

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

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

МАТЕРИАЛЫ

Национальной научно-практической конференции
с международным участием, посвященной 45-летию
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
АГРОИНЖЕНЕРИИ В XXI ВЕКЕ»**

(20 ноября 2023 г.)



п. Майский, 2023 г.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

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

МАТЕРИАЛЫ
Национальной научно-практической конференции
с международным участием, посвященной 45-летию
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
АГРОИНЖЕНЕРИИ В XXI ВЕКЕ»**

(20 ноября 2023 г.)

п. Майский, 2023 г.

УДК 631.17+631.3+004(063)

ББК 40.7я43

М 34

Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке» (п. Майский, 20 ноября 2023 г.). – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. – 392 с.

В сборник конференции вошли доклады по секциям: перспективные направления развития технического сервиса в агробизнесе; пути совершенствования конструкций сельскохозяйственной техники; производственные технологии обеспечения надежности машин; решение проблем энерго- и электрообеспечения в АПК; прикладные исследования и IT технологии подготовки специалистов для АПК.

Ответственность за содержание публикаций несет авторский коллектив.

Материалы предназначены для обучающихся и преподавателей учебных заведений различного уровня и работников агропромышленного комплекса.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Макаренко А.Н. (председатель),
Мартынов Е.А. (заместитель председателя),
Асыка А.В., Чехунов О.А., Бондарев А.В.,
Клёсов Д.Н., Колесников А.С.

СЕКЦИЯ 1

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АГРОБИЗНЕСЕ

УДК 631.3

Батырев Е.С., преподаватель, **Порицкий В.М.**, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕМЕХА ПЛУГА КУЗНЕЧНОЙ ОТТЯЖКОЙ

Аннотация: статья посвящена восстановлению лемеха плуга кузнечной оттяжкой.

Ключевые слова: восстановление лемеха плуга, дефекты лемеха плуга, оттяжка металла нагревом.

Batyrev E.S., teacher, **Poritsky V.M.**, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

RESTORATION OF THE PLOW SHARE WITH A FORGING GUARD

Abstract: the article is devoted to the restoration of a plow share using a forge.

Keywords: restoration of the plow share, defects of the plow share, metal pulling by heating.

Лемеха изготавливают из прямолинейных стальных профилей, в которых исключается наличие раковин, расслоений, трещин и включений шлака (рисунок 1) [1]. Можно выделить лемеха, изготовленные из стальной полосы с наплавкой сормайтмом, лемеха из бористой стали без наплавки и другие. Особый интерес представляют лемеха, конструкция которых предполагает крепление съемного долота. При замене лемеха для надежного его крепления рекомендуется использовать болты с классом прочности 10.9 и 12.9.

