочнении деталей. В техническом сервисе сельскохозяйственной техники уже используют такие цифровые решения как «умный склад запасных частей», «умный нефтесклад» и др. [5]. Применение и внедрение цифровых технологий в сфере технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, в том числе цифровых двойников является весьма актуальной задачей. Результаты работы будут содействовать реализации ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» [6-9].

#### Список литературы

1. Стратегическое направление в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года (утверждено Распоряжением Правительства РФ от 29 декабря 2021г. № 3971-р).
2. Голубев И.Г., Мишуrow Н.П., Гольпяпин В.Я., Апатенко А.С., Севрюгина Н.С. Системы телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 76 с.
3. Тимашов Е.П. Разработка технологии контроля механических трансмиссий транспортных и технологических машин на основе цифровой термодиагностики. Автореф. дисс. докт техн. наук / 05.20.03 / Белгород, Белгородский ГАУ, 2022. 43 с.
4. Голубев И.Г., Мишуrow Н.П., Дорохов А.С., Скороходов Д.М., Свиридов А. С. Цифровые решения при техническом сервисе сельскохозяйственной техники. Аналитический обзор. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 202. 76 с.
5. Федоренко В.Ф., Голубев И.Г. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве и техническом сервисе сельскохозяйственной техники. ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 140 с.
6. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство». М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.
7. Немченкова С.В., Ульянова Н.Д. Информационные технологии в транспортной логистике // Обработка экономической информации с использованием прикладного программного обеспечения. Сборник статей научно-практической конференции. Брянский институт управления и бизнеса. 2019. С. 80–86.
8. Систематизация составляющих цифровой экономики в современной рыночной среде / А.В. Мешков [и др.] // Инновационные перспективы Донбасса , 2020. – С. 186–190.
9. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики: учебное пособие / А.В. Шемякин, С.Н. Бoryчев, И.Г. Шашкова [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2022. – 162 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ПРИЛОЖЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

**Гречихин Е.С., Миронов А.Л.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Вопросы развития информационных систем на предприятиях АПК имеет целый ряд особенностей [1]. Одной из основных проблем, с которой сталкиваются на предприятиях АПК, является сложность в управлении множеством приложений и их зависимостей, например, приложениями системы мониторинга и управления агротехнологиями, управления складами и логистикой, учета и анализа урожайности, системы автоматизации и контроля производственных процессов. Интеграция приложений – один из уровней системной интеграции, предусматривающий интеграцию платформ, данных, приложений, бизнес-процессов. Для каждого из этих уровней разработаны и применяются соответствующие подходы [2]. На предприятиях АПК, в особенности на крупных, часто используются разные компьютерные системы, расположенные в разных местах, которые могут иметь разные операционные системы, разные СУБД и приложения, работающие с разными серверами. Поэтому может потребоваться выбор вариантов интеграции, особенно при необходимости переноса приложений в распределенной инфраструктуре с различным оборудованием. К технологии абстракции физического оборудования относятся технологии виртуализации и контейнеризации [3, 9, 10].

Виртуализация предполагает развертывание на оборудовании виртуальных машин, а контейнеризация – это технология виртуализации на уровне ОС, которая помогает запускать приложения изолированно от основной операционной системы. При этом программа-приложение упаковывается в специальную оболочку-контейнер, внутри которой находится среда, необходимая для работы. Из различных технологий контейнеризации можно выделить технологию Docker [4, 5, 6, 7, 8].

Контейнеризация Docker – это современная технология, которая может быть применена для оптимизации, улучшения производственных процессов в АПК. Эта технология позволяет упаковывать приложения и их зависимости в контейнеры, которые могут быть легко переносимы и масштабируемы. Использование Docker-контейнеров может помочь улучшить производственные процессы в АПК.

Использование контейнеризации Docker позволяет значительно упростить управление приложениями и их зависимостями в информационных системах предприятий АПК. Docker-контейнеры позволяют упаковать приложения и их зависимости в независимые контейнеры, которые могут быть запущены на любой платформе, поддерживающей Docker. Контейнеры Docker также могут быть легко масштабированы и управляемы, а также изолированы друг от друга.

Это позволяет избежать возможных конфликтов между приложениями и повысить безопасность производственных процессов.

Использование Docker-контейнеров упрощает процесс развертывания приложений и уменьшает время, необходимое для этого. Вместо того, чтобы устанавливать приложения и их зависимости на каждый сервер, Docker-контейнеры могут быть развернуты в любом месте, где есть доступ к серверу.

Таким образом, использование описанной технологии позволяет существенно упростить управление приложениями, повысить эффективность работы предприятия АПК и обеспечить максимально эффективное использование ресурсов.

### Список литературы

1. Миронов А.Л. Информационный менеджмент на предприятиях АПК // Материалы XIV международной научно-производственной конференции»: Доп. выпуск. Белгород : Изд. БелГСХА, 2010, С. 39.
2. Холодков А. Системная интеграция: технический аспект [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kholodkov.ru/it/?p=630> (дата обращения 23.03.2023).
3. Андреев Р. Виртуализация и контейнеризация: обзор технологий и в чем разница [Электронный ресурс]. URL: <https://timeweb.cloud/blog/virtualizaciya-i-kontejnerizaciya-raznica> (дата обращения 23.03.2023).
4. Милл А., Сейерс Э.Х. Docker на практике. Пер. с англ.- М.: ДМК Пресс, 2020. – 516 с.
5. Шагалова Е.В., Шайхуллина А.Р. Контейнеризация приложений на базе Docker в аграрной сфере // Инновации в науке. – 2021. № 4 (51). – С. 98–102.
6. Официальная документация по Docker [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.docker.com/get-started/overview/> (дата обращения 23.03.2023).
7. Архипов А. Docker в действии [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/251161/> (дата обращения 23.03.2023).
8. Что такое Docker: краткий экскурс в историю и основные абстракции [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/southbridge/blog/515508/> (дата обращения 23.03.2023).
9. Ульянова Н.Д. Применение цифровых технологий в аграрном производстве Брянской области // Информационные технологии в образовании и аграрном производстве. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2020. С. 93–99.
10. Новосельский С.О. Цифровизация как основа современных технологий управления социально-экономическими системами [Текст] / С.О. Новосельский, М.В. Шатохин, Т.Г. Антропова, А.А. Грунина // Вопросы политологии. – 2023. – № 5. – Т. 13. – С. 2007–2021.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Демидов П.В.

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Достижения последних лет в области IT-технологий, развитие интернета вещей, растущие возможности современных смартфонов, количественные и качественные изменения в доступности использования спутниковых данных и геоинформационных сервисов диктуют необходимость широкого применения цифровых сервисов и специализированных приложений по оптимизации управления сельскохозяйственным предприятием, которые позволяют в режиме реального времени отслеживать ситуацию на полях, определять и фиксировать угрозы, генерировать отчеты и просматривать необходимую аналитику, и, как следствие, повышать эффективность сельскохозяйственного производства [4, 5].

Одним из направлений развития цифрового сельского хозяйства России стала разработка и внедрение сквозной информационной системы – «Умное поле», принципы создания которой базируются на использовании современных конкурентоспособных отечественных технологий, методах, алгоритмах. Систему «Умное поле» также можно назвать системой корпоративного управления аграрным бизнесом, основанной на применении платформ интернета вещей для управления сельскохозяйственной техникой, оборудованием и других IT-инноваций с целью интеграции полученных данных в существующую платформу менеджмента аграрного предприятия [1].

Реализация проекта полного инновационного комплексного научно-технологического цикла сквозных цифровых систем – «Умное поле» предполагает разработку и внедрение отечественных конкурентоспособных технологий по следующим основным направлениям: мониторинг полевых угодий и посевов сверхвысокой детализации; разработка алгоритмов принятия управленческих решений сельхозпроизводства на основе обработки Big Data; робототехнические средства снижения лимитирующих факторов продуктивности полевого растениеводства; освоение и развитие технологий точного земледелия, в том числе разработка методов оценки и планирования урожайности сельскохозяйственных культур на основе многофакторного анализа геопространственной информации в разрезе полей севооборотов с учетом их разделения на отдельно обрабатываемые агротехнически и технологически однородные рабочие участки [2].

Представители аграрного бизнеса уже успели оценить преимущества и выгоду использования сквозной информационной системы «Умное поле» посредством применения различных программ и приложений для точного земледелия. По мнению ведущих экспертов и специалистов аналитического центра Минсельхоза России, использование цифровых технологий в растениеводстве, то есть современных систем точного земледелия, является той сферой сельского хозяйства, где применение web- и мобильных приложений наиболее востребовано и перспективно [3].

Сегодня наиболее распространенными информационными системами, обеспечивающими технологии точного земледелия, а также комплексное управление сельскохозяйственным предприятием (цифровой агроскаутинг), среди отечественных продуктов и компаний являются – «Полевод» от Direct.Farm, «SkyScout» от Intterra, «Аг-

росигнал» от Infobis, «АгроМон» от AgroSoftware, «История поля» от Геомир и «ДА.Помощник» от DigitalAgro. Каждый из них обладает похожим набором инструментов и функциональными возможностями, которые помогают крупным и мелким сельскохозяйственным товаропроизводителям:

– отслеживать риски по каждому полю сельскохозяйственного предприятия на основе фитосанитарного состояния посевов и фиксации обнаруженных угроз – используемый «умный» информационный сервис поможет оценить возможный уровень потерь и подскажет, что именно и по какой рыночной цене можно купить для борьбы с той или иной угрозой;

– получить удаленную консультацию стороннего (в том числе узкопрофессионального) специалиста, который также поможет оценить сложившуюся ситуацию посредством дистанционного анализа доступных ему данных о севооборотах, технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и состоянии посевов, в том числе материалов фото и видеосъемки – изучив данные, собранные штатными агрономами сельскохозяйственного предприятия, консультант сделает дистанционную рекомендацию, что сэкономит финансовые затраты на его логистику;

– найти и в оперативном режиме исправить существующие проблемы, которые можно пропустить во время полевого осмотра – при регулярном обследовании полей в информационных системах агроскаутинга становится проще выявлять проблемы и оперативно устранять их, что значительно экономит потенциальный урожай предприятия;

– планировать бюджет сельскохозяйственного предприятия, вести севооборот, формировать план заданий – инструменты современных цифровых сервисов позволят обеспечить моментальный доступ к сделанным записям и осуществить проверку правильности выполнения той или иной производственной операции;

– экономить время, потраченное на подготовку аналитических отчетов – простые инструменты анализа данных помогают формировать отчеты по самым различным признакам, делать обоснованные выводы и принимать верные управленческие решения.

### Список литературы

1. Жукова М.А., Улезько А.В. Перспективы цифровой трансформации сельского хозяйства: монография. Воронеж : ВГАУ, 2021. 179 с.
2. Наседкина Т.И., Черных А.И. Цифровизация в системе управления предприятиями аграрной сферы // АПК: экономика, управление. 2022. № 9. С. 73–82.
3. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: офиц. изд. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с.
4. Ульянова Н.Д. Применение цифровых технологий в аграрном производстве Брянской области // Информационные технологии в образовании и аграрном производстве. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2020. С. 93–99.
5. Кривоухов, А.А. Проблема безопасности персональных данных на цифровых платформах / А.А. Кривоухов // Проблемы информационного обеспечения деятельности правоохранительных органов : сборник статей IX Всероссийской научно-практической конференции, Белгород, 20 мая 2022 года. – Белгород : Белгородский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации им. И.Д. Путилина, 2022. – С. 86–91.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ**

**Дутов А.И., Миронов А.Л.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Цифровизация является объективной предпосылкой становления высокоэффективного агропромышленного производства. Ведомственным проектом [1] предполагается активное внедрение цифровых технологий, таких, как интернет вещей, робототехники, технологии анализа больших данных, искусственного интеллекта и др. Следует отметить относительно высокий уровень цифровизации Белгородской области. Так, в рейтинге наиболее «цифровых» городов, составленном экспертами «Сколково», Белгород вошел в первую тройку. Регион был назван «редким примером весьма сбалансированного предложения и спроса» [2, 8, 9].

Сегодня многие предприятия АПК используют цифровые технологии в осуществлении мониторинга состояния посевов и качества выполнения сельскохозяйственных работ, создании высокоточных карт полей, межполевых дорог, определении индекса NDVI по фазам развития сельскохозяйственных культур. Теория и практика применения цифровых технологий в земледелии и растениеводстве становится одним из основных трендов дополнительного профессионального образования и повышения квалификации руководителей и специалистов агропромышленных предприятий [3].

При этом многие специалисты считают, что в целом ведущаяся сейчас цифровизация не носит системный характер, а быстрое развитие цифровых технологий сопровождается большим количеством рисков [4, 5, 6]. Некоторые из этих рисков являются гипотетическими, однако есть реальные. Многие из реальных (насуточных) рисков связаны с угрозами информационной безопасности (ИБ).

События 2022 года показали, что предприятиям необходимо быть готовыми к обеспечению защищенности корпоративных данных (их конфиденциальности, целостности и доступности) в условиях активных сетевых атак и вредоносных программ. Так, информационные системы ряда сельскохозяйственных предприятий региона были подвергнуты длительным DDOS атакам (Distributed Denial of Service attack – распределенная атака «отказ в обслуживании») большой мощности. Необходимо быть готовыми к продолжению этой деструктивной деятельности.

Цифровизация предполагает увеличение объемов подлежащей защите информации, хранящейся в базах данных информационных систем, увеличение трафика информационно-коммуникационных систем (систем передачи данных), что является источником большого количества рисков информационной безопасности. К числу таких рисков относятся и риски массового внедрения в АПК новых цифровых платформ, которые не были проверены в эксплуатации.

К числу факторов цифровизации, которые усложнят решение задач ИБ предприятий, относится предусмотренное программой «Цифровая экономика» импортозамещение программного обеспечения (ПО), причем как системного, так и прикладного. Зарубежные вендоры покинули Россию. Отечественными разработчиками предложены альтернативные варианты замены зарубежного ПО, однако требуется время для выявления и устранения возможных уязвимостей.

На предприятиях специалистам по ИБ, администраторам ИС явно необходимо обновить политику ИБ в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002-2012, скорректировать ее на всех уровнях с учетом современных угроз, обеспечить безопасную эксплуатацию ИС предприятия с обучением персонала приемам диагностики и профилактики инцидентов ИБ.

Вопросы ИБ, традиционно рассматриваемые на курсах повышения квалификации работников предприятий АПК [3, 7], получили еще большую актуальность в настоящее время.

### Список литературы

1. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с.
2. Эксперты оценили высокий уровень цифровизации в Белгородской области. 21.07.2020. [Электронный ресурс] URL: <http://club-rf.ru/31/detail/4340> (дата обращения 23.03.2023).
3. Дутов А.И., Миронов А.Л., Манохина Л.А., Пузанова Л.А. Совершенствование модели переподготовки и повышения квалификации специалистов для обеспечения инновационного развития АПК Белгородской области // Материалы Национальной научно-практической конференции «Цифровые и инженерные технологии в АПК». – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – С. 211–214.
4. Касперская Н.И. О рисках, угрозах и отсутствии системности в цифровизации. 12.08.2021. [Электронный ресурс] URL: <https://www.infowatch.ru/resources/blog/tochka-zreniya-kasperskoy/o-riskakh-ugrozakh-i-otsutstvii-sistemnosti-v-tsifrovizatsii> (дата обращения 23.03.2023).
5. Эскиндаров М.А., Масленников В.В., Масленников О.В. Риски и шансы цифровой экономики в России // Финансы: теория и практика. 2019. 23 (5). С. 6–17.
6. Рубаева О.Д., Пахомова Н.А., Абилова Е.В. Риски и угрозы при развитии цифровой экономики в АПК [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-i-ugrozy-pri-razvitii-tsifrovoy-ekonomiki-v-apk> (дата обращения 23.03.2023).
7. Дутов А.И., Миронов А.Л., Косов А.Л., Пузанова Л.А. Использование ресурсов сети интернет в работе сельских предпринимателей: Учебное пособие. – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. – 156 с.
8. Горюхина, Е.Ю. К вопросу обеспечения информационной безопасности предприятия / Е.Ю. Горюхина, Л.И. Литвинова // Информационное обеспечение развития агропродовольственного комплекса : сборник научных трудов / под редакцией А.П. Курносова, А.В. Улезько. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. – С. 161–166. – EDN CNKUNH.
9. Систематизация составляющих цифровой экономики в современной рыночной среде / А.В. Мешков [и др.]. // Инновационные перспективы Донбасса, 2020. – С. 186–190.

## **ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА В РОССИИ**

**Загороднев Ю.П.**

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, Россия

Последние годы, интенсивно происходит внедрение программного учета в селекционно-племенную работу с животными. Большое разнообразие программного обеспечения, представленное, российскими и зарубежными фирмами дает, возможность более детально выбрать продукт, отвечающий необходимым требованиям животноводческого предприятия.

Отсутствие централизованной информационной базы племенного животноводства и птицеводства, которая объединяет весь перечень существующих программ племенного назначения, показывает определенные проблемы системного учета. Существование единой централизованной базы с общим интерфейсом может значительно упростить ведение селекционно-племенного учета [3].

Единая база данных дает возможность проводить более масштабный учет продуктивного использования и генетического потенциала животных разных регионов страны. Организация системного учета поможет профессионалам животноводческой отрасли, кроме того, выявлять отдельные заболевания генетической и паратипической природы внутри стад и пород сельскохозяйственных животных и птицы разного вида.

Использование информационных решений для автоматизации животноводческого и птицеводческого производства дает наибольший эффект в регулировании зоотехнического и племенного учета, параметров микроклимата и более экономной работы разного технологического оборудования. При рассмотрении отрасли молочного скотоводства информатизация помогает более четко вести производство, дает возможность увеличить поголовье коров, без потери качества стада, способствует повышению производительности труда, внедрению более совершенных технологий кормления, содержания и воспроизводства [4, 5].

Современная автоматика умеет многое: узнавать каждую корову «в лицо», определять молочную продуктивность, рассчитывать персонально для каждого животного рацион кормления, составлять график отелов и осеменений. Главным требованием в системе управления животноводческим хозяйством является общая объединенная система информатизации хозяйства, предприятия или комплекса. Электронные вычислительные машины достаточно давно используются в аграрно-промышленном комплексе. Но последние годы принесли стремительное развитие их возможностей в области обработки информации и мобильности [1, 2].

В последние годы возникло большое разнообразие информационных решений по автоматизации отраслей животноводства, как правило, они представлены разработками зарубежных компаний.

Наиболее распространенными зарубежными решениями являются следующие компании:

1. Израильская компания по управлению производством молока «S. A. E Afikim».

2. Немецкая компания «Westfalia Landtechnik», которая предлагает передовые технологии молочного производства.

3. Английская компания «Fullwood».

4. Шведская компания «De Laval» – один из ведущих производителей оборудования и программного обеспечения для технологических процессов молочных ферм.

5. Польская компания «Win Pas» распространяет на животноводческом рынке программный комплекс для расчета рациона кормления и подготовки кормовых рецептов для скота и свиней.

6. Голландская компания «Lely», которая работает в молочном производстве.

Показанные зарубежные компании по технологии управления, автоматизации и информатизации различных отраслей животноводства имеют широкое распространение в Российской Федерации и странах ближнего зарубежья.

Неоспоримыми плюсами данных программных решений является высокая доля их автоматизации и роботизации технологических процессов производства продукции животноводства. Человеческий фактор сведен здесь до минимума. Минусом данных программных решений является их дороговизна и несовместимость между собой, если на одном предприятии используется программный продукт другой фирмы.

Поэтому, возникла необходимость разработки российских программных комплексов (высокой автоматизации и роботизации) для их совместного использования на технологических производственных площадках страны животноводческого и птицеводческого профиля.

Разработка или совершенствование своего программного обеспечения и роботизированного оборудования для ферм и внедрение их в производственный цикл предприятия позволит уменьшить зависимость от зарубежного влияния на нашу промышленность, что в итоге повысит продовольственную безопасность страны. Параллельное обучение специалистов для обслуживания данной техники позволит ускорить интенсификацию производства и уменьшить технологические потери при простое сломанного оборудования, также высокий уровень технологии привлечет новые кадры на сельские территории.

#### Список литературы

1. Куткова А.Н., Казьмина М.А., Польшакова Н.В. Обзор современных информационных решений автоматизации животноводческих предприятий // Молодой ученый. – 2017. – № 4 (138). – С. 167–169. – URL: <https://moluch.ru/archive/138/38744/> (дата обращения: 17.03.2023).

2. Свиридов А.Г., Ткачёв А.В., Гудыменко В.В., Кощаев И.А. Современные подходы к автоматизированному доению крупного рогатого скота: уч. пос. – Курск, Майский, 2020. – 141 с.

3. Ульянова Н.Д. Применение цифровых технологий в аграрном производстве Брянской области // Информационные технологии в образовании и аграрном производстве. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2020. С. 93–99.

4. Жилияков Д.И. Анализ эффективности производства продукции отрасли животноводства в регионе / Д.И. Жилияков, Ю.В. Плахутина, Т.М. Рустамов, Т.О. Оласунканми // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2020. – С. 103–109.

5. Дорофеева А.А., Кулибеков К.К. Оценка качества и продолжительности работы станций добровольного доения в условиях роботизированной фермы // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть II. Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. С. 170–176.

## **РОЛЬ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА ДЛЯ ЕГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

**Иванов Н.И., Германович А.Г., Сямина Е.И.**

ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»,  
г. Москва, Россия

К инвестиционному потенциалу регионов обычно относят финансы, производственные технологии, объемы экспорта, различные ресурсы, инвестиции и т.д. При этом на эффективность использования факторов потенциала в различной степени влияют риски: инфляционный, экономический, социальный, политический и т.д.

Инвестиционные ресурсы регионального инвестиционный потенциал отличаются по качеству и количеству, по доле в основном капитале, величине налогообложения, наличию налоговых льготы для них. Большее значение имеет внедрение новейших достижений научно-технического прогресса для совершенствования основного капитала [1].

На региональный инвестиционный потенциал оказывает влияние доля государственной собственности в основном капитале региона, которая в значительной степени определяет эффективность хозяйственной деятельности предприятий региона.

Инвестиционный потенциал зависит от величины производительного и потребительского спроса, а также и их увеличения в обозримой перспективе. В конечном итоге, величина спроса является катализатором увеличения инвестиционного потенциала и развития региональной экономики. В разных регионах страны экономика развивается различными темпами и, как было показано, на это оказывают влияние сложившиеся инвестиционные потенциалы и экономическая политика их увеличения и привлечения [2-4].

Так, например, в Смоленской области возделыванием льна успешно занимались до 90-х годов XX века. В настоящее время началось возрождение этой отрасли. Это связано с преимуществами использования льна в потреблении по разным направлениям.

К 2014-18 годам началась масштабная программа возрождения отрасли. Значительные инвестиции и другие финансовые инструменты были привлечены к использованию в 2016-18 годах. В эти годы было вложено 640 млн. руб. В результате производство льна возросло в 2.4 раза, урожайность повысилась в 1,7 раза. Смоленская область переместилась на первое место среди шести регионов ЦФО. К 2018-20 годам вложения в Смоленский льняной кластер составили более 2 млрд. руб.

К 2020 году посеvy льна выросли в четыре раза и составили 20 тыс. га. Это связано с дополнительным субсидированием льносеющих предприятий, которое увеличилось до 12 тыс. рублей на один гектар.

В области также выделяются субсидии на модернизацию льнозаводов. На приобретение сельхозтехники субсидии для предприятий составляют до 50% их стоимости, широко практикуется передача техники в лизинг. Смоленская область лидирует по вложениям инвестиций в первичную переработку льна, которые на каждый гектар из бюджета области и МСХ РФ составляют 9,2 тыс. руб. Руководство Смоленского льняного кластера планирует дальнейшее его развитие. В перспективе к 2030 году производство льна вырастет в 48 раз, доходность ежегодно будет составлять 9 млрд. рублей. Для этого посевные площади увеличатся до 100 тыс. га.

Наиболее эффективными направлениями дальнейшего развития льняного Смоленского льняного кластера является:

- 1) вложение инвестиций до одного миллиарда в год;
- 2) для технологического процесса и потребления продукции выращивать лен только в основном с длинным волокном;
- 3) совершенствовать кооперативные связи между производителями льнопродукции для достижения максимальной загрузки мощностей льнозаводов;
- 4) короткое волокно реализовывать для производства технических видов продукции.

#### **Список литературы**

1. Мелентьев А.А., Кобзева Т.Е. ГИС в системе территориального планирования и управления территорией // Научные труды SWorld. 2007. Т. 16. № 2. С. 22–23. EDN: OINHLY.
2. Организация и проведение комплексных кадастровых работ на территории городского поселения «Город Короча» Корочанского района Белгородской области / А.А. Мелентьев, В.А. Сергеева, А.И. Чурсин // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2021. – № 8. – С. 24–29.
3. К вопросу об использовании статистических моделей для целей социально-экономических исследований [Электронный документ] / Иванов Н.И., Чемодин Ю.А., Шевченко Т.В., Горбунов В.С. // Московский экономический журнал. – 2019. – № 3. – Режим доступа : <https://qje.su/wp-content/uploads/2019/04/Nomer-3-2019-Arhiv.pdf>.
4. Иванова Н.А. Повышение эффективности управления земельными ресурсами сельских поселений (на примере Московской области) / Автореферат диссертации на соиск. уч. ст. канд. эконом. наук. – М. : ГУЗ, 2013. – 23 с.

## ПРИМЕРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ВЕСА ПТИЦЫ

**Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия

**Семернина М.А., Стребков С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Одной из наиболее важных целей каждого производителя бройлеров является контроль веса птицы, чтобы стадо ремонтного молодняка было как можно более однородным в момент начала яйцекладки, поэтому на этапе выращивания абсолютно необходимы многократные процессы взвешивания и сортировки поголовья [1, 6].

Для проведения автоматических замеров веса поголовья используются специальные весовые устройства, которые адаптированы для применения при напольном или клеточном содержании поголовья птицы. Весы соединяются с центральным компьютером управления в птичнике, где накапливаются все результаты замеров [2, 3, 7, 8].

При напольном содержании применяются платформенные весы, которые имеют тензодатчик в точке крепления весов. Модель *Swing 20* используется для взвешивания поголовья бройлеров, уток и родительского стада бройлеров. Для взвешивания индейки тяжелых кроссов применяются весы модели *Swing 100*.

Модель *Incas 2* можно использовать в птичниках, где несушки содержатся на полу или в клетках. Благодаря универсальной подвеске из нержавеющей стали ее можно установить сбоку на проволочной сетке или, если тензодатчик расположен под соответствующим углом, закрепить на полу системы.

Благодаря небольшому весу, составляющему всего 2 кг, *Incas 2* хорошо подходит для использования в качестве мобильных весов для домашней птицы. Небольшое расстояние между полом и тензодатчиком, имеющим форму насекомого, обеспечивает большое количество взвешиваний и, следовательно, точное определение веса.

Модель *Incas Compact* предназначены для взвешивания молодок и бройлеров, содержащихся в клеточных батареях. Изготовлены из нержавеющей стали. Круглая платформа для взвешивания имеет диаметр 15 см. Благодаря компактной конструкции весы также можно использовать для мобильного взвешивания.

Весовое устройство *Nesca*, встроенное в гнездо для самок родительского стада позволяет проводить автоматическое взвешивание, когда несушки заходят в гнездо для кладки яиц. Напольная решетка опирается на четыре тензодатчика. Установленные в ходе взвешивания значения передаются с помощью модуля взвешивания на компьютер для управления производственными показателями в птичнике.

*Birdoo* – технология взвешивания методами 3D-визуализации, (разработка компании Cargill (США) совместно с компанией Knex (США), в которой используется компьютерное зрение и искусственный интеллект (ИИ) для анализа

поголовья в режиме реального времени с использованием данных прогнозного моделирования. Она предназначена для замены ручного взвешивания методами 3D-визуализации, отслеживания продуктивности бройлеров и изменения веса в режиме реального времени, а также экономии затрат за счет лучшего планирования. Полученные камерами изображения сразу обрабатываются, а данные преобразуются с помощью ИИ в оценки веса.

Размер выборки при использовании Birdoo выше, чем при использовании ручного взвешивания, что повышает точность измерений. Птицеводы могут видеть текущую массу тела и прогнозировать кривые распределения роста в режиме реального времени. Такой метод является более безопасным и менее стрессовым для людей и птиц. Полученные прогнозы по весу помогают более эффективно и устойчиво выращивать птицу за счет улучшения коэффициента конверсии корма и его экономии в среднем 10-30 грамм на птицу, а производители смогут точно знать, когда лучше всего забивать птицу, понимая достижение целевого веса.

В Cargill отмечают, что подобное решение для взвешивания бройлеров с 3D-камерой является первым на рынке в своем роде [4, 5].

#### Список литературы

1. Саенко Ю.В., Семернина М.А. Цифровизация сельского хозяйства. В сб.: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 2022. С. 279–283.
2. Решение для птицеводства. ВЕС ПТИЦЫ [Электронный ресурс] URL: <https://www.knexinc.com/#/products/farm> (Дата обращения 24.03.2023).
3. Как модернизировать птицефабрику с помощью искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. URL: <https://pticainfo.ru/news/kak-modernizirovat-ptitsefabriku-s-pomoshchyu-iskusstvennogo-intellekta/> (Дата обращения 14.03.2023).
4. Кузьмина Т.Н., Скляр А.В., Гладин Д.В., Зотов А.А., Смелов А.А. Цифровые решения для птицеводства // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 28–31.
5. Kuzmina T.N., Kuzmin V.N. Organization of the cage management separate feeding of parent flock of high productive crosse meat chickens. В сб.: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. London, 2022. С. 012161.
6. Ульянова Н.Д. Применение цифровых технологий в аграрном производстве Брянской области // Информационные технологии в образовании и аграрном производстве. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2020. С. 93–99.
7. Improving the State Regulatory System of the Agribusiness / Z.I. Latysheva, E.V. Skripkina, N.A. Kopteva [et al.] // Cuestiones Políticas. – 2020. – Vol. 37. – № 65. – P. 116–126.
8. Самукова А.Д., Глотова Г.Н., Позолотина В.А. Цифровые технологии, реализуемые в процессе обучения по специальности «Ветеринария» // Совершенствование образовательного процесса в условиях изменяющейся среды : сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-методической конференции, Курган, 29 апреля 2021 года. Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2021. С. 161–165.

## РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В ЗАРУБЕЖНОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ

**Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия

**Семернина М.А., Стребков С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Применение роботов в сельскохозяйственном производстве позволяет обеспечить рост производительности труда, ресурсосбережения, устойчивость производства продуктов питания и сельскохозяйственного сырья, снижение потерь продукции в процессе производства, транспортировки, хранения и реализации [1, 4, 5]. За рубежом ведутся разработки роботов, применяемых при доении коров, удалении навоза, раздаче кормов. Примером робота, применяемого при выращивании бройлеров, является роботизированная система ChickenBoy (компания «Big Dutchman», Германия), который позволяет птицеводам получать больше реальной информации из птичников, не заходя в корпус [2, 3].

Робот-аналитик ChickenBoy, оснащенный различными датчиками и несколькими камерами, подвешивается к рельсовой системе под потолком и, передвигаясь по залу, ведет постоянный мониторинг параметров по всей площади пола птичника. Мощный блок обработки анализирует данные, частично с помощью сложных алгоритмов искусственного интеллекта, и подготавливает графическое представление для персонала птицефабрики.

По результатам мониторинга и анализа данных робот генерирует двухмерные карты птичника, которые точно визуализируют такие параметры, как температура, влажность, освещенность, уровень шума, скорость движения воздуха и концентрация вредных газов ( $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_3$ ).

Кроме этого, робот может проводить интеллектуальный анализ полученных изображений, что позволяет ему обнаруживать мертвых птиц и места с протекающими поилками. Благодаря функции накопления и анализа полученных данных возможно обнаружение кишечных заболеваний в ранней стадии, на основе постоянной оценки экскрементов. Все измеренные данные также можно просмотреть в виде графиков или диаграмм, которые показывают динамику изменений по каждой партии птицы.