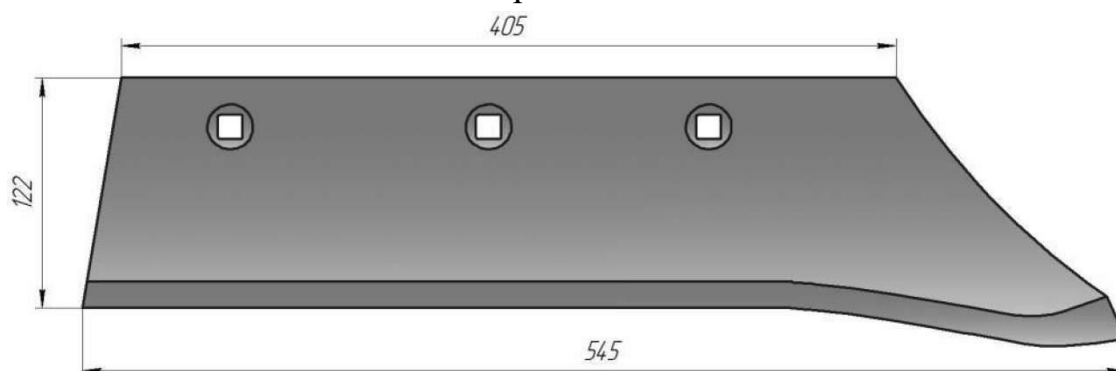


Рис. 1 – Лемех

К основным дефектам лемеха следует отнести изнашивание по ширине, выкрашивание металла по глубине, коробление поверхности и изгиб. В процессе эксплуатации лезвие лемеха затупляется и с тыльной стороны появляется фаска. Характер изнашивания лемеха во многом зависит от типа обрабатываемой почвы. Лезвие лемеха и его носок подвергаются максимальному износу на средних и тяжелых почвах. В этом случае лемех под воздействием почвы выглубляется и глубина обработки становится неравномерной [2]. На легких почвах усиленно истирается лицевая поверхность. Величину износа удобно оценить визуально путем сравнения нового лемеха и лемеха с наработкой (рисунок 2).



Рис. 2 – Изношенный лемех

Для восстановления геометрических параметров лемеха его нагревают и производят кузнечную оттяжку (рисунок 3). Восстановление происходит за счет перераспределения запаса металла с тыльной стороны лемеха на изношенные места. Такой способ является довольно трудоемким и требует наличия соответствующего кузнечного оборудования. Производить оттяжку можно не более 4 раз, а в некоторых случаях только 1 раз.



Рис. 3 – Восстановление лемеха кузнечной оттяжкой

Перед выполнением оттяжки металл нагревают до светло-желтого цвета, что соответствует температуре 1200°C, завершают операцию при 800°C, когда материал приобретает вишневый цвет каления. Нагрев поверхности лемеха должен осуществляться минимальное количество раз. Оттягивают лемех нанося удары по внутренней стороне начиная с носка и разносят материал по длине и ширине стремясь восстановить первоначальные геометрические параметры.

Контроль формы и геометрических размеров осуществляют по шаблону. После завершения оттяжки производят заточку лезвия лемеха перемещая его вдоль абразивного круга в направлении от носка к пятке. Далее производится термообработка лемеха со стороны лезвия, отпуск и охлаждение на воздухе [3].

Список литературы

1. Батырев Е.С. Электроискровое упрочнение деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / Е.С. Батырев // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский ГАУ, 2023. – С. 108–109.

2. Батырев Е.С. Электроискровая обработка металлов / Е.С. Батырев // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. Том 1. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 119–120.

3. Ковалев С.В. Способ восстановления изношенных поверхностей цилиндров / С.В. Ковалев // Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции, Майский, 26–27 мая 2021 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 114–115.

Батырев Е.С., преподаватель, **Порицкий В.М.**, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ЭЛЕКТРОИСКРОВОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП

Аннотация: статья посвящена новому универсальному методу упрочнения деталей, к которому относится электроискровая обработка, основанная на использовании импульсного электрического разряда.

Ключевые слова: электроискровая обработка, толщина покрытия.

Batyrev E.S., teacher, **Poritsky V.M.**, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

ELECTROSPARK HARDENING OF THE SURFACES OF CULTIVATING PAWS

Abstract: the article is devoted to a new universal method of hardening parts, which includes electric spark processing, based on the use of a pulsed electric discharge.

Keywords: electric spark processing, coating thickness.

Электроискровому упрочнению поддаются все черные металлы. Механизм процесса отличается значительной сложностью, представляя собой совокупность эрозионного, термического и термохимического процессов и контактного переноса материала.

Для упрочняющих электродов применяют твердые сплавы, составляющими которых являются карбиды титана и вольфрама и кобальт, феррохром, хром-марганец, хром, алюминий, белый чугун, сталь СтЗ и графит.

Различают три режима: мягкий, средний и грубый (жесткий). Ужесточение режимов повышает производительность, но снижает твердость и чистоту поверхности. Переход от мягкого режима к жесткому может понизить твердость поверхностного слоя на 20.