### Список литературы

1. Саенко Ю.В., Семернина М.А. Цифровизация сельского хозяйства. В сб.: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 2022. С. 279–283.
2. Скляр, А.В. Цифровая система управления – новые функциональные возможности // Птица и птицепродукты. – 2021. – № 2. – С. 56–58.
3. Кузьмина Т.Н., Скляр А.В., Гладин Д.В., Зотов А.А., Смелов А.А. Цифровые решения для птицеводства // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 28–31.
4. Гайдаржи О.В., Милютин Е.М. Робототехника в сельском хозяйстве: применение и тенденции развития // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики. 2019. С. 17–24.
5. The use of modern robotic systems in the agro-industrial complex / I.G. Shashkova, L.V. Romanova, M.V. Kupriyanova, L.V. Cherkashina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Yekaterinburg, 15–16 октября 2021 года. Yekaterinburg, 2022. P. 012024.

## **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСВЕЩЕННОСТИ В ПТИЧНИКАХ**

**Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия

**Семернина М.А., Стребков С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Освещение играет важную роль в обеспечении необходимых условий выращивания и содержания птицы. Она оказывает влияние на рост, развитие, поведение и продуктивность птицы, позволяет оптимизировать конверсию корма, снизить расклев, каннибализм и, следовательно, падеж поголовья [1, 2, 6].

Современные цифровые технологии позволяют перед этапом производства и монтажа систем светодиодного освещения в птичнике произвести моделирование распределения освещенности в птичниках как напольного, так и клеточного содержания с целью минимизации затрат при выборе оптимального состава, конфигурации осветительного оборудования и исключения снижения эффективности освещения.

Наглядным способом представить распределение освещенности в птичнике при проектировании системы освещения в настоящее время позволяет светотехнический расчет (выполняется с помощью программы «DIALux»), для которого создается светотехническая модель источников света (содержится в файлах с расширением ies, представляет собой измерение светотехнических характеристик на специальном оборудовании, например, установке «ФЛАКС» производства отечественной фирмы «АРХИЛАЙТ»).

Наиболее простым является светотехнический расчет птичника напольного содержания. При напольном содержании птицы равномерность освещения в общем случае зависит от количества используемых источников света, их расположения и геометрических размеров [3-5]. Больше количество светодиодных светильников мощностью 6 Вт, расположенных на 5 линиях освещения в отличие от источников света 12 Вт на 4 линиях дают существенно лучшую равномерность освещения при возрастании стоимости оборудования на 8-10%. Кроме того, важным фактором является кривая силы света (КСС) светодиодных светильников.

Светотехнический расчет при клеточном содержании птицы представляет собой гораздо более сложную задачу, при которой равномерность освещения необходимо обеспечить не только в одной горизонтальной плоскости, как при размещении птицы при напольном выращивании, но и на уровне каждого яруса клеточных батарей.

Пользуясь результатами светотехнического расчета для разного количества и мощности светодиодных светильников, можно наглядно представить картину распределения освещенности в рассматриваемом птичнике и выбрать

вариант осветительного оборудования с минимальными затратами финансов, времени и ресурсов.

Таким образом, использование современных цифровых технологий позволяет моделировать распределение освещенности в птичнике на самом начальном этапе их проектирования и решать задачу выбора осветительного оборудования для оптимального светового микроклимата, при котором будет обеспечена максимальная эффективность производства яйца и мяса птицы.

Современное развитие осветительного оборудования в птицеводстве тесно связано с передовыми, в том числе цифровыми технологиями, которые позволяют улучшить эффективность систем освещения, снизить их себестоимость, повысить надежность и срок службы. Предварительное проектирование распределения освещенности в птичнике позволяет дополнительно снизить затраты и повысить эффективность использования современных источников света. Внедрение современных способов освещения невозможно без научных исследований, опытов и экспериментов. Можно предположить, что будущее развитие осветительного оборудования в птицеводстве еще более тесно будет связано с передовыми цифровыми технологиями, как и все сферы жизнедеятельности человека.

#### Список литературы

1. Саенко Ю.В., Семернина М.А. Цифровизация сельского хозяйства. В сб.: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 2022. С. 279–283.

2. Rault, J.L. Light intensity of 5 or 20 lux on broiler behavior, welfare and productivity / J.L. Rault, K. Clark, P.J. Groves, G.M. Cronin // Poultry Sci. 2017. Vol. 96 (4). P. 779–787.

3. Патент РФ на полезную модель № 154984. Клеточная батарея для содержания птицы / В.А. Гусев, А.В. Дубровин, И.П. Салеева, Д.В. Гладин и др. // опубликовано 20.09.2015, бюл. № 26.

4. Kuzmina T.N., Kuzmin V.N. Organization of the cage management separate feeding of parent flock of high productive crossbreed meat chickens. В сб.: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. London, 2022. С. 012161.

5. Кузьмина Т.Н., Скляр А.В., Гладин Д.В., Зотов А.А., Смелов А.А. Цифровые решения для птицеводства // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 28–31.

6. Нагаев Н.Б., Никонов С.В., Куракин Д.В. Применение светодиодного освещения в животноводческих помещениях // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. № 2 (15). С. 78–85.

## **ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РОССИЙСКОГО ПТИЦЕВОДСТВА: ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ**

**Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия

**Семернина М.А., Стребков С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Цифровая трансформация птицеводства позволит получить ранее недоступные данные и необходимую информацию для принятия управленческих решений, оптимизировать ресурсы и снизить себестоимость продукции [1, 2, 6].

Производственные процессы в каждом структурном подразделении птицеводческого предприятия поэтапно автоматизируются путем совершенствования систем управления [3, 7]. При управлении наиболее сложными системами (управление микроклиматом в инкубаторах и птицеводческих помещениях, системы кормопроизводства и кормораздачи с дозировкой корма) стали переходить от примитивных электромеханических устройств к современным компьютерам-контроллерам, объединяемым в компьютерную сеть. Совершенствование аппаратуры регистрации показаний (температура, влажность и пр.) позволили расширить спектр получаемой информации.

На первых этапах развития системы диспетчеризации отдельных объектов производства стало возможным получать оперативную информацию по расходу воды, комбикорма и др. из каждого птичника. Это, позволило управляющему персоналу птицефабрики, анализируя получаемую информацию и сравнивая её с нормативными показателями от производителей кроссов и предыдущими периодами содержания поголовья, вычленять птицезалы с отклонениями от нормативных параметров и быстрее принимать меры по купированию возникающих проблем.

Последующее накопление баз данных по выращенным партиям птицы и обновление программно-аппаратных средств ускорили и усовершенствовали проведение анализа полученных данных. Поэтапное подключение всех структурных подразделений птицефабрики и сведение потоков информации в один ситуационный центр на птицефабрике позволило усовершенствовать логистические связи между объектами производства и загрузку производственных мощностей.

Первичным центром сбора информации, применительно к птичнику является производственный компьютер-контроллер. Компьютер управляет процессами производства и микроклимата, накапливая в памяти информацию об изменении параметров микроклимата, данных по расходу корма и воды, результатов автоматического взвешивания поголовья. При условии подключения контроллеров в птичниках к единой сети сбора информации появляется возможность её централизованного накопления на персональном компьютере или компьютерах персонала. Для этого на персональные компьютеры устанавливаются

специализированные лицензионные программы для возможности сбора и структурирования полученной информации, с её последующим анализом. В зависимости от поставщика этих программ – различаются способы ввода информации при формировании баз данных. Компании-поставщики, которые поставляют программно-аппаратные комплексы, включающие в свою комплектацию производственные контроллеры для управления микроклиматом и прочими процессами птичниках, имеют возможность передавать данные из птичника напрямую в базу данных их программного комплекса. Те компании, которые поставляют только программное обеспечение для формирования баз данных и статистической обработки информации по птицефабрике, не имеют прямого доступа контроллерам в птичниках. Поэтому для пополнения их базы данных требуется получение информации от локальной сети, установленной поставщиком оборудования, в виде таблиц формата Excel или в иной форме.

Следующим этапом развития цифровизации производства на птицефабрике стало применение облачных технологий. Объединение всех структурных подразделений птицекомплекса в единую компьютерную сеть дало возможность применить инновационные программно-аппаратные средства, создающие виртуальное облачное информационное пространство, позволяющее оптимизировать управление производством на всем протяжении формирования стоимостной цепочки конечного продукта [3, 4, 5].

#### Список литературы

1. Саенко Ю.В., Семернина М.А. Цифровизация сельского хозяйства. В сб.: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 2022. С. 279–283.
2. Буклагин Д.С. Цифровые технологии управления сельским хозяйством // Международный научный журнал. 2021. № 1–2 (104). С. 136.
3. Кузьмина Т.Н., Скляр А.В., Гладин Д.В., Зотов А.А., Смелов А.А. Цифровые решения для птицеводства // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 28–31.
4. Кузьмина Т.Н., Зотов А.А. Современные системы автоматического контроля физических параметров инкубации яиц // Птица и птицепродукты. 2020. № 2. С. 19–23.
5. Скрипина И.И., Семернина М.А., Скрипин А.А. Применение цифровых прикладных решений в агропромышленном комплексе. В сб.: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 2022. С. 287–291.
6. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства / В.Е. Торилов, В.А. Погоньшев, Д.А. Погоньшева, Г.Е. Дорных // Вестник Курской ГСХА. 2020. № 9. С. 6–13.
7. Жилияков Д.И. Роль птицеводства в обеспечении продовольственной безопасности страны // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2010. № 13 (70). С. 65–73.

## **ЗАРУБЕЖНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ АВАРИЙНОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ**

**Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия

**Семернина М.А., Стребков С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Уровень технического оснащения современных птицеводческих помещений, их мощность, делает необходимым установку устройств технического мониторинга и систем сигнализации, позволяющих незамедлительно реагировать на возникающие сбои в работе оборудования с целью эффективного предотвращения возможного ущерба [1, 6, 7].

*Система аварийной сигнализации AC Touch* (компания «Биг Дачмен», Германия) представляет собой инновационный прибор нового поколения [2-5].

Доступ к нему обеспечивается с помощью отпечатка пальца (до 20 человек на 1 прибор), что исключает неавторизованное внесение изменений в настройки и квитирование аварийных сообщений данным сотрудником. Обслуживание прибора существенно упрощается благодаря большому графическому дисплею, наглядно отображающему информацию. Все аварийные входы и функциональные возможности доступно отображены на экране и легко поддаются редактированию. Аварийные сигналы и последующие действия сохраняются на запоминающемся устройстве «Black Vox».

Совершенствование алгоритма работы аварийной сигнализации направлено на обеспечения возможности её функционирование в блоке с системой аварийного открытия приточно-вытяжных элементов вентиляции при отключении электропитания птичника в жаркий период года.

Блок аварийного открытия с регулировкой по температуре предусмотрен для использования вместе с компьютером и аварийной сигнализацией.

Аналогично компьютерам, управляющих климатом, блоки аварийного открытия также оснащены датчиками внешней температуры. Все сигналы с датчиков отображаются на передней панели и информируют оператора о состоянии системы: например, можно судить о заряде батарейки (полностью заряжена, наполовину или почти разряжена), показывается также состояние датчика наружной и внутренней температуры (активен ли он, правильно ли размещён, есть ли в системе короткое замыкание или датчик ничего не показывает при разрыве кабеля).

При эксплуатации комплекта оборудования с системами аварийной сигнализации необходимо учитывать, что данные блоки не решают полностью проблемы вентилирования птичника в случае нештатной ситуации, а только продлевают время на принятие решения для обслуживающего персонала. Блок аварийной сигнализации обнаруживает проблему и информирует персонал посредством звуковой и световой индикации, отправкой SMS-сообщений на ука-

занные телефоны персонала. При этом система аварийного открытия увеличивает естественную циркуляцию воздуха при критическом увеличении температуры сверх заданных значений в жаркий период года. В это время персонал должен обнаружить причину неисправности, устранить её или осуществить переключение системы электропитания на резервный источник.

Для повышения эффективности управления процессами на птицефабрике в дополнение к автономным системам аварийной сигнализации используется их подключение к программному комплексу «BigFarmNet Meneger», который позволяет хранить все без исключения показатели климата за последние пять лет. Сообщения от системы аварийной сигнализации отображаются в виде таблицы, а если появляется новый сигнал, то он отображается сразу, сверху остальных окон информации на дисплее монитора. Программа позволяет отобразить «историю» сигналов оповещения и проверить, какие мероприятия предпринимались по каждому аварийному сигналу. Возможен просмотр статистических характеристик сигналов, для последующего анализа и проведения превентивных мероприятий.

Применение аварийной сигнализации, ведущей постоянный мониторинг ситуации в птицеводствах, позволяет в случае возникновения нештатных ситуаций техногенного или климатического характера ускорить процесс принятия мер по устранению сбоев в работе и минимизировать возможные потери предприятия.

#### Список литературы

1. Саенко Ю.В., Семернина М.А. Цифровизация сельского хозяйства. В сб.: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 2022. С. 279–283.
2. Скляр, А.В. Приборы аварийной сигнализации // Птицеводство. 2015. № 10. С. 49–52.
3. Kuzmina T.N., Kuzmin V.N. Organization of the cage management separate feeding of parent flock of high productive crosse meat chickens. В сб.: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. London, 2022. С. 012161.
4. Скляр, А.В. Цифровая система управления – новые функциональные возможности // Птица и птицепродукты. – 2021. – № 2. – С. 56–58.
5. Кузьмина Т.Н., Скляр А.В., Гладин Д.В., Зотов А.А., Смелов А.А. Цифровые решения для птицеводства // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 28–31.
6. Зотов, В.В. Опасности и риски цифровизации информационно-коммуникационной среды / В.В. Зотов, А.А. Кривоухов // Социальная политика и социология. – 2022. – Т. 21, № 3 (144). – С. 70–79.
7. Цифровизация электроэнергетики как фактор активизации развития отрасли / Е.Е. Корытченкова, А.В. Мешков, Н.В. Водолазская // Экономика. Наука. Инноватика : Материалы I Республиканской научно-практической конф., г. Донецк, 20 марта. 2020г. «ДОННТУ». – Донецк, 2020. – С. 131–134.

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ ПТИЦЫ

**Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия

**Семернина М.А., Стребков С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Появление новых высокопродуктивных кроссов птицы требует новых подходов к инкубации. В такой ситуации актуальным становится создание инкубаторов с автоматическим контролем параметров инкубации, основанном на применении цифровых решений [1-3, 7, 8].

В инкубаторах **компании «Стимул-Инк»** устанавливаются аналоговые или цифровые терморегуляторы. Первые поддерживают только ту температуру, которую задает пользователь. В последних моделях предварительных инкубаторов цифровое устройство самостоятельно выполняет ряд дополнительных функций: автоматически нагревает или охлаждает пространство внутри шкафа, поворачивает яйца через заданный интервал времени, измеряет влажность. Использование цифрового терморегулятора позволяет повысить уровень выводимости яиц, упростит контроль за прибором. Автоматический контроль всех критических параметров инкубации осуществляется с помощью блока микропроцессорного управления, который проводит сравнительный анализ текущих значений с заданными параметрами. При наличии отклонений блок подает команды для стабилизации нагрева, увлажнения или охлаждения [4].

Система контроля процесса инкубации, применяемая в инкубационных и выводных шкафах инкубаторов различных типов **ООО «Резерв»**, предназначена для обеспечения визуального контроля, измерения и поддержания заданных значений температуры и относительной влажности, а также для накопления статистических данных о параметрах инкубации. Для измерения температуры используются цифровые датчики собственного производства с шагом измерения  $0,1^{\circ}\text{C}$  и максимальной погрешностью в диапазоне температур от минус  $10^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$  не более  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Датчик рассчитан на максимальную точность в диапазоне температур от  $+25^{\circ}\text{C}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$  [5]. Инкубаторы НПП «Резерв» установлены на предприятиях группы компаний «Байсад», АО «Галическое по птицеводству», ЗАО «Костромская птицефабрика», ООО «Егорьевская птицефабрика» и др.

**ООО «Сеганэл»** (г. Краснодар) разработала интеллектуальную систему SEGANEL, управляющую с высокой точностью физическими процессами теплообмена и воздухообмена и являющуюся основой системы автоматизации контроля критических параметров инкубации. Программное обеспечение можно устанавливать в любые инкубаторы практически всех производителей [6]. Эффективный контроль и управление параметрами воздушной среды (температура, влажность, воздухообмен) в инкубаторе достигается использованием во второй фазе инкубации ряда технологий: «Контроль качества воздуха», «Кон-

троль температуры яйца», «Контроль зональности в камере». Интеллектуальная инкубационная система SEGANEL способна самостоятельно адаптироваться к особенностям инкубации яйца разных пород и видов птицы без кардинальной перенастройки системы. Так как основным расчётным параметром в работе системы является метаболическое тепло, то основной алгоритм системы не изменяется, а лишь подстраивается к новым вводным данным, поступающим от датчиков температуры и влажности. Таким образом, система будет актуальна и для создаваемых в дальнейшем высокопродуктивных кроссов сельскохозяйственной птицы. Инкубаторы компании ООО «Сеганэл» с интеллектуальной системой SEGANEL установлены в инкубаториях птицеводческих предприятий Краснодарского (Кореновская птицефабрика ЗАО фирма «Агрокомплекс», ООО «Птицефабрика «Приморская», ООО «Заречное», ЗАО «Адлерская птицефабрика» и др.

Последние разработки в области микроконтроллерной техники позволяют на сегодняшний день создавать точные и надежные системы управления, которые в сочетании с современными системами вентиляции, обогрева и охлаждения позволяют значительно повысить эффективность инкубации.

#### Список литературы

1. Саенко Ю.В., Семернина М.А. Цифровизация сельского хозяйства. В сб.: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 2022. С. 279–283.
2. Буклагин Д.С. Цифровые технологии управления сельским хозяйством // Международный научный журнал. 2021. № 1–2 (104). С. 136.
3. Скляр А.В. Цифровая система управления – новые функциональные возможности // Птица и птицепродукты. 2021. № 2. С. 56–58.
4. Скляр А.В. Цифровая система управления производством на птицефабрике // Птица и птицепродукты. 2019. № 4. С. 20–22.
5. Кузьмина Т.Н., Зотов А.А. Современные системы автоматического контроля физических параметров инкубации яиц // Птица и птицепродукты. 2020. № 2. С. 19–23.
6. Кузьмина Т.Н., Скляр А.В., Гладин Д.В., Зотов А.А., Смелов А.А. Цифровые решения для птицеводства // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 28–31.
7. Соловьева Т.Н., Жилияков Д.И. Стратегический анализ состояния птицеводства яичного направления // АПК: экономика и управление. 2009. № 5. С. 62–68.
8. Самохвалов Н.А., Глотова Г.Н., Позолотина В.А. Инкубация куриных яиц на примере личного подсобного хозяйства // Актуальные проблемы и приоритетные направления современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии в исследованиях молодых ученых : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 21 ноября 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии. Рязань: РГАТУ, 2021. С. 231–236.

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ

**Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия

**Семернина М.А., Стребков С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Цифровизация производства комбикормов развивается по двум направлениям [1, 2]: управление оборудованием на комбикормовых заводах и совершенствование программного обеспечения для создания оптимальных рецептур применительно к отдельно взятой птицефабрике [4, 5].

Примером первого направления является *система управления производством комбикормов компании ИнСАТ (Россия)* предназначена для автоматизации управления всем технологическим оборудованием комбикормового завода или цеха [3]. При необходимости к автоматизированной системе могут быть подключены система взвешивания автомобильных и железнодорожных весов и система термометрии. Система может быть интегрирована в локальную вычислительную сеть предприятия или объединения. Доступ к информации системы может осуществляться через Интернет или с помощью мобильного телефона стандарта GSM. Основной экономической эффект от применения системы получается за счет сокращения расхода компонентов в результате повышения точности дозирования в зоне отрицательных допусков СНиП, уменьшения времени холостой работы оборудования и сокращения персонала.

Внедрение разработанного специалистами *ООО НПФ «Севекс» системы автоматического управления комбикормовыми заводами на основе беспроводной сети* позволяет своевременно выявить и снимать ряд причин, связанных с домыслами и интуитивным определением виновника аварии или причины нарушения процесса. Глобальная информатизация цеха основана на беспроводных и сетевых технологиях и позволяет информировать службы и управленческий персонал о ходе процесса, применять локальные исполнительные механизмы, оснащенные встроенными датчиками положения, перемещения, состояния, веса, потребляемой мощности [3].

Специалистами *ООО «АСУ Технологических процессов»* (г. Тюмень) была разработана *автоматизированная система управления (АСУ) линией гранулирования* с использованием оборудования компании «Овен» (г. Москва) [3]. Система управления имеет два режима работы - ручной и автоматический. Запуск пресса осуществляется только в ручном режиме. После выхода пресса на рабочий режим оператор переводит управление на контроллер. В автоматическом режиме технологические параметры (ток главных приводов и температура продукта) поддерживаются в соответствии с предельными значениями, а также обеспечивается защита главных двигателей от перегрузки. Действия оператора в автоматическом режиме сводятся к наблюдению за работой пресса. Вмешательство в процесс управления происходит только в случае нештатной ситуа-

ции, информацию о которой оператор получает из аварийных сообщений, отображаемых на панели.

Примером второго направления является программа «Корм Оптима Эксперт» компании КормоРесурс, предназначенная для оптимизации рецептов кормления всех видов и половозрастных групп животных. Состоит из трех модулей – «Комбикорм», «Премикс», «Рацион», которые могут работать как вместе, так и независимо друг от друга. Как показывает практический опыт, применение программ оптимизации позволяет снизить стоимость корма на 5-7% [3]. Программа основана на промышленной технологии «клиент-сервер», которая позволяет работать в сети нескольким пользователям, а также сохранять очень большие объемы данных. Предусмотрена интеграция с бухгалтерскими программами (1С Предприятие, Галактика и др.), также АСУ ТП комбикормового производства, формирование качественных удостоверений на продукцию, согласно требованиям нормативных документов, сохранение печатных форм в формате Word, Excel, PDF для передачи по электронной почте.

Применение цифровых решений позволит оптимизировать производство комбикормов, минимизировать влияние человеческого фактора, обеспечив снижение их себестоимости.

#### Список литературы

1. Саенко Ю.В., Семернина М.А. Цифровизация сельского хозяйства. В сб.: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 2022. С. 279–283.
2. Скрипина И.И., Семернина М.А., Скрипин А.А. Применение цифровых прикладных решений в агропромышленном комплексе. В сб.: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 2022. С. 287–291.
3. Кузьмина Т.Н., Склад А.В., Гладин Д.В., Зотов А.А., Смелов А.А. Цифровые решения для птицеводства // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 28–31.
4. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства / В.Е. Торилов, В.А. Погоньшев, Д.А. Погоньшева, Г.Е. Дорных // Вестник Курской ГСХА. 2020. № 9. С. 6–13.
5. Жиликов Д.И. Развитие кормовой базы промышленного птицеводства // Материалы Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в сельском хозяйстве». 2011. С. 272–276.

## ПРИМЕРЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ ПТИЦЫ ЗА РУБЕЖОМ

**Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н.**

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия

**Семернина М.А., Стребков С.В.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

Зарубежные компании, представленные на российском рынке, ведут непрерывную исследовательскую работу по совершенствованию технологии инкубации [1-4].

В инкубаторах **компании HatchTech (Нидерланды)** используется технология MicroClimer (МикроКлаймер), в основе которой лежит подход, суть которого сводится к одновременному контролю четырех ключевых параметров: содержание кислорода, удаление избытка углекислого газа, воды и контроль температуры эмбриона, в результате которого должна быть создана окружающая среда, необходимая для оптимального развития эмбриона для каждого отдельного яйца в инкубаторе. Стандартные программы инкубации содержат все заданные значения для каждой конкретной фазы процесса инкубации. Все блоки MicroClimer HatchTech через сеть интернет связаны с головным офисом компании, поэтому специалисты могут предоставлять всю нужную информацию в режиме реального времени и обновлять программное обеспечение оборудования в любое время [5].

**Компания Chick Master (Великобритания)** создает для каждой серии инкубаторов систему автоматического контроля основных параметров инкубации. Каждая секция инкубаторов компании Chick Master оснащена независимой системой контроля температуры и аварийной температуры. В инкубаторе установлен датчик влажности, в качестве опции поставляется датчик углекислого газа.

Резервный процессор для выводных инкубационных машин является инновацией от компании Chick Master. Также можно дополнительно повысить уровень безопасности, если установить систему аварийной сигнализации компании Chick Master. Incubation [5].

В инкубаторах компании **Jamesway (Канада)** встроенное программное обеспечение (ПО) контролирует температуру, влажность и содержание углекислого газа, а также автоматически регулирует скорость вращения вентилятора, сокращая потребление электроэнергии. Варианты программ и настроек упрощают эксплуатацию, практически не требуя вмешательства оператора. Встроенное ПО контролирует потерю влаги яйцом и обеспечивает дополнительное охлаждение [6].

Для автоматического контроля основных параметров инкубации специалистами **компании Pas Reform (Нидерланды)** разработана система SmartPro™, сочетающая четыре ключевых параметра: модульный дизайн, новый принцип

воздушного потока Vortex™, адаптивную метаболическую обратную связь AMF™ и энергосберегающий модуль ESM™, за счет чего в каждой секции инкубаторов обеспечивается точный контроль температуры, влажности, уровня кислорода и углекислого газа. Отдельные датчики температуры позволяют в каждой секции индивидуально регулировать обогрев и охлаждение для достижения полностью гомогенной среды [7, 8].

В России и странах бывшего СССР инкубаторы Pas Reform установлены на всех крупнейших птицефабриках (ГК Черкизово, Приосколье, Мираторг, Белгранком, Белая Птица, Мироновский хлебопродукт, и многие другие), включая самый большой инкубаторий в Европе, мощностью около 250 миллионов яйца в год под одной крышей, находящийся вблизи г. Елец [3].

Зарубежный опыт цифровизации процессов инкубации яиц птицы основан на использовании высокоточных измерительных приборов, быстросрабатывающих устройствах преобразования входящих сигналов и программах, базирующихся на точных зависимостях развития эмбрионов от основных параметров инкубации – температуры, влажности, содержания кислорода и углекислого газа, положения в пространстве. В сочетании с современными системами вентиляции, обогрева и охлаждения это позволяет значительно повысить эффективность инкубации.

#### Список литературы

1. Буклагин Д.С. Цифровые технологии управления сельским хозяйством // Международный научный журнал. 2021. № 1–2 (104). С. 136.
2. Саенко Ю.В., Семернина М.А. Цифровизация сельского хозяйства. В сб.: Цифровые и инженерные технологии в АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 2022. С. 279–283.
3. Кузьмина Т.Н., Гольдяпин В.Я., Скляр А.В., Гладин Д.В., Зотов А.А. Цифровые решения для птицеводства: аналит. Обзор / Москва, ФГБНУ «Росинформагротех». 2022. 156 с.
4. Кузьмина Т.Н., Зотов А.А. Современные системы автоматического контроля физических параметров инкубации яиц // Птица и птицепродукты. 2020. № 2. С. 19–23.
5. Кузьмина Т.Н., Скляр А.В., Гладин Д.В., Зотов А.А., Смелов А.А. Цифровые решения для птицеводства // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 28–31.
6. Incubation [Электронный документ]. URL: <http://www.chickmaster.com/products/incubation/> (Дата обращения 11.05.2022).
7. Дополнительные приспособления [Электронный документ]. URL: <https://www.jamesway.com/ru/accessories> (Дата обращения 19.03.2023).
8. Федотова Е.В., Глотова Г.Н. Современные ресурсосберегающие технологии в птицеводстве // Студенческая наука: современные технологии и инновации в АПК: материалы студенческой научно-практической конференции, Рязань, 30 апреля 2015 года. Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2015. С. 178–181.

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА РЫНКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Ломазов В.А., Мельников Е.М.**

ФГАОУ ВО НИУ БелГУ, Белгород, Россия

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

Стратегическое планирование деятельности предприятий агропромышленного комплекса (АПК) невозможно без проведения продуктового маркетинга рынка сельскохозяйственной продукции [1, 8-10].

Для решения задач автоматизации маркетинговых исследований необходим инструментарий. В настоящее время из программных продуктов, предназначенных для решения маркетинговых задач можно выделить Google Формы, SPSS и SurveyMonkey.

При несомненных достоинствах Google Форм (респондент не обязан проходить никаких регистрационных процедур для того, чтобы ответить на вопросы анкеты, если он имеет доступ к соответствующей ссылке; относительная простота работы, как для респондента, так и для составителя анкет; большой выбор шаблонов (тем) для оформления (есть возможность создать свою тему)); здесь слабо развит математический аппарат; нет возможности работы без Интернет; высок риск нарушений конфиденциальности и анонимности в случае получения кем-либо несанкционированного доступа к информации анкеты путём взлома.

Достоинства SPSS определяются ее ориентацией на статистическую обработку данных, однако в этой системе недостаточно автоматизирован ввод данных и отсутствует инструментарий, предназначенный для конструирования анкет.

SurveyMonkey, представляющий собой коммерческий сервис социологических и маркетинговых опросов, разработан в США и (при достаточно высокой стоимости) имеет ограничения в использовании.

Общим недостатком (с точки зрения решаемой задачи) рассмотренных сервисов является их универсальность, в то время как рынок сельскохозяйственной продукции имеет несомненную специфику. Это послужило основанием для разработки специализированной системы обеспечения маркетинговых исследований.

Разработанное информационное обеспечение представляет собой совокупность веб-средств (в соответствии с терминологией [2]), реализованных средствами HTML, CSS, PHP и JavaScript. Разработка в формате веб-средства обусловлена требованием географической независимости респондентов и маркетологов, а также географической независимости маркетологов при командном проведении исследования.

Разработанная система представляет собой социальную сеть маркетологов, а также площадку для организации исследовательского взаимодействия между маркетологом и респондентом, обеспечивающую методическую и методологическую поддержку маркетинговых исследований рынка сельскохозяйственной продукции. Благодаря веб-технологиям, возможно проведение как широкомасштабных марке-

тинговых опросов, так и маркетинговых опросов локального характера без подключения к сети Интернет. Система способна обеспечивать информационные организационно-технологические процессы [3], поддерживающие сбор данных, анализ и документирование результатов исследований.

В рамках дальнейшего развития системы целесообразным является:

- помимо коэффициента Спирмена, использовать для расчётов корреляции между факторами следующие коэффициенты корреляции: коэффициент Кендалла, коэффициент Фехнера и коэффициент Пирсона [4];

- добавление нейронной сети для анализа и автоматизированного формирования отчётов по исследованию; возможно также построение совместимости разработанной системы с ChatGPT и другими программными средствами нейросетевого анализа данных [5];

- добавление интеллектуального инструментария, основанного на принципе нечёткого логического вывода (нечёткая логика, теория лингвистической переменной, продукционная модель знаний) и дающего возможность оценивания полноты и достоверности результатов маркетинговых опросов [6].

Разработанное информационное обеспечение маркетинговых опросов дает возможность помочь маркетологу в проведении маркетинговых исследований на рынке сельскохозяйственной продукции.

#### Список литературы

1. Современные аспекты стратегического планирования деятельности предприятий АПК Белгородской области / Ю.А. Китаев, О.С. Акупиян, Д.П. Кравченко, В.А. Ломазов, А.И. Добрунова, А.Н. Акупиян, Я.Е. Давыдова. – Белгород : БелГАУ, 2022. – 236 с.
2. Миронова Г.В., Миронов А.Л. Динамика терминологии в области информационных сетей: «net» vs «web» // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2020. – Т. 13, № 2. – С. 174–178.
3. Зеленовская Н. 25 инструментов для маркетологов в 2022 году // prnews.io: <https://prnews.io/ru/blog/instrumenty-dlya-marketologov.html>.
4. Ломазов В.А., Ломазова В.И. Информационное представление моделей взаимосвязанных организационно-технологических процессов // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1–2. – С. 337–338.
5. Голованова Е.В. Основы математической статистики. – Белгород, 2008. – 72 с.
6. Сухов Т. Как пользоваться ChatGPT из России – пошаговая инструкция // <https://hi-tech.mail.ru/review/61825-kak-polzovatsya-chatgpt-iz-rossii/>.
7. Ломазов В.А. Автоматизация анализа полноты и достоверности результатов социологических опросов // Известия ОрелГТУ. Серия: Информационные системы и технологии. – 2007. – № 4. – С. 241–245.
8. Лысенкова С.Н., Жиденко Е.В. Использование интернет-технологий для продвижения продукции // Вклад науки и практики в обеспечение продовольственной безопасности страны при техногенном ее развитии. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. 2021. С. 326–331.
9. Водолазская Н.В. Проблемы и перспективы совершенствования региональных маркетинговых стратегий / Водолазская Н.В. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 1. – № 10 (61). – С. 95–98.
10. Закшевская, Т.В. Применение бивариантных методов анализа данных в маркетинговых исследованиях / Т.В. Закшевская, С.В. Куксин // Управление инновационным развитием агропродовольственных систем на национальном и региональном уровнях : материалы IV Международной научно-практической конференции, Воронеж, 11–12 октября 2022 года. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. – С. 123–127. – EDN HICWZV.