Верхний белый слой упрочненной поверхности состоит из аустенита и мартенсита, нитридов железа и карбидов легирующих элементов. Белый слой образуется и в том случае, если электрод изготовлен из алюминия или меди. Подслой представляет собой структуру типа мартенсита и троостита, а иногда и сорбита.

Упрочнение деталей, не оказывая влияния на ударную вязкость, снижает сопротивление усталости в связи со значительными остаточными напряжениями растяжения в упрочненном слое и увеличением шероховатости поверхности. Имеется положительный опыт упрочнения режущего и штампового инструмента в промышленных масштабах.

Электроискровому упрочнению подвергают рабочие детали дорожных, строительных и сельскохозяйственных машин, работающих в абразивной среде.

Электроискровое упрочнение получило также применение для упрочнения культиваторных лап. Электроискровое упрочнение не требует предварительного нагрева деталей и последующей их термообработки; не вызывает коробления. Упрочненный слой имеет высокую износостойкость, а при достаточной глубине и соответствующем подборе электродов— высокую жаростойкость. Наклеп позволяет исключить неблагоприятное влияние электроискрового упрочнения на сопротивление усталости.

При электроискровой наплавке электроду сообщается вибрация, благодаря чему он получает возможность периодически замыкаться на поверхность (рисунок 1).



Рис. 1 – Электроискровая наплавка

Генератор подает напряжение и возбуждает искру, когда замыкание отсутствует. Искра уносит часть металла с кончика электрода и оплавляет его. При замыкании оплавленный металл кончика электрода прилипает к более холодному металлу поверхности, увеличивая производительность процесса. Так создается на поверхности тонкий (0,01...0,20) слой наплавки (рисунок 2).



Рис. 2 – Слой электроискровой наплавки

Быстрое охлаждение наплавленного слоя упрочняет (закаливает) его. Электроды применяются из легированных сталей (30X13, 10X19H9T...), спеченных

твердых сплавов (ВК8, Т15К6...) и иных сталей, сплавов, металлов, что позволяет увеличивать твердость наплавленного слоя.

Список литературы

1. Порицкий В.М. Основные дефекты культиваторов и способы их устранения / В.М. Порицкий, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 243–246.

2. Батырев Е.С. Электроискровая обработка металлов / Е.С. Батырев // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. Том 1. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 119–120.

3. Батырев Е.С. Электроискровое упрочнение деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / Е.С. Батырев // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский ГАУ. – С. 108–109.

4. Ковалев С.В. Способ восстановления изношенных поверхностей цилиндров / С.В. Ковалев // Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции, Майский, 26–27 мая 2021 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 114–115.

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

Батырев Е.С., преподаватель, **Порицкий В.М.**, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ПРИНЦИП РАБОТЫ КОНТАКТНОЙ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация: в статье приведены основные типы, виды, электроискровой обработки.

Ключевые слова: электроискровая обработка металлов, типы, виды, электроискровой обработки.

Batyrev E.S., teacher, **Poritsky V.M.**, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

OPERATING PRINCIPLE OF A CONTACT ELECTRO-SPARK INSTALLATION

Abstract: the article presents the main types, types, electrospark processing.

Keywords: electrospark processing of metals, types, types, electrospark processing.

Электроискровая обработка основана на воздействии на материал искрового разряда. Искровой разряд возникает в электрическом поле и представляет собой пучок ярких искровых каналов. Эти каналы заполнены плазмой, в состав которой входят не только ионы исходного газа, но и ионы вещества электродов, интенсивно испаряющегося под действием разряда. Электроды подключаются к конденсатору, который является генератором электрических импульсов. Обработка металлов проводится в жидком диэлектрике. При воздействии электрического импульса на обрабатываемый металл происходит точечный нагрев на поверхности металлической детали. При этом металл плавится и испаряется. Кратковременность парообразования придает ему характер взрыва [1-3].