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ВЫПОЛНЕНИЕМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

**Ломазов А.В., Филиппов Л.Б.**

ФГАОУ НИУ БелГУ, Белгород, Россия

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

В Белгородской области в настоящее время успешно реализуется целый ряд региональных проектов в сфере здравоохранения, среди которых можно выделить такие проекты как:

- обеспечение медицинских организаций системы здравоохранения квалифицированными кадрами;
  - развитие экспорта медицинских услуг;
  - развитие системы оказания первичной медико-санитарной помощи;
  - развитие детского здравоохранения, включая создание современной инфраструктуры оказания медицинской помощи;
  - обеспечение медицинских организаций системы здравоохранения квалифицированными кадрами;
  - борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями;
  - борьба с онкологическими заболеваниями
- и др.

Для совершенствования управления выполнением региональных проектов целесообразно расширение использования цифровой информационной поддержки оценивания хода их реализации, а также принятия управленческих решений по возможной корректировке целевых промежуточных показателей проектов [7, 8].

Современное информационно-аналитическое обеспечение управления проектами представлено в основном универсальными программными продуктами (1С:PM Управление проектами, Microsoft Project, EvaProject и др.), в то время как более эффективным было бы использование специализированных информационных систем, учитывающих специфику предметной области проектов.

Отсутствие информационных решений по управлению проектами, ориентированными на региональное здравоохранение, послужило причиной разработки специализированного интеллектуального информационно-аналитического инструментария. Теоретико-методологическую базу разработанного информационного обеспечения составляют:

- иерархия оценочных критериев проектов [1, 2];
- экспертные суждения относительно показателей проектов [3];
- нечеткие лингвистические модельные описания проектов [4];
- процедуры многокритериального оценивания и нечеткого логического вывода, используемые для поддержки принятия решений.

Интеллектуальное информационно-алгоритмическое обеспечение управления выполнением региональных проектов в сфере здравоохранения включает следующие подсистемы:

- база данных, обеспечивающая хранение и обработку данных относительно хода проектов, а также информацию, связанную с внешними условиями их реализации, включая статистические данные [5];

- база знаний, содержащая формально представленные закономерности предметной области проектов в виде системы нечетких продукционных правил, связывающих между собой показатели проекта и внешние параметры;

- алгоритмическая подсистема, содержащая программно реализованные процедуры и алгоритмы оценивания промежуточных и итоговых результатов выполнения проектов [5], а также комплекс алгоритмов обработки знаний предметной области;

- дружественный интеллектуальный интерфейс, поддерживающий работу экспертов и специалистов, ответственных за реализацию проектов, а также взаимодействие с другими информационными системами в рамках ИТ-инфраструктуры органа региональной власти [6].

Использование специализированного информационного обеспечения позволяет повысить эффективность и оперативность научно обоснованных управленческих решений при реализации региональных проектов в сфере здравоохранения.

#### Список литературы

1. Ломазов В.А., Нестерова Е.В. Критерии оценки инвестиционных инновационных проектов в сфере здравоохранения // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – № 4. – С. 155–159.

2. Ломазов В.А., Нестерова Е.В. Критерии оценки социальных инвестиционных инновационных проектов в сфере здравоохранения // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). – 2013. – № 8. – С. 48.

3. Ломазов В.А., Нестерова Е.В., Петросов Д.А. Учет чувствительности результатов многокритериального оценивания от изменений экспертных суждений при выборе региональных инновационно-инвестиционных проектов в области здравоохранения // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 3. – С. 192–196.

4. Lomazov A.V., Lomazov V.A., Rumbesht V.V. Fuzzy formalization of the multi-stage processes temporal description // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. Vol. 1661. – P. 012058.

5. Голованова Е.В. Основы математической статистики. – Белгород, 2008. – 72 с.

6. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем. – Белгород : БУКЭП, 2017. – 99 с.

7. Хайхан Т.Ю., Милютин Е.М. Искусственный интеллект в медицине: обзор современных решений // Обработка экономической информации с использованием прикладного программного обеспечения. Сборник статей научно-практической конференции. Брянский институт управления и бизнеса. 2019. С. 172–178.

8. Ванюшина О.И., Лозовая О.В., Барсукова Н.В. Развитие цифровизации страхового рынка в России // Инновационный потенциал цифровой экономики: состояние и направления развития: сборник научных статей 2-й Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 82–85.

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АЛГОРИТМОВ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ ИНТЕРНЕТА

Миронов А.Л.<sup>1</sup>, Миронова Г.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия;

<sup>2</sup>НИУ «БелГУ», г. Белгород, Россия

Информационный поиск в сети Интернет постоянно совершенствуется, изменяются алгоритмы ранжирования информационных ресурсов в «органической» выдаче поисковых машин, что создает проблемы обеспечения видимости ресурсов. Так, целый ряд сайтов, созданных для рекламы и продажи продукции сельхозпроизводителями Белгородской области, не приносят никакой пользы вследствие отсутствия посещений потенциальных клиентов (покупателей). У сайтов нет оптимизации под поисковые системы SEO (Search Engine Optimization), они не соответствуют требованиям, которые предъявляются алгоритмами ИПС для высокого ранжирования и, соответственно, обеспечения видимости сайта для пользователей сети Интернет [8, 9].

Разработчики интернет-ресурсов должны знать алгоритмы ИПС и учитывать их в своей работе.

В настоящее время в России большинство пользователей применяют для поиска ИПС Google и Яндекс, которые далеко оторвались от конкурирующих систем. ИПС Google неоднократно критиковалась вследствие наличия выходных фильтров – алгоритмов, опирающихся на «профиль пользователя», учитывающего его «цифровой след». В итоге пользователю выдается подобранная специально для него информация, то есть он оказывается «за стеной фильтров» [1] и может быть даже дезинформирован [2].

Вопросы обеспечения релевантности и пертинентности информационного поиска неоднократно рассматривались [2, 3, 4]. Отмечалось, что всё в большей степени алгоритмы ИПС ориентируются на отбор и выдачу пертинентной информации, для чего применяются фильтры на входе ИПС.

Как показывает анализ фильтров (алгоритмов) ИПС [5, 6], целью фильтрации входной информации является отбор качественных ресурсов, полезных пользователю. Для этого используются многофакторный анализ и методы искусственного интеллекта.

Скалярный поиск, основанный на статистике, дополнен векторным поиском, использующим семантический анализ текста на основе нейронных сетей. Анализ применяемых для этого технологий показывает, что оценка как релевантности, так и пертинентности может быть осуществлена с использованием одних и тех же математических методов и алгоритмов, для которых разработаны эффективные способы реализации. Прежде всего, это параллельные вычисления по технологии GPGPU. В отечественной ИПС Яндекс эти методы эффективно реализуются с использованием самых мощных в России и СНГ суперкомпьютеров «Червоненкис», «Галушкин», «Ляпунов» [7], которые соответ-

ственно занимают 19, 36 и 40 место в мировом рейтинге суперкомпьютеров. На этих суперкомпьютерах обучаются большие нейросетевые модели с миллиардами параметров. Следствием использования этой мощной вычислительной техники (рабочая производительность 21,530, 16,020 и 12,810 петафлопс) является возможность для обученной системы автоматически определять рейтинг ИР. Это означает, что отклонения ИР от требований ИПС будут определяться без ассессоров, то есть не эпизодически, а постоянно.

В публичный доступ попали служебные материалы Яндекса, описывающие факторы ранжирования (всего 1992, из них часть в настоящее время может не использоваться). Полный список учитываемых параметров и их весовых коэффициентов является коммерческой тайной, однако имеется вполне очевидный набор факторов, который в обязательном порядке должен учитываться при создании и продвижении информационного ресурса его разработчиками и собственниками.

Исходя из этого, задача комплексного SEO должна рассматриваться как обязательная типовая задача при разработке ИР, их хостинге и последовательном развитии.

#### Список литературы

1. Паризер Э. За стеной фильтров. Что Интернет скрывает от вас? / Пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2012. – 304 с.
2. Миронов А.Л., Миронова Г.В. Современные проблемы информационного поиска / Материалы XXV Международной научно-производственной конференции «Роль науки в удвоении валового регионального продукта». – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. С. 248–249.
3. Жуликов С.Е., Жуликова О.В. Проблема пертинентности современных информационно-поисковых систем / Вестник ТГУ. – 2013. – Т. 18. – Вып. 1. – С. 224–226.
4. Миронов А.Л., Миронова Г.В. Соотношение релевантности и пертинентности поисковой выдачи / Материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке». – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 257–260.
5. История создания фильтров (алгоритмов) Яндекса [Электронный ресурс]. URL: <https://in4wp.ru/istoriya-sozdaniya-filtrov-algoritmov-yandeksa/> (дата обращения 25.03.2023).
6. Алгоритмы: факторы ранжирования Яндекс & Google 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://seosker.ru/algorithms> (дата обращения 25.03.2023).
7. Суперкомпьютеры Яндекса: взгляд изнутри 16.11.2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/589363/> (дата обращения 25.03.2023).
8. Лысенкова С.Н., Кулиничев С.А., Добровольский Г.И. Проблемы и перспективы продвижения товаров в сети интернет // Цифровизация бизнеса и образования: тенденции и перспективы. Сборник статей I Международной научно-практической конференции. Брянск, 2021. С. 145–149.
9. Зотов, В.В. Социально-сетевое взаимодействие в сети Интернет: к определению феномена медиа / В.В. Зотов, И.Н. Васильева, А.А. Кривоухов // Коммуникология. – 2022. – Т. 10. № 4. – С. 13–22.

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

**Пастухов А.Г.**

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский, Россия

В Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года отмечается необходимость ускоренного роста эффективности агропромышленного комплекса на основе внедрения новых факторов развития. Решение предлагается в виде комплексного системного подхода по ускорению технологического развития и внедрения цифровых технологий [1].

В области проектирования техники и технологий в АПК особо активно применяются методы оценки информационных моделей объектов с разработкой электронных блоков управления и оценки состояния объектов в виде механизмов, узлов, агрегатов и технических систем или в виде продукции растениеводства или животноводства, по параметрам их качества. Например, в различных областях сельского хозяйства в качестве объектов цифровизации представлены: управление сырьем, хранение сельскохозяйственной продукции, точное земледелие, «умные» фермы и теплицы, управление транспортом и другие [2]. В качестве примера такой разработки можно привести реализации оцифровки параметров технического состояния механических узлов по температуре и интегральной оценке повреждений зерна в процессе обмолота початков кукурузы [3-6].

Цифровизация активно находит применение в технологиях технического сервиса сельскохозяйственной техники, в частности, по направлениям мониторинга эффективности эксплуатации и технического состояния сельскохозяйственной техники на базе телематических систем. Кроме того, цифровизация процессов управления продукцией-сырья приводит к сокращению ее потерь за счет оптимизации условий хранения. Например, в точном земледелии оцифрованы процессы планирования и управления посевами, мониторинга состояния и контроля влажности, подготовки и минерализации почвы, температурного режима и других параметров вплоть до сбора урожая, что создает условия для повышения урожайности в растениеводстве на 15...20%. В «умных» фермах и теплицах внедрение цифровизации позволяет повысить продуктивность растений и животных при снижении расхода ресурсов. На транспорте решаются задачи снижения расхода топлива, оптимизирования маршрутов, контроль качества перемещаемой продукции [2].

Ярким примером в области цифровизации технологических процессов является разработка системы управления активными элементами деки молотильно-сепарирующего устройства для початков семенной кукурузы, выполненную д.т.н. Бахаревым Д.Н. [7]. В основе управления элементами активной деки заложена пневматическая система, создающая и поддерживающая дифференцирование силовых воздействий на початки кукурузы при их обмолоте (RU 196681). Регулирование давления в пневматических подушках деки моло-

тельно-сепарирующего устройства осуществляется на основании алгоритма (RU 2022611654), используемого для прошивки контроллера «Arduino» [8].

На примере термодиагностики узлов трансмиссий сельскохозяйственной техники по результатам моделирования температурного режима подшипникового узла карданного шарнира д.т.н. Тимашовым Е.П. установлены факторы, определяющие ресурс подшипников, что положено в основу совершенствования процессов их диагностики. На основании экспериментов разработан метод цифровой термодиагностики и апробирован его адаптивный характер для силовых и опорных узлов машин (RU 2716721), разработан цифровой регистратор неисправности трансмиссии (RU 199665), составлен алгоритм (RU 2021612850) работы [9, 10].

**Выводы.** Внедрение цифровизации технологических процессов не носит массовый характер. Реальная цифровизация технологических процессов отмечена для продукции растениеводства и животноводства, однако нет замкнутого полного цикла производства. Перспективы цифровизации в технике и технологиях кроются в комплексном методе отработки объектов от низшего звена к высшему в рамках всего производственного процесса в сельском хозяйстве.

#### Список литературы

1. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение правительства Российской Федерации № 993-р от 12.04.2020 г.
2. Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Буклагин Д.С., Гольдяпин В.Я., Голубев И.Г. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития: науч. издание – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 316 с.
3. Тимашов, Е.П. Моделирование температурного режима подшипникового узла карданного шарнира. Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 2 (22). – С. 87-100.
4. Тимашов, Е.П. Совершенствование процессов диагностики узлов трансмиссии автомобилей : монография. Белгород : БУКЭП, 2018. – 182 с. – ISBN 978-5-8231-0855-3.
5. Курасов, В.С. Молотилка для семенной кукурузы / В.С. Курасов, В.С. Кравченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1997. – № 11. – С. 10.
6. Жалнин, Э.В. Расчет основных параметров зерноуборочных комбайнов с использованием принципа гармоничности их конструкции : монография / Э.В. Жалнин. – М. : ГНУ ВИМ, 2011. – 104 с.
7. Вольвак, С.Ф. Проектирование и исследование технологических процессов животноводческих предприятий : монография / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий [и др.]. – Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. – 475 с.
8. Бахарев, Д.Н. Научные основы совершенствования технологии поточной обработки кукурузы в початках : монография / Д.Н. Бахарев, А.Г. Пастухов, С.Ф. Вольвак [и др.]. – п. Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. – 188 с.
9. Pastukhov, A.G. Method of diagnostics of cardan joints transport and technological machines / A.G. Pastukhov, E.P. Timashov // Traktori i pogonske mašine. – 2013. – Vol. 18. – № 2. – P. 29–35.
10. Пастухов, А.Г. Технология термометрического неразрушающего контроля агрегатов механических трансмиссий / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // Агроинженерия. – 2020. – № 2 (96). – С. 33–39. – DOI 10.26897/2687-1149-2020-2-33-39.

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ

**Попкова Е.В.**

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. Императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Возможности развития предприятий агропромышленного комплекса на прежней технической базе в настоящее время не приносят ожидаемых результатов, что вызывает необходимость внедрения современных технологий в области управления, построенных на цифровых моделях организации сельскохозяйственного производства [1, 7, 8].

Стратегия развития агропромышленного комплекса должна включать реализацию процесса системной интеграции используемых компьютерных средств, информационных и коммуникационных технологий, использование инструментов цифровой экономики в решении задач, стоящих перед агропромышленным комплексом. Основные вопросы внедрения цифровых технологий представлены в программе «Развитие Цифровой экономики в России. Программа до 2035 года» [2, 9].

На современном этапе развитие цифровизации становится возможным благодаря расширению автоматизации существующих производственных процессов, внедрению принципиально новых технологий, а также применению инструментов цифровой экономики при решении различных производственных и технологических задач [3], к числу которых относятся:

- инновационные методы в сельском хозяйстве с использованием новейших технологий [4];
- спутниковые системы навигации и контроля;
- системы наблюдений за состоянием объектов в растениеводстве и животноводстве;
- специальные технические средства и вспомогательное оборудование, предназначенные для повышения производительности труда в сельском хозяйстве [5];
- специализированные базы данных для обеспечения управления АПК (программного, аппаратного и информационного);
- углубленная аналитика больших массивов данных;
- интеллектуальная функция самодиагностики.