Для электроискровой обработки металлов применяют три группы вида установок – контактной, бесконтактной и анодно-механической обработки [4].

Принцип работы контактной электроискровой установки:

Обрабатываемая деталь погружается в ванну с жидким диэлектриком (керосином, трансформаторным маслом). Она является анодом. К детали подводится обрабатывающий инструмент, являющийся катодом. Инструмент приводится в колебательное движение соленоидом 6 через втягивающийся сердечник, закрепленный на ползуне. Соленоид подключается к сети переменного тока. При частоте переменного тока 50 Гц инструмент совершает 100 колебаний в секунду.

К электродам подключен конденсатор, который непрерывно заряжается и разряжается. Когда электроды разомкнуты, происходит зарядка конденсатора от сети постоянного тока через сопротивление.

При соприкосновении электродов при их сближении происходит пробой межэлектродного промежутка и конденсатор разряжается. Вслед за этим происходит КЗ электродов.

Затем инструмент начинает удаляться от изделия. Между электродами появляется зазор, и конденсатор вновь заряжается. Напряжение между электродами повышается и при следующем их сближении вновь произойдет пробой.

Каждый импульсный разряд оставляет на поверхности электродов небольшие лунки. При перемещении катода по поверхности анода происходит снятие слоя металла. Работа установки автоматизируется.

При применении круглого, квадратного, прямоугольного стержня в качестве инструмента можно прошивать в изделии аналогичной формы отверстия.

Принцип работы установки бесконтактного действия:

Электрод-инструмент не имеет возвратно-поступательного движения. Он подводится к обрабатываемой детали при помощи маховичка и винта, перемещающего ползун, в котором закреплен инструмент. Между обрабатываемой деталью и инструментом создается определенный зазор небольшой величины, который во время работы будет периодически пробиваться электрическим разрядом.

Установка работает следующим образом. При включении установки конденсатор начинает заряжаться от источника постоянного тока через сопротивление. Напряжение на электродах будет возрастать до пробоя межэлектродного промежутка. Конденсатор разрядится. Затем вновь начнется его зарядка до пробоя. При каждом разряде происходит снятие металла с поверхности детали. Расстояние между электродами увеличивается. Регулирование зазора в заданном режиме обеспечивается путем приближения инструмента к обрабатываемой детали с помощью маховичка.

Недостатком электроискровой обработки является интенсивный износ инструмента, являющегося одновременно и электродом.

Электроискровой способ используется для прошивки отверстий и полостей различной формы и сложности.

Принцип работы анодно-механическим способом:

Постоянный ток подводится к обрабатываемой детали и режущему инструменту, который с незначительным трением скользит по обрабатываемой поверхности. На пиках шероховатости обрабатываемой детали при соприкосновении с инструментом возникает концентрация тока, что приводит к нагреву точек контактирования и их импульсному плавлению. В зазор между деталью и инструментом подводится из сопла специальная рабочая жидкость (разбавленное водой жидкое стекло), которая образует на поверхности детали пассивную пленку.

Анодно-механическая обработка может использоваться при резке и чистовой обработке металлических деталей.

Список литературы

1. Батырев Е.С. Электроискровая обработка металлов / Е.С. Батырев // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. Том 1. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 119–120.

2. Батырев Е.С. Электроискровое упрочнение деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / Е.С. Батырев // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский ГАУ, 2023. – С. 108–109.

3. Ковалев С.В. Способ восстановления изношенных поверхностей цилиндров / С.В. Ковалев // Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции, Майский, 26–27 мая 2021 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 114–115.

4. Соловьев Е.В. Результаты расчетов режимов восстановления детали типа «полуось» вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», Майский, 28–29 мая 2019 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 106–107.

Баянов Д.В., студент, **Порицкий В.М.**, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕССОВ В ПРОЦЕССЕ РАЗБОРКИ И СБОРКИ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ

Аннотация: рассмотрены основные параметры при подборе прессы для разборки сборки соединений с натягом.

Ключевые слова: соединение с натягом, пресс.

Bayanov D.V., student, **Poritsky V.M.**, teacher,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

THE USE OF PRESSES IN THE PROCESS OF DISASSEMBLY AND ASSEMBLY OF JOINTS WITH TENSION

Abstract: the main parameters are considered when selecting a press for disassembly assembly of joints with tension.

Keywords: connection with tension, press.

В производстве автомобилей используются соединения с натягом для создания прочных и легких материалов, которые повышают безопасность и эффективность автомобилей [1].

Соединения с натягом обладают уникальными механическими свойствами, такими как высокая прочность, жесткость и устойчивость. Они могут быть представлены в виде тензора – матрицы чисел, описывающей напряжения и деформации в материале. Внутри материала такие соединения помогают распределять и усиливать нагрузки, делая конструкции более надежными.

Знание этих соединений и их свойств играет критическую роль в проектировании и создании современных материалов и конструкций. В своей работе инженеры и ученые активно исследуют новые типы соединений с натягом, чтобы сделать материалы еще прочнее, легче и более устойчивыми к различным видам нагрузок.

Разборно-сборочные работы в общей трудоемкости ремонтных работ занимают значительное место и составляют для тракторов 52-56%, для грузовых автомобилей 33-40%. Их следует всячески механизировать, особенно при разборке-сборке продольно-прессовых соединений, доля которых в общей трудоемкости разборно-сборочных работ составляет 10-12% [2-4].

Процесс сборки продольно-прессовых соединений заключается в том, что к одной из двух деталей, охватываемой или охватывающей, прикладывается осевая сила, которая напрессовывает детали друг на друга. Сила запрессовки возрастает от нуля до некоторого максимального значения. Так как наружный диаметр охватываемой детали больше, чем диаметр отверстия охватывающей

детали, то при относительном продольном перемещении их в процессе сборки происходит деформирование металла (явления механического и молекулярного характера). В результате на поверхности контакта возникают значительные нормальные давление и силы трения, которые препятствуют смещению этих деталей. В таких соединениях обычно не требуются дополнительные конструктивные крепления деталей.

Необходимое для данного соединения натяжение определяется при расчете посадок. Под натяжением понимается разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. Натяжение рассчитывается по предельному отклонению размеров в зависимости от принятой посадки и диаметра соединительных поверхностей и имеет два предельных значения – наименьшее и наибольшее натяжение.

Принятая по справочным данным для заданного сопряжения посадка указывает на характер соединения деталей, которое определяется величиной полученных в нем зазоров или натяжений.

Для разборки-сборки продольно-прессовых соединений с натягом (посадка втулок, шкивов, подшипников качения, шестерен, пальцев и др.) применяют различное оборудование, в том числе прессы. Важно выбрать правильный пресс, который позволит выполнить данную операцию безопасно и эффективно. Гидравлический пресс обеспечивает высокий уровень давления и контроля, что делает его эффективным для разборки и сборки соединений с натягом, особенно при работе с более крупными компонентами. Пневматические прессы могут быть полезны для легкой разборки и сборки соединений с натягом, их преимуществом является скорость и удобство в использовании. Гидропневматический пресс комбинирует преимущества гидравлического и пневматического прессов, обеспечивая высокий уровень давления и скорость в работе. Механический пресс обычно используется для легких разборочных и сборочных операций. В случае, когда требуется точное управление процессом разборки и сборки, гидравлический пресс с системой ЧПУ (через программируемый логический контроллер).