Активное внедрение цифровых технологий в агропромышленном производстве способствует оптимизации землепользования, снижению затрат на производство сельскохозяйственной продукции, повышению производительности труда на сельскохозяйственных предприятиях; улучшению уровня жизни работников.

С учетом оптимизации расходов и рациональному распределению имеющихся ресурсов (финансовых и материальных), реализация цифровой экономики на основе использования комплексного подхода позволит снизить затраты

практически на 20%, повысить эффективность сельскохозяйственного производства на 40% [6].

Развитие цифровой экономики в аграрной сфере способствует также увеличению количества инвестиций в АПК, что позволит снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции и привлечь новых бизнес-партнеров в данную сферу.

Таким образом, цифровизация национального аграрного сектора способствует повышению конкурентоспособности производимой продукции и эффективности его функционирования на основе формирования новой рыночной среды в рамках технических и методологических преобразований во всех сферах производства.

### Список литературы

1. Попкова Е.В. Цифровые технологии в развитии сельскохозяйственного производства // Теория и практика инновационных технологий в АПК. Материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж, 2022. С. 470–475.
2. Развитие Цифровой экономики в России. Программа до 2035 года. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://innclub.info/wp-content/uploads/2017/05/strategy.pdf>.
3. Оборин М.С. Цифровые инновационные технологии в сельском хозяйстве // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 82–92.
4. Попкова Е.В. Инновации как фактор устойчивого развития АПК // Управление инновационным развитием агропродовольственных систем на национальном и региональном уровнях. Материалы III Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 170–173.
5. Бобрышева Н.В., Китаев Ю.А. Перспективы развития инновационной активности в АПК // Современные проблемы экономики АПК и их решение. Белгород, 15 октября 2021 года. Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. С. 170–174.
6. Минеева Н.Н. Цифровизация в сельском хозяйстве // Бизнес. Образование. Право. 2022. № 1 (58). С. 115–118.
7. Систематизация составляющих цифровой экономики в современной рыночной среде / А.В. Мешков [и др.] // Инновационные перспективы Донбасса, 2020. – С. 186–190.
8. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства / В.Е. Торилов, В.А. Погоньшев, Д.А. Погоньшева, Г.Е. Дорных // Вестник Курской ГСХА. 2020. № 9. С. 6–13.
9. Жукова, М.А. Перспективы цифровой трансформации сельского хозяйства / М.А. Жукова, А.В. Улезько ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. – 179 с. – ISBN 978-5-7267-1213-0. – EDN NMSZED.

## **ИНФОРМАЦИОННО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ БРЕНДА МОЛОЧНЫХ ЗАВОДОВ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Смоленская А.С., Ломазова В.И.**  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия  
ФГАОУ НИУ БелГУ, Белгород, Россия

Стратегическое планирование деятельности предприятий агропромышленного комплекса (АПК) невозможно без проведения продуктового маркетинга рынка сельскохозяйственной продукции, включая брендинг.

Брендинг является неотъемлемой частью любого успешного бизнеса. В частности, брендинг актуален для молочных заводов, где с каждым годом обостряется конкуренция. Бренд оказывает сильное влияние на потребителя, так как вызывает у него определенные ассоциации и эмоции, которые могут, как стимулировать покупку, так и наоборот, если у потребителя уже был неудачный опыт с определенным брендом [1].

Брендинг представляет собой сложный маркетинговый процесс, который включает в себя следующие основные этапы:

- анализ рынка и определение потенциальных потребителей;
- разработка стратегии управления трендом;
- создание имиджа бренда;
- продвижение бренда;
- мониторинг и анализ эффективности бренда.

В настоящее время на 2023 год на территории Российской Федерации действует более 5 тысяч организаций, занимающихся производством молочной продукции. Из них около 50% составляют предприятия, относящиеся к малым предприятиям и микропредприятиям [2].

Белгородская область входит в ТОП-100 производителей сырого молока. На территории Белгородской области расположено 7 предприятий, являющихся крупными предприятиями по производству молока: ГК «Эфко» (17,78% регионального производства), ГК «Авида» (15,4%), ОАО «Самаринское» (6,0%), ГК «Томмолоко» (5,26%), ООО ГК «Агро-Белогорье» (4,3%), СПК «Колхоз им. В.Я. Горина» (3,84%) и ООО «Белгранкорм» (3,27%). Совокупная доля этих предприятий на российском рынке составляет 55,8%.

Таким образом, Белгородскую область можно отнести к лидерам производства молока в России. Статистика за 2022 год свидетельствует о том, что молочная продукция, произведенная в Белгородской области, пользуется большой популярностью у потребителей. К такому выводу можно прийти, проанализировав показатели за последние два года, согласно которым производство сырого молока в 2022 году увеличилось почти на 15% по сравнению с аналогичным периодом 2021 года. Рост молочной продукции произошел в основном за счет работы белгородских холдингов и крупных сельских хозяйств.

В условиях жесткой конкуренции на рынке молочной продукции особая роль отводится формированию бренда. К сожалению, в настоящее время молочные заводы, относящиеся к малому и среднему сегменту, не имеют четкого алгоритма, который позволил бы сформировать эффективный бренд. Для создания и реализации такого алгоритма необходимо соответствующее информационное обеспечение.

Информационно-алгоритмическое обеспечение формирования брендов молочных заводов должно включать следующие подсистемы:

- информационная подсистема, обеспечивающая хранение и обработку данных относительно характеристик молочной продукции, а также результаты маркетинговых исследований [3], включая статистические данные [4];

- алгоритмическая подсистема, содержащая программно реализованные процедуры и алгоритмы планирования маркетинговых исследований и брендинга [5];

- дружественный интеллектуальный интерфейс, поддерживающий работу маркетолога, а также связывающий информационную систему формирования бренда с другими корпоративными информационными системами молочного завода [6].

Использование специализированного информационного обеспечения делает доступным брендинг своей молочной продукции не только крупным агрохолдингам, но и средним и малым сельскохозяйственным предприятиям, включая фермерские хозяйства [7, 8, 9].

#### Список литературы

1. Яненко М.Б., Миронова Л.А. Теоретические основы брендинга, ориентированного на идентичность: рыночный и ресурсный подходы к брендингу // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 12 (114). – С. 278–280.

2. Аничин В.Л., Чугай Д.Ю. Совершенствование межотраслевых взаимодействий в молочно-продуктовом подкомплексе. – Белгород : БелГАУ, 2011. – 213 с.

3. Ломазов В.А., Ломазова В.И. Информационное представление моделей взаимосвязанных организационно-технологических процессов // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1–2. – С. 337–338.

4. Голованова Е.В. Основы математической статистики. – Белгород, 2008. – 72 с.

5. Голованова Е.В., Пахомова Л.Д. Управление параметрами эффективности производства с использованием математических методов планирования // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения. – Белгород : БелГАУ, 2009. – С. 207–208.

6. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем. – Белгород : БУКЭП, 2017. – 99 с.

7. Миронов А.Л. Информационно-коммуникационные технологии в работе фермеров // Проблемы и решения современной аграрной экономики: XXI МНПК. – п. Майский : БелГАУ, 2017. – С. 119–120.

8. Региональный молочно-сырьевой подкомплекс АПК: состояние и проблемы регулирования / О.С. Фомин, О.Н. Пронская, К.Б. Жилинкова [и др.]. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – 168 с.

9. Строкова Е.А., Меньшова Е.В., Барсукова Н.В. Основные пути интенсификации отрасли молочного скотоводства // Проблемы развития современного общества: сборник научных статей 5-й Всероссийской научно-практической конференции. Курск, 2020. С. 168–174.

## **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**Хмелев Д.В., Улезько А.В.**

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Развитие средств вычислительной техники и информационных технологий обусловили новый вектор модернизации технико-технологической базы сельскохозяйственных производителей и организационно-экономического механизма управления их развитием, а высокие темпы цифровизации системы общественного производства создали объективные предпосылки цифровой трансформации как производственных систем и подсистем управления агро-экономических систем различного уровня, так и всего сельского хозяйства как отрасли общественного производства [1-3, 5, 11].

Масштабность и глубина процессов цифровой трансформации обуславливают необходимость ее рассмотрения как специфической модели инновационного развития агроэкономических систем всех уровней, обладающей следующими существенными характеристиками:

- процессы цифровизации затрагивают не только производительные силы, но и систему производственных отношений;
- технологический базис процессов цифровой трансформации составляют цифровые платформы, обеспечивающие интеграцию задач цифрового развития;
- интеграция экономических субъектов в локализованные и общее информационные пространства осуществляется посредством цифровых экосистем;
- эффективность процессов трансформации определяется наличием адекватной стратегии цифровизации и комплексностью внедрения цифровых технологий;
- успешное решение задач цифровой модернизации возможно лишь при достижении экономическими субъектами определенного уровня технико-технологического развития и наличия адекватной информационной инфраструктуры;
- переход на модель цифровой трансформации порождает совокупность как положительных, так и отрицательных эффектов, создавая не только условия роста эффективности производства, но и повышая уровень рисков и снижая устойчивость агроэкономических систем и др.

Следует отметить, что цифровая трансформация может рассматриваться как эволюционный этап развития системы общественного производства, обусловленный направлением научно-технического прогресса и развитием технических средств реализации информационных технологий.

Современный этап информатизации сельского хозяйства можно охарактеризовать как этап преодоления хаотизации взглядов на цифровое развитие от-

расли, а также попытки создания и реализации цифровых платформ и отказа от программных средств и комплексов, ориентированных на эффективное решение узких организационно-экономических, управленческих и технологических задач, но слабо интегрированных друг с другом.

В системе перспективных направлений цифровизации системы аграрного производства особое место отводится развитию технологий искусственного интеллекта, позволяющих обеспечить процесс имитации когнитивных функций людей, в т.ч. способность к самообучению и поиску решений без использования заранее заданных алгоритмов, и генерировать результаты сопоставимые по своему уровню и качеству с результатами умственной деятельности людей [4, 6-10]. Эти технологии включают в себя, в первую очередь, технологии машинного (компьютерного) зрения, обработки информации, представленной на естественных языках, распознавания и синтеза человеческой речи, интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений, разработки «сильного» искусственного интеллекта.

В настоящее время цифровых решений, разработанных с использованием технологий искусственного интеллекта и готовых к внедрению в хозяйствующих субъектах агропродовольственного комплекса пока нет, но ведутся активные исследования по самым разным направлениям, связанным с созданием средств их реализации (нейронных сетей и экспертных систем, эволюционных и генетических алгоритмов, формальной и нечеткой логики, и др.).

#### Список литературы

1. Агибалов А.В., Запорожцева Л.А. Цифровое сельское хозяйство: от федерального проекта к региональным решениям // Политэкономические проблемы развития современных агроэкономических систем: сб. науч. стат. 4-й Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж : ВГАУ, 2019. С. 87–89.
2. Жукова М.А., Улезько А.В. Перспективы цифровой трансформации сельского хозяйства : монография. Воронеж : ВГАУ, 2021. 179 с.
3. Кононова Н.Н., Улезько А.В., Курносоев А.П. Техничко-технологическое обеспечение развития экономических систем // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12. № 3 (62). С. 114–123.
4. Мишуров Н.П., Чавыкин Ю.И., Моторин О.А. Цели и задачи искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // Управление рисками в АПК. 2021. № 3 (41). С. 39–49.
5. Наседкина Т.И., Черных А.И. Цифровизация в системе управления предприятиями аграрной сферы // АПК: экономика, управление. 2022. № 9. С. 73–82.
6. Пекшеева А.Э. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России. 2022. № 1. С. 797–802.
7. Пири С. Перспективы и возможности использования искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // Аграрное образование и наука. 2021. № 4. С. 12.
8. Свецкий А.В. Применение искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // Сельское хозяйство. 2022. № 3. С. 1–12.
9. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства / В.Е. Ториков, В.А. Погоньшев, Д.А. Погоньшева, Г.Е. Дорных // Вестник Курской ГСХА. 2020. № 9. С. 6–13.
10. Желудева Ю.В. Роль цифровизации сельскохозяйственного производства в развитии зернового комплекса / Ю.В. Желудева, О.В. Петрушина, Д.И. Жилияков // Материалы X Международной научно-практической конференции Глобальные проблемы модернизации национальной экономики. Отв. редактор А.А. Бурмистрова [и др.]. Тамбов. – 2021. – С. 215–221.
11. The use of modern robotic systems in the agro-industrial complex / I.G. Shashkova, L.V. Romanova, M.V. Kupriyanova, L.V. Cherkashina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Yekaterinburg, 15–16 октября 2021 года. Yekaterinburg, 2022. P. 012024.

## НЕОБХОДИМОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЦИФРОВИЗАЦИИ В АПК

**Челышева Д.Н.**

ФГБОУ ВО «Вавиловский университет» Минсельхоза России,  
г. Саратов, Россия

Цифровизация – это новый этап автоматизации и информатизации экономической деятельности и государственного управления, процесс перехода на цифровые технологии, в основе которого лежит не только использование для решения задач производства или управления информационно-коммуникационных технологий, но также накопление и анализ с их помощью больших данных в целях прогнозирования ситуации, оптимизации процессов и затрат, привлечения новых контрагентов и т.д.; процесс, изменяющий модели ведения бизнеса, поведение потребителей, роль человека в производственных процессах, организацию производства и работу органов власти.

Цифровые технологии в настоящее время напрямую влияют на качество работ, сроки принятия решений, снижение издержек, а, в конечном счете, на прибыль компании [1].

В настоящее время АПК входит в число отраслей, подлежащих цифровой трансформации, однако по уровню внедрения IT-решений он пока отстает от других направлений экономики. Среди причин – медленное обновление законодательства (например, в части использования беспилотников), слабый уровень телекоммуникаций, в том числе устойчивого интернета на сельских территориях, отсутствие полигонов и опытно-производственных хозяйств для апробации новых технологий, отсутствие мер господдержки для перехода на цифровые технологии, дефицит квалифицированных кадров. В настоящее время в России нет единого цифрового ресурса, содержащего информацию о землях, в том числе сельскохозяйственных, недвижимости, лесных, водных и других объектах. И поэтому, как можно быстрее, необходимо создать Единую электронную картографическую основу в стране [2].

Основные задачи, требующие решения для цифровой трансформации отрасли:

— повышение эффективности мер государственной поддержки за счет сокращения издержек и сроков при предоставлении государственной поддержки, разработка актуальных направлений государственной поддержки, стимулирующих рост продаж продукции агропромышленного комплекса;

— стимулирование внедрения цифровых технологий в производственные процессы предприятий агропромышленного комплекса, в том числе за счет государственной поддержки;

— повышение эффективности межхозяйственного взаимодействия предприятий агропромышленного комплекса и взаимодействия с государством;

— повышение эффективности управления в агропромышленном комплексе за счёт внедрения сквозных цифровых технологий;

— создание технологий, позволяющих получить, проверить, структурировать, обобщить и проанализировать достоверные и актуальные данные о состоянии агропромышленного комплекса, необходимые для принятия обоснованных и своевременных управленческих решений;

— создание технологий и сервисов, упрощающих доступ предприятий агропромышленного комплекса к кредитным и страховым продуктам;

— внедрение принципов единой системы идентификации и аутентификации, ведение цифрового профиля предприятий агропромышленного комплекса.

Первым этапом комплекса мероприятий станет создание государственной информационной системы в сфере агропромышленного комплекса автономного округа (ГИС АПК), автоматизирующей предоставление мер государственной поддержки:

— подача заявок на получение мер государственной поддержки и отчетов в электронной форме (с возможностью отслеживания статуса рассмотрения);

— ведение цифрового профиля получателя мер государственной поддержки;

— оперативный мониторинг основных показателей отрасли.

Антироссийские санкции, по-прежнему оказывают влияние на работу АПК. Россия по некоторым позициям зависит от импорта (семена, оборудование, запчасти, средства защиты растений, ветеринарные препараты, вакцины, кормовые добавки). Российские производители сегодня находят новых поставщиков, но при этом логистика и сроки доставки товаров, оборудования и комплектующих значительно увеличились. Снижение доходности у производителей зерновых культур также может сказаться на дальнейшем поступательном развитии АПК.