При выборе прессы для разборки и сборки соединений с натягом необходимо учитывать размер и тип компонентов, которые будут обрабатываться, а также требования к точности и контролю процесса. Также важно убедиться, что выбранный пресс соответствует стандартам безопасности и обеспечивает правильное крепление и фиксацию компонентов во время работы. Основные параметры, которые следует учитывать при подборе прессы:

1. Усилие прессы. Это один из основных параметров, который определяет способность прессы справляться с нагрузкой. Необходимо выбрать пресс, с силой, достаточной для выполнения задачи без излишка.

2. Тип операции. Некоторые прессы предназначены для различных операций, таких как гибка, выдавливание, формование и т.д. Важно выбрать пресс, соответствующий требуемой операции.

3. Размер и форма компонентов. Подбор прессы должен учитывать размеры и формы компонентов, которые будут обрабатываться. Необходимо удостовериться, что пресс соответствует требованиям по размерам обрабатываемых ма-

териалов.

4. Управление. В зависимости от требуемой точности и удобства использования, следует учитывать наличие систем управления (например, управление через программируемый логический контроллер (ЧПУ)).

5. Технические характеристики. Важно обратить внимание на технические параметры, такие как рабочее давление, ход штока, скорость работы и другие, в зависимости от требований конкретной операции.

6. Безопасность. При выборе пресса необходимо обратить внимание на аспекты безопасности, такие как защитные устройства, автоматические системы блокировки и другие меры, обеспечивающие безопасность оператора.

7. Производитель и надежность. Наконец, важно выбирать пресс от проверенных производителей с хорошей репутацией и надежностью оборудования.

Однако, применение любого пресса должно быть осторожным и профессиональным. Следует тщательно изучить инструкции и правильные методы работы с инструментом для избежания травм и повреждений компонентов.

Список литературы

1. Патент на полезную модель № 195037 U1 Российская Федерация, МПК В23Р 19/027. Гидравлический горизонтальный пресс : № 2019133695 : заявл. 22.10.2019 : опубл. 14.01.2020 / Е.С. Батырев, А.В. Бондарев, А.С. Новицкий ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

2. Оборудование и эксплуатация нефтебаз и автозаправочных станций / А.А. Добрицкий, А.В. Бондарев, Д.Н. Бахарев [и др.]. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2021. – 227 с.

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

4. Патент на полезную модель № 189804 U1 Российская Федерация, МПК В60S 9/02. Подставка к колесному трактору : № 2019109461 : заявл. 01.04.2019 : опубл. 04.06.2019 / Н.Ф. Скурятин, А.А. Беликов, А.В. Бондарев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

Бондарев А.В. к.т.н., доцент, **Кадин И.Н.**, аспирант
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

СПОСОБЫ УПРОЧНЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ НОЖА КОРМОРАЗДАТЧИКА-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ

Аннотация: Ножи кормораздатчика-смесителя являются расходным материалом. Они интенсивно изнашиваются в процессе работы машины. В статье рассмотрены причины износа и намечены пути повышения ресурса ножей.

Ключевые слова: кормораздатчик, износ, упрочнение.

Bondarev A.V., Ph. D., associate Professor, **Kadin I.N.**, graduate student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

METHODS OF HARDENING OF THE CUTTING EDGE OF THE KNIFE OF THE FEED SHREDDER

Abstract The knives of the feed dispenser-mixer are consumable. They wear out intensively during the operation of the machine. The article discusses the causes of wear and outlines ways to increase the life of knives.

Keywords: feed dispenser, wear, hardening.

Ножи в смесителе-кормораздатчике используются для измельчения кормовых компонентов рациона, в частности грубых кормов; способствуют качественному смешиванию кормовой массы. Если на кормовом столе в монокорме наблюдается замятый и/или плохо измельченный грубый корм и одновременно выборочное поедание – это верный признак того, что ножи кормосмесителя требуют заточки или замены. Нож – сменная часть рабочего органа кормосмесителя. Он закреплен на вертикальном коническом шнеке и предназначен для резания и перемешивания грубых составляющих корма. Для снижения эксплуатационных затрат сельхозпроизводители приобретают не оригинальные детали, а более дешевые реплики.

Основным способом в совершенствовании средств механизации для производства кормов является разработка и создание энергосберегающих высокоэффективных измельчающих машин с модернизированными рабочими органами [1].

Повышение ресурса ножей смесителя-кормораздатчика возможно путем применения нескольких методов [2]. Во-первых, на ресурс рабочего органа значительное влияние оказывает среда, в которой он работает, при наличии в рационе (приготавливаемой кормосмеси) большого числа абразивных частиц, либо частиц с повышенной кислотностью, наработка будет закономерно снижаться. Во-вторых, не стоит забывать о режимных параметрах измельчения кормов. В-третьих, один из важнейших показателей – материал ножа. Именно применение качественных сталей, прошедших процесс упрочнения режущей кромки, при производстве ножей кормосмесителей позволяет достичь высоких результатов эксплуатационной

надежности машины. Однако этот метод достаточно дорогой. Удешевление возможно путем применения менее дорогостоящих сталей с нанесенным на них функциональным покрытием.

Рассмотрим некоторые из существующих видов упрочнения поверхностного слоя. Ионное легирование – это технологическая операция введения примесей в поверхностный слой пластины или эпитаксиальной пленки путем бомбардировки ионами примесей. Такой способ позволит осуществлять контроль приборов с максимальной точностью. Эта технология применяется в основном для легирования полупроводников. Ионное легирование условно можно разделить на 2 этапа: загонка легирующих атомов в материал и активация загнанной в материал добавки. Проконтролировать процесс можно дозировкой (количеством добавки), энергией (от нее зависит глубина вхождения добавки), температурой (от нее зависит распределение добавки в материале), а также временем протекания процесса [3].

Следующим идет нейтронно-трансмутационный процесс легирования. Он тоже применяется для легирования полупроводников. Принципы технологического процесса следующие: добавки не вводятся, а «мутируют» из исходного материала при протекании ядерных реакций, которые вызываются при облучении материала нейтронами. В результате выходит монокристаллический материал, в котором атомы распределены равномерно.

При нейтронно-трансмутационном легировании легирующие примеси не вводятся в полупроводник, а образуются («трансмутуют») из атомов исходного вещества (кремний, арсенид галлия) в результате ядерных реакций, вызванных облучением исходного вещества нейтронами. НТЛ позволяет получать монокристаллический кремний с особо равномерным распределением атомов примеси. Метод используется в основном для легирования подложки, особенно для устройств силовой электроники.

Когда облучаемым веществом является кремний, под воздействием потока тепловых нейтронов из изотопа кремния ^{30}Si образуется радиоактивный изотоп ^{31}Si , который затем распадается с образованием стабильного изотопа фосфора ^{31}P . Образующийся ^{31}P создает проводимость n-типа.

В России возможность нейтронно-трансмутационного легирования кремния в промышленных масштабах на реакторах АЭС и без ущерба для производства электроэнергии была показана в 1980 году. К 2004 году была доведена до промышленного использования технология по легированию слитков кремния диаметром до 85 мм, в частности, на Ленинградской АЭС.

Другим способом легирования полупроводников является термодиффузионный способ. Этот метод позволяет создать на поверхности защитный слой, значительно продлевающий срок службы металлических изделий. Слой цинка, нанесенный таким методом, обеспечивает электрохимическую и механическую защиту. Термодиффузионный метод покрытия поверхности цинком применяется исключительно в промышленных сферах, потому что для этого необходимо специальное оборудование, высокая температура при работе и наличие активных смесей. Технология термодиффузии цинка состоит из пяти этапов:

1. Подготовительный, где происходит механическая очистка изделий от ржавчины, окалина.

2. Загрузка деталей в контейнер и добавление насыщающей смеси, от количества смеси зависит толщина оцинковки.