2022 год для аграриев был по-настоящему «неординарным». С одной стороны, рекордные урожаи зерновых и масличных культур, с другой стороны, низкие цены на продукцию на фоне серьезно возросших затрат на ее производство [3]. Недостаточная энерговооруженность, отсутствие специализированной техники, особенно в семеноводстве, нехватка мощностей для хранения будущего урожая с учетом переходящих остатков зерна к началу уборки 2023 года, административные барьеры и, конечно, непредсказуемые погодные условия могут также оказать влияние на работу АПК в этом году.

#### **Список литературы**

1. Джавадова С.А., Молчанова Л.А. Инновационные технологии в основе устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса / С.А. Джавадова, Л.А. Молчанова // Журнал прикладных исследований. 2021. – № 2. – С. 46–54.

2. Инновационное развитие предприятий агропромышленного сектора: монография / Л.А. Молчанова, Д.П. Кравченко. – Белгород : БелГАУ, 2021. – 260 с.

3. Министерство сельского хозяйства РФ [Официальный интернет-портал]. URL: <http://www.mcsx.ru>.

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА В ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ АГРАРНОГО СЕКТОРА**

**Шевченко М.Н., Барсукова Ю.В.**

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный аграрный университет»,  
г. Луганск, ЛНР, Россия

Цифровизация определяется новым трендом мировой экономики. Основой цифровой экономики становится информационная экономика, основанная на информационно-телекоммуникационной инфраструктуре, и обеспечивает доступ и внедрению цифровых и информационных навыков их во все сферы жизнедеятельности (экономику, сельское хозяйство, производство, образование, торговлю, менеджмент и т.д) [1, 6, 8].

В настоящее время предприятия агропромышленного комплекса уделяют все больше внимания цифровым технологиям, поэтому важно оценить, какие перспективы ждут это направление и какие последствия может вызвать не просто внедрение цифровых технологий в сельскохозяйственное производство, но также замену традиционных технологий цифровыми [2, 7].

В условиях растущей конкуренции на внешних рынках инновационная деятельность в аграрной сфере невозможна без внедрения цифровых технологий. Министерством сельского хозяйства РФ был разработан отраслевой проект «Цифровое сельское хозяйство», который представляет собой комплекс мероприятий по внедрению цифровых аграрных технологий, нацеленный на удвоение роста производительности труда в сельском хозяйстве [3].

К ряду препятствий развитию цифровой экономики можно отнести низкий уровень безопасности и доверия пользователей Интернета в цифровой экономике, высокий риск информационных и кибератак, несовершенство системы антивирусного оснащения, а также сравнительно незначительную долю инвестиций в цифровую инфраструктуру.

Можно выделить ряд проблем в предприятиях аграрного сектора, связанных с переходом к цифровизации. Во-первых, использование устаревшего оборудования и технологий, в частности в малых и средних сельскохозяйственных предприятиях, что в свою очередь снижает их конкурентоспособность на внутреннем рынке. Во-вторых, отсутствие необходимых ресурсов для внедрения современного оборудования и техники в малых сельскохозяйственных предприятиях. В-третьих, доступ к специализированным информационным ресурсам, где можно получить необходимую информацию по оптимизации своей деятельности, для малых предприятий практически отсутствует.

В-четвертых, на рынке производителей сельскохозяйственного технологического оборудования представлено несколько компаний, предлагающих собственные платформы для обработки и анализа данных.

Как следствие, пользователь вынужден овладевать несколькими платформами одновременно. В-пятых, существующие меры государственной и регио-

нальной поддержки аграрного сектора не имеют целевой направленности на внедрение передовых технологий в деятельности именно малых и средних предприятий. С целью решения определенных проблем предложена модель цифровой платформы для аграрного сектора, которая позволит привлечь к процессу цифровой трансформации все малые и средние предприятия за счет:

- точечных средств поддержки малых и средних предприятий аграрного сектора. То есть, чем технологичнее использование оборудования, тем больше объемы информации и более качественные данные, которые передаются на цифровую платформу, а имеющаяся информация о бизнес-процессах способствует быстрому принятию решений по дальнейшему развитию;

- качественной информации о состоянии земельных угодий, посевов, транспорта и прочего, в основе которой агрегированы данные различных источников (данные дронов и т.п.);

- возможности внедрения технологического оборудования в деятельность сельхозпредприятий.

Реализация предложенной авторами модели цифровой платформы позволит существенно ускорить процесс цифровой трансформации сельскохозяйственного производства, что в конечном итоге укрепит позиции малых и средних сельскохозяйственных производителей на внутреннем и международном рынках.

#### Список литературы

1. Шевченко М.Н., Барсукова Ю.В., Дробот А.Н. Инновации и цифровизация – ключ к развитию предприятий АПК Луганской Народной Республики // Научный вестник ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный аграрный университет». Луганск : ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ. 2021. № 3 (12). 408 с.

2. Кравченко Д.П., Китаёв Ю.А. Цифровизация аграрного производства Белгородской области: современное состояние и проблемы // Актуальные проблемы и перспективы инновационной агроэкономики. Сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. 2020. С. 189–194.

3. Пак З.Ч. К вопросу о цифровой трансформации российской экономики // Роль науки в удвоении валового регионального продукта. Материалы XXV Международной научно-производственной конференции. Майский, 2021. С. 257–258.

4. Дутов А.И., Миронов А.Л., Косов А.Л., Пузанова Л.А. Использование ресурсов сети интернет в работе сельских предпринимателей: учебное пособие. – Белгородский ГАУ, 2021. – 156 с.

5. Гончаров В.Н., Барсукова Ю.В., Долгошеев А.В. Влияние цифровизации и информационных технологий на конкурентоспособность предприятий агропромышленного комплекса // Научный журнал «Торговля и рынок». Донецк : ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 2022. – № 2 (62). – С. 85–92.

6. Ульянова Н.Д., Чирков Е.П. Цифровизация аграрного производства в Брянской области // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 9. С. 52–58.

7. Водолазская Н.В., Шарая О.А. Обеспечение эффективных решений развития инновационной деятельности предприятия // Ресурсосбережение. Эффективность. Развитие: Материалы научно-практической конференции. – Донецк : ДонНТУ, 2022. – С. 276–283.

8. Жукова, М.А. Концептуальный подход к формированию цифровой платформы агропродовольственного комплекса / М.А. Жукова, А.В. Улезько // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 13, № 4 (67). – С. 238–250. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2020.4.238. – EDN LPZZGK.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АГРОБИЗНЕСЕ

|  |    |
|--|----|
| <i>Андреев А.Н.</i><br>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....   | 2  |
| <i>Артамонов Е.И., Артамонова О.А.</i><br>ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОСЕВА АМАРАНТА<br>МЕТЕЛЬЧАТОГО В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....                                  | 4  |
| <i>Артамонова О.А., Котов Д.Н.</i><br>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫСЕВА БОБОВЫХ ТРАВ<br>ЗАМОЧЕННЫМИ СЕМЕНАМИ.....   | 6  |
| <i>Аюгин Н.П.</i><br>РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ<br>РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВ.....  | 8  |
| <i>Аюгин Н.П.</i><br>ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВ.....  | 10 |
| <i>Ужик В.Ф., Китаёва О.В., Бабешко Ю.С.</i><br>ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ПУЛЬСАТОРА АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА.....  | 12 |
| <i>Байрамов Р.З.</i><br>АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РАБОТЕ<br>КОНВЕЙЕРНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ.....   | 14 |
| <i>Бахарев Д.Н.</i><br>К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКЦИИ СЕЛЕКЦИОННОЙ МОЛОТИЛКИ КУКУРУЗЫ.....  | 16 |
| <i>Борозенцев В.И.</i><br>К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С УПРАВЛЯЕМЫМ<br>РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ.....   | 18 |
| <i>Борозенцев В.И.</i><br>К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДВИЖНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДОЕНИЯ КОРОВ<br>ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ТИПА «МОЛОКОПРОВОД».....                                    | 20 |
| <i>Вдовкин С.В., Сечин А.В.</i><br>ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОРОН С КОЛЬЦЕВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ.....   | 22 |
| <i>Водолазская Н.В.</i><br>ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ВИДОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....   | 24 |
| <i>Горячкина И.Н.</i><br>ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ<br>В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....   | 26 |
| <i>Давыдова Х.Ю., Ерзамаев М.П., Петухов С.А.</i><br>ВНУТРЕННЯЯ И ВНЕШНЯЯ СТРУКТУРЫ МАШИНЫ.....  | 28 |
| <i>Добрицкий А.А.</i><br>ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СЕКЦИЙ СУШИЛКИ СЕМЯН<br>БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР.....  | 30 |
| <i>Борозенцев В.И., Жерновой М.Е.</i><br>К РАЗРАБОТКЕ И ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА<br>ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ.....   | 32 |
| <i>Исаева С.Д., Кужанбаев Р.М., Ерзамаев М.П.</i><br>УЧЕТ СОЛОМИСТОСТИ ХЛЕБНОЙ МАССЫ ПРИ ОЦЕНКЕ РАБОТЫ<br>ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ.....  | 34 |
| <i>Казаков К.В.</i><br>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ЖОМА.....  | 36 |
| <i>Калинин А.Б., Теплинский И.З., Немцев И.С.</i><br>МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭРОЗИОННЫХ<br>ПРОЦЕССОВ В ПОЧВЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СТОЛОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ..... | 37 |
| <i>Колесников А.С.</i><br>СМЕСИТЕЛЬ-ДОЗАТОР АГРЕССИВНЫХ ЖИДКОСТЕЙ.....   | 39 |
| <i>Колесников А.В., Шабашев А.В.</i><br>ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА СЕЯЛКИ ПРЯМОГО ПОСЕВА.....  | 41 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Коновалов А.Г., Коновалов В.И.</b><br>РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВЫКОПОЧНОЙ<br>МАШИНЫ ДЛЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА.....             | 43 |
| <b>Котов Д.Н., Крючин Н.П.</b><br>АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ<br>ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР.....   | 45 |
| <b>Крючин Н.П., Вдовкин С.В.</b><br>РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОСЕВНЫХ МАШИН<br>УНИВЕРСАЛИЗАЦИЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВЫСЕВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ..... | 47 |
| <b>Макаренко А.Н.</b><br>РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УДАЛЕНИЯ СОРНЯКОВ.....  | 49 |
| <b>Максименко А.А., Сайфетдинов А.Р.</b><br>ПРИМЕНЕНИЕ ДРОНОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЦЕЛЯХ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ<br>АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....  | 51 |
| <b>Мартынов Е.А.</b><br>АДАПТИВНЫЙ МАНИПУЛЯТОР ДОЕНИЯ.....  | 53 |
| <b>Мачкарин А.В., Рыжков А.В.</b><br>ВЫРАЩИВАНИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР.....  | 55 |
| <b>Неменуцкая Л.А.</b><br>ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА.....  | 57 |
| <b>Пащенко В.М., Пустовалов А.П., Фатьянов С.О., Мишина Т.О.</b><br>ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ.....                    | 59 |
| <b>Поляков Г.Н., Аникиенко Н.Н., Самусик Г.С., Савченко С.А.</b><br>РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИЙ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЯЛКИ СЗМ-400.....                                   | 61 |
| <b>Припоров И.Е.</b><br>МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ ДВУХТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ<br>ТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ.....   | 63 |
| <b>Ринас Н.А.</b><br>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРКИ ПШЕНИЦЫ.....  | 64 |
| <b>Рыжков А.В., Мачкарин А.В.</b><br>ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬЧИРУЮЩИХ ДИСКОВ НА СТЕРНЕВЫХ КУЛЬТИВАТОРАХ.....   | 66 |
| <b>Рыжков А.В.</b><br>МУЛЬЧИРОВЩИК С КОЛЬЦЕВЫМИ ДИСКАМИ.....  | 68 |
| <b>Савельев Е.А., Сахнов А.В.</b><br>РАЗРАБОТКА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ СЕВА<br>ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР.....                                 | 70 |
| <b>Саенко Ю.В.</b><br>СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА.....  | 72 |
| <b>Сазонов Д.С., Ерзамаев М.П., Артамонов Е.И.</b><br>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВЕННЫХ КОМКОВ.....  | 74 |
| <b>Семернина М.А.</b><br>ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА.....  | 76 |
| <b>Слободскова А.А., Латышенок Н.М., Семина Е.С.</b><br>ПЕРСПЕКТИВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЕМЕННОГО ЗЕРНА.....                                    | 78 |
| <b>Слободскова А.А., Семина Е.С., Максименко О.О.</b><br>СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СМЕСИТЕЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ.....                              | 80 |
| <b>Смелик В.А., Новиков М.А., Бронштейн А.Я.</b><br>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР<br>ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ.....            | 82 |
| <b>Тетерина О.А., Тетерин В.С.</b><br>ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ<br>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....               | 84 |
| <b>Трофимов Р.В.</b><br>ПРИМЕНИМОСТЬ ШНЕКОВОГО И СПИРАЛЬНОГО ДОЗАТОРОВ<br>ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ КОМБИКОРМА.....   | 86 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Фатьянов С.О., Морозов А.С., Пустовалов А.П.</b><br>ПРИМЕНЕНИЕ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОЙ<br>И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ..... | 88 |
| <b>Ханнанова А.Х., Ерзамаев М.П., Артамонов Е.И.</b><br>ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ.....   | 90 |
| <b>Чехунов О.А.</b><br>ДОИЛЬНЫЕ РОБОТЫ.....   | 92 |
| <b>Широков М.С.</b><br>УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА.....  | 94 |
| <b>Юдина Е.М.</b><br>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЯ ПШЕНИЦЫ.....  | 96 |

## ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

|  |     |
|--|-----|
| <b>Аристов Д.А., Молочников Д.Е., Яковлев С.А.</b><br>ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ.....  | 98  |
| <b>Артамонов Е.И., Ерзамаев М.П.</b><br>ФАБО ОБРАБОТКА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВС<br>ИННОВАЦИОННЫМ ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ.....                         | 100 |
| <b>Аюгин Н.П., Романов Д.Б.</b><br>ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СОСТАВОВ ПРИ РАЗБОРКЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....   | 102 |
| <b>Аюгин Н.П.</b><br>РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ<br>РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВ.....  | 104 |
| <b>Балабуев К.А., Кравцов М.М., Гужин И.Н.</b><br>АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА.....  | 106 |
| <b>Батырев Е.С.</b><br>ЭЛЕКТРОИСКРОВОЕ УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ<br>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....   | 108 |
| <b>Бережная И.Ш.</b><br>АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ<br>ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ.....  | 110 |
| <b>Болотина М.Н., Голубев И.Г., Гольяпин В.Я.</b><br>ПРИМЕНЕНИЕ БИОМИНЕРАЛЬНОГО ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЯХ.....   | 112 |
| <b>Бондарев А.В., Титова И.И., Цыпкина И.В.</b><br>СПОСОБЫ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....  | 114 |
| <b>Букат М.Г.</b><br>РЕМОНТ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ-740.....   | 116 |
| <b>Овчинникова Н.И., Быкова М.А.</b><br>ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОЙ<br>ЭКСПЛУАТАЦИИ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА..... | 118 |
| <b>Водолазская Н.В.</b><br>НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ<br>И РЕМОНТУ ОБОРУДОВАНИЯ.....                                     | 120 |
| <b>Гужин И.Н., Приказчиков М.С.</b><br>ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА.....   | 122 |
| <b>Гужин И.Н., Приказчиков М.С., Сазонов Д.С.</b><br>ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ЩЕЛОЧНОГО ЧИСЛА РАБОТАЮЩЕГО<br>МОТОРНОГО МАСЛА.....                     | 124 |
| <b>Додонов Д.А., Молочников Д.Е.</b><br>МАСЛООБМЕН В СИСТЕМЕ СМАЗКИ ДВС.....   | 126 |
| <b>Жильцов С.Н., Черкашин Н.А., Артамонов Е.И.</b><br>ОЦЕНКА СВОЙСТВ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ.....  | 128 |
| <b>Жильцов С.Н., Черкашин Н.А., Артамонов Е.И.</b><br>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРАБОТКИ ПАР ТРЕНИЯ.....   | 130 |
| <b>Зорина Г.А., Молочников Д.Е.</b><br>КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ.....  | 132 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Кадин И.Н., Бондарев А.В.</b><br>РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ<br>НОЖЕЙ КОРМОСМЕСИТЕЛЯ.....  | 134 |
| <b>Карпушина Д.С., Корнякова М.С., Гужин И.Н.</b><br>РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ<br>БЕНЗИНОВ ЭКСПРЕСС-МЕТОДАМИ.....               | 136 |
| <b>Кнюров А.А., Морозов А.В.</b><br>ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕННОГО УЧАСТКА ДЕТАЛИ.....  | 138 |
| <b>Кнюров А.А., Морозов А.В.</b><br>ТЕПЛОНАСЫЩЕНИЕ ДЕФОРМИРУЕМОГО ОБЪЕМА ДЕТАЛИ<br>ПРИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОМ ДОРНОВАНИИ.....                                      | 140 |
| <b>Кнюров А.А., Морозов А.В.</b><br>ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОБЪЕМНОГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДОРНОВАНИЯ<br>НА УВЕЛИЧЕНИЕ НАРУЖНОГО ДИАМЕТРА ПОСАДОЧНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....   | 142 |
| <b>Кнюров А.А., Морозов А.В.</b><br>ОСЕВОЕ УСИЛИЕ ПРИ ОБЪЕМНОМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОМ ДОРНОВАНИИ.....  | 144 |
| <b>Ковалев С.В.</b><br>ХРАНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....   | 146 |
| <b>Ковалев С.В.</b><br>УПРОЧНЕНИЕ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП ПУТЕМ НАПЛАВКИ ВАЛИКОВ.....   | 148 |
| <b>Кравцов М.М., Ерзамаев М.П., Сазонов Д.С.</b><br>ПРИБОРНЫЙ МЕТОД УЧЁТА РАСХОДА ТОПЛИВА.....  | 149 |
| <b>Макаров В.А.</b><br>СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЩЕЛЕВОЙ КОРРОЗИИ<br>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....   | 150 |
| <b>Минасян А.Г., Шарая О.А.</b><br>ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОРМОРАЗДАТОЧНОЙ ЦЕПИ.....   | 152 |
| <b>Мовчан В.Ф., Ратников Е.Н., Кузьмина Т.Н., Стребков С.В.</b><br>ПРОБЛЕМЫ АГРАРНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ.....                             | 154 |
| <b>Мозгунов А.А., Павлюк Р.В.</b><br>К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ.....  | 156 |
| <b>Муравьев К.Е.</b><br>МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ВИБРОСИГНАЛА<br>ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ДИЗЕЛЯ.....  | 158 |
| <b>Николин И.А., Белых К.С.</b><br>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД ОБЪЕКТАМИ<br>АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА И МЕТОДЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ..... | 160 |
| <b>Никоноров И.Е., Морозов А.В.</b><br>НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ.....   | 162 |
| <b>Никоноров И.Е., Морозов А.В.</b><br>ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО НАГРЕВА<br>ПРИ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКЕ.....  | 163 |
| <b>Никоноров И.Е., Морозов А.В.</b><br>ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД<br>ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ.....                          | 165 |
| <b>Новиков М.А., Рожков А.С., Алдохина Н.П.</b><br>МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО<br>СОСТОЯНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ УБОРОЧНЫХ МАШИН.....  | 167 |
| <b>Новицкий А.С.</b><br>СОВРЕМЕННЫЙ ТВЕРДОСПЛАВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ СО СМЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ.....   | 169 |
| <b>Паутов И.С., Молочников Д.Е.</b><br>К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МТА НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ РАБОТ....  | 170 |
| <b>Перцев С.Н.</b><br>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРОНАВЕСНОЙ<br>СИСТЕМЫ ТРАКТОРА.....   | 172 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Пластинин Д.А., Бондарев А.В.</b><br>О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ РАЗЪЕМНЫХ ЗАЩИТНЫХ ЧЕХЛОВ ШАРНИРОВ<br>РАВНЫХ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ.....  | 174 |
| <b>Полюдов Г.Ю., Балабуев К.А., Ерзамаев М.П.</b><br>МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ШАТУННЫХ ПОДШИПНИКОВ ДИЗЕЛЯ.....   | 175 |
| <b>Порицкий В.М., Новицкий А.С.</b><br>О ПОВЫШЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ<br>КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ.....  | 176 |
| <b>Приказчиков М.С., Гужин И.Н., Иванов Д.А.</b><br>АНАЛИЗ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ.....  | 178 |
| <b>Приказчиков М.С., Кужанбаев Р.М., Полюдов Г.Ю.</b><br>АНАЛИЗ МОЮЩИХ СВОЙСТВ АВТОШАМПУНЕЙ.....  | 180 |
| <b>Рембалович Г.К.</b><br>ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ.....  | 182 |
| <b>Романченко М.И.</b><br>УРАВНЕНИЯ БАЛАНСОВ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА В ВЕДОМОМ РЕЖИМЕ НА ОСНОВЕ<br>ЛИНЕЙНЫХ И УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ТОЧЕК БЕГОВОЙ<br>ДОРОЖКИ ШИНЫ И КОЛЕСА..... | 184 |
| <b>Романченко М.И.</b><br>ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ШИНЫ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА<br>НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРОВ РАДИАЛЬНОГО ПРОГИБА ШИНЫ.....  | 186 |
| <b>Сазонов Д.С., Ерзамаев М.П., Гужин И.Н.</b><br>КОНСЕРВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ЗАЩИТЫ<br>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....                                     | 188 |
| <b>Сахнов А.В., Фоменко Ю.В.</b><br>СПОСОБ РЕМОНТА ГАЙКИ СЛЕСАРНЫХ ТИСКОВ.....  | 190 |
| <b>Скопцова Ю.А., Исаева С.Д., Гужин И.Н.</b><br>АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА ДЛЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....   | 192 |
| <b>Слободюк А.П.</b><br>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕСНОГО ДИСКА ТРАКТОРА.....  | 194 |
| <b>Слободюк А.П., Стребков С.В., Березная И.Ш.</b><br>РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ КОРЗИНЫ ФЕКАЛЬНОГО НАСОСА.....   | 196 |
| <b>Слободюк А.П.</b><br>РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕСНОГО<br>ДИСКА ТРАКТОРА.....   | 198 |
| <b>Соловьев Е.В., Пластинин Д.А.</b><br>ПОВЫШЕНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ТРАКТОРНОГО ТРАНСПОРТНОГО<br>ПРИЦЕПНОГО МТА.....   | 200 |
| <b>Соловьев Е.В.</b><br>3D-ПЕЧАТЬ МЕТАЛЛОМ.....   | 201 |
| <b>Соловьев Е.В.</b><br>ОБКАТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН.....   | 203 |
| <b>Стребков С.В.</b><br>ФАКТОР УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СПОСОБА<br>ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ.....   | 205 |
| <b>Терентьев В.В.</b><br>ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ<br>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....   | 207 |
| <b>Терентьев В.В.</b><br>АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....  | 209 |
| <b>Тимашов Е.П.</b><br>ТРЕНАЖЕР-НОНИУС.....   | 211 |
| <b>Тимашов Е.П.</b><br>ТРЕНАЖЕР-МИКРОМЕТР.....  | 213 |
| <b>Тимашов Е.П.</b><br>ТРЕНАЖЕР-ИНДИКАТОР.....  | 214 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Титова И.И., Порицкий В.М.</b><br>СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ВЫБОР.....   | 216 |
| <b>Тоньшин В.И., Молочников Д.Е.</b><br>БОКОВОЕ ДАВЛЕНИЕ НА СТЕНКИ РЕЗЕРВУАРА.....   | 217 |
| <b>Шабакеев Ю.И., Белых К.С.</b><br>МЕРЫ ПО УЛУЧШЕНИЮ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА УЧАСТКАХ<br>ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК..... | 219 |

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

|  |     |
|--|-----|
| <b>Аюгин Н.П., Романов Д.Б.</b><br>РАЗРАБОТКА ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ.....   | 220 |
| <b>Басарыгина Е.М., Колотыгина Е.А.</b><br>СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ<br>ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА РАСТЕНИЯМИ.....  | 222 |
| <b>Богомолов С.С.</b><br>ОБЛУЧЕНИЕ ТЕПЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СВЕТОДИОДНЫМИ УСТАНОВКАМИ.....  | 224 |
| <b>Бондаренко А.А., Вендин С.В.</b><br>УПРАВЛЕНИЕ МИКРОКЛИМАТОМ НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ....  | 226 |
| <b>Вендин С.В.</b><br>ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ<br>ПРИ СВЧ ОБРАБОТКЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....  | 228 |
| <b>Вольвак С.Ф.</b><br>РАЗВИТИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....   | 230 |
| <b>Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А.</b><br>КОМБИКОРМОВЫЙ АГРЕГАТ.....  | 232 |
| <b>Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А.</b><br>ПОТОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМБИКОРМА.....   | 234 |
| <b>Заболотный В.Н., Вендин С.В.</b><br>УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ<br>НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....   | 236 |
| <b>Карпушина Д.С., Корнякова М.С., Ерзамаев М.П.</b><br>ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ.....   | 238 |
| <b>Латышев А.А., Вендин С.В.</b><br>УПРАВЛЕНИЕ МИКРОКЛИМАТОМ В ПТИЧНИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛОГИЧЕСКОГО<br>КОНТРОЛЛЕРА SIEMENS LOGO 8 СЕРИИ BASIC.....   | 240 |
| <b>Макаров С.М., Вачеланова А.И., Кудряшев Г.С.</b><br>РЕГУЛИРОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ<br>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....   | 242 |
| <b>Малахов А.Н., Вендин С.В.</b><br>АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН<br>ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ СВЧ.....  | 244 |
| <b>Малахов А.Н., Вендин С.В.</b><br>ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ<br>ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕМЯН РАСТЕНИЙ.....   | 246 |
| <b>Мамонтов А.Ю., Вендин С.В., Ульянов Ю.Н.</b><br>ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ КОРПУСА НА ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ<br>В ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ БИОГАЗОВОМ РЕАКТОРЕ.....   | 248 |
| <b>Мануйленко А.Н., Вендин С.В., Лавринова Е.В.</b><br>ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ<br>ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ<br>С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРООЗОНИРОВАНИЯ..... | 250 |
| <b>Мануйленко А.Н., Вендин С.В., Лавринова Е.В.</b><br>ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ ОЗОНОМ.....  | 252 |
| <b>Матвеева А.А., Смирнов Д.О., Фетисова А.И., Васильков А.А.</b><br>РАЗРАБОТКА ТЕПЛООБМЕННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ ПТИЧНИКА.....   | 254 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Пащенко В.М., Пустовалов А.П., Фатьянов С.О., Мишина Т.О.</b><br>ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ<br>ХЛЕБНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ..... | 256 |
| <b>Половнев Г.К., Вендин С.В.</b><br>МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРОВ<br>ВЕТРО-СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....                              | 258 |
| <b>Пустовалов А.П., Фатьянов С.О., Морозов А.С., Пащенко В.М.</b><br>ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ В РЫБОВОДСТВЕ.....                                      | 260 |
| <b>Сингатулин Р.С., Гордеев А.С.</b><br>ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА МОЛОКА.....  | 262 |
| <b>Слободскова А.А., Морозов А.С., Семина Е.С.</b><br>ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД ЛЕЧЕНИЯ МАСТИТОВ У КОРОВ.....  | 264 |
| <b>Соловьёв С.В.</b><br>УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ВТОРИЧНОГО<br>ОБОРУДОВАНИЯ НА ПОДСТАНЦИИ.....                               | 266 |
| <b>Страхов В.Ю., Вендин С.В.</b><br>РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЛИЯНИЮ РЕЖИМОВ УФ-ОБРАБОТКИ<br>НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОИ.....                             | 268 |
| <b>Ульянцев Ю.Н., Вендин С.В.</b><br>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ.....  | 269 |
| <b>Щербатюк М.В.</b><br>АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПО ПРОИЗВОДСТВУ<br>ПОДОВОГО ХЛЕБА.....   | 271 |
| <b>Яковлев А.О.</b><br>ОСОБЕННОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ....   | 273 |

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ АПК

|  |     |
|--|-----|
| <b>Акупиян А.Н.</b><br>ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРЕБУЕТ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ.....  | 275 |
| <b>Аюгин Н.П., Романов Д.Б.</b><br>УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКОЙ.....  | 277 |
| <b>Аюгин Н.П., Романов Д.Б.</b><br>ПРОГРАММИРОВАНИЕ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ.....   | 279 |
| <b>Войтюк В.А., Слинько О.В.</b><br>ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРОМАРКЕТПЛЕЙСОВ В РОССИИ.....   | 281 |
| <b>Голованова Е.В., Чернов В.С.</b><br>РАЗРАБОТКА САЙТА «ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТУРИЗМ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ».....  | 283 |
| <b>Голочалова А.В., Кулумбаев Э.Б.</b><br>ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМЫ ЭРИТРОЦИТА.....  | 285 |
| <b>Голубев И.Г., Гольтяпин В.Я., Болотина М.Н.</b><br>ЦИФРОВИЗАЦИЯ В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА<br>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....        | 286 |
| <b>Гречихин Е.С., Миронов А.Л.</b><br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ<br>ПРИЛОЖЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК..... | 288 |
| <b>Демидов П.В.</b><br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ.....  | 290 |
| <b>Дутов А.И., Миронов А.Л.</b><br>ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК<br>В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ.....   | 292 |
| <b>Загороднев Ю.П.</b><br>ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА В РОССИИ.....  | 294 |
| <b>Иванов Н.И., Германович А.Г., Сямина Е.И.</b><br>РОЛЬ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА ДЛЯ ЕГО<br>УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ.....                           | 296 |

|  |            |
|--|------------|
| <i>Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н., Семернина М.А., Стребков С.В.</i><br>ПРИМЕРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ВЕСА ПТИЦЫ.....                              | 298        |
| <i>Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н., Семернина М.А., Стребков С.В.</i><br>РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В ЗАРУБЕЖНОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ.....                           | 300        |
| <i>Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н., Семернина М.А., Стребков С.В.</i><br>ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСВЕЩЕННОСТИ<br>В ПТИЧНИКАХ.....  | 301        |
| <i>Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н., Семернина М.А., Стребков С.В.</i><br>ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РОССИЙСКОГО ПТИЦЕВОДСТВА:<br>ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ.....     | 303        |
| <i>Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н., Семернина М.А., Стребков С.В.</i><br>ЗАРУБЕЖНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ<br>АВАРИЙНОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ.....       | 305        |
| <i>Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н., Семернина М.А., Стребков С.В.</i><br>ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ ПТИЦЫ.....                             | 307        |
| <i>Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н., Семернина М.А., Стребков С.В.</i><br>ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ.....                            | 309        |
| <i>Кузьмина Т.Н., Кузьмин В.Н., Семернина М.А., Стребков С.В.</i><br>ПРИМЕРЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ ПТИЦЫ ЗА РУБЕЖОМ.....                | 311        |
| <i>Ломазов В.А., Мельников Е.М.</i><br>ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ<br>НА РЫНКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ.....           | 313        |
| <i>Ломазов А.В., Филиппов Л.Б.</i><br>ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ВЫПОЛНЕНИЕМ РЕГИОНАЛЬНЫХ<br>ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ.....          | 315        |
| <i>Миронов А.Л., Миронова Г.В.</i><br>НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АЛГОРИТМОВ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ<br>СИСТЕМ ИНТЕРНЕТА.....                                 | 317        |
| <i>Пастухов А.Г.</i><br>ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК.....  | 319        |
| <i>Попкова Е.В.</i><br>ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ.....  | 321        |
| <i>Смоленская А.С., Ломазова В.И.</i><br>ИНФОРМАЦИОННО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ БРЕНДА<br>МОЛОЧНЫХ ЗАВОДОВ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ..... | 323        |
| <i>Хмелев Д.В., Улезько А.В.</i><br>ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ<br>СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....                         | 325        |
| <i>Чельшева Д.Н.</i><br>НЕОБХОДИМОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЦИФРОВИЗАЦИИ В АПК.....  | 327        |
| <i>Шевченко М.Н., Барсукова Ю.В.</i><br>ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА В ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ<br>АГРАРНОГО СЕКТОРА.....                           | 329        |
| <b>СОДЕРЖАНИЕ.....</b>   | <b>331</b> |

Работы публикуются в авторской редакции.  
Редакционная коллегия не несёт ответственности  
за достоверность публикуемой информации.

**Компьютерная вёрстка: Манохин А.А., Воробьёва Т.Ю.**

Подписано в печать \_\_\_\_\_ Уч.- изд.л. \_\_\_\_  
Усл. печ. л. \_\_\_\_ Тираж \_\_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_  
308503, Белгородская область, Белгородский район, пос. Майский  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