3. Обработка изделий в печи, температура в печи зависит от типа и марки металла, сам процесс, в среднем, составляет 1-1,5 часа, при этом на всем протяжении температура поддерживается одинаковая.

4. Удаление остатков насыщающей смеси и пассивирование (защита специальными составами от нежелательного воздействия атмосферного воздуха).

5. Сушка.

Так же существуют различные виды упрочнения ножей кормосмесителей, такие как объемная закалка + отпуск, скоростное ТВЧ-борирование + объемная закалка + отпуск, ТВЧ-наплавка твердого сплава ПГ-УС25, модифицированного 5% карбида бора + объемная закалка + отпуск.

При выборе материалов для усиления режущей кромки мы опирались на исследования производителя комплекса электроискровой обработки БИГ-4 и исследования Задорожного Р.Н. В связи с тем, что корм содержит компоненты с повышенной кислотностью (силос), при разработке технологии твердения особое внимание следует уделить предотвращению коррозионной деградации нанесенного покрытия. Ключевым параметром в данном случае является пористость поверхностного слоя. Измерение пористости и микротвердости полученных покрытий проводили на специально приготовленных образцах (полоса из стали 45 ГОСТ 1050-2013) в ходе серии экспериментов. Образцы наносили по описанной выше технологии покрытий из различных материалов, варьируя амплитуду тока, энергетический коэффициент и амплитуду колебаний электродов на комплексе БИГ-4.

Сравнив существующие способы нанесения покрытий [5] по технологическим и технико-экономическим параметрам, мы решили предложить свой вариант упрочнения ножей кормосмесителя электроискровой обработкой (легированием).

Список литературы

1. 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, Майский, 28 октября 2019 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 358–360.

2. Угрюмов Ю.Ю. Приспособление для заточки сегментов режущих аппаратов сельскохозяйственных машин / Ю.Ю. Угрюмов, А.С. Новицкий // *Молодёжный аграрный форум – 2018* : материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 20–24 марта 2018 года. Том 2. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2018. – С. 125.

3. Порицкий В.М. Основные дефекты культиваторов и способы их устранения / В. М. Порицкий, Е. С. Батырев // *Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе»*, посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 243–246.

4. Батырев Е.С. Электроискровая обработка металлов / Е.С. Батырев // *Вызовы и инновационные решения в аграрной науке* : материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. Том 1. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 119–120.

5. Стребков С.В. *Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие* / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 181 с.

Ковалев С.В., к.т.н., **Новицкий А.С.**, к.т.н.,
Букат М.Г., ветеран труда, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭТИКА И ЕЕ РОЛЬ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ РАЗВИТИИ

Аннотация: рассмотрены основные принципы инженерной этики и ее роль в обществе.

Ключевые слова: инженерная этика.

Kovalev S.V., Ph.D., Associate Professor, **Novitsky A.S.**, Ph.D., Associate Professor, **Bukat M.G.**, veteran of labor, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

ENGINEERING ETHICS AND ITS ROLE IN PROFESSIONAL DEVELOPMENT

Abstract: the basic principles of engineering ethics and its role in society are considered.

Keywords: engineering ethics.

Инженерная этика играет важную роль в формировании профессиональной культуры и обеспечении качества профессиональной работы инженеров. Рассмотрим основные принципы инженерной этики более подробно [1-3]:

1. Честность: инженеры должны основывать свою работу на честности предоставляя точные данные и информацию, не скрывая недостатки или проблемы.

2. Осознанность и ответственность: инженеры обязаны осознавать последствия своих действий и принимать на себя ответственность за свою работу и ее влияние на общество и окружающую среду.

3. Уважение к коллегам и клиентам: инженеры должны уважать мнение и права других специалистов, коллег, клиентов и общества в целом, учитывая их интересы и потребности.

4. Соблюдение законов и норм: инженеры обязаны соблюдать законы, нормативы и стандарты, регулирующие предмет их профессиональной деятельности.

5. Профессиональная компетентность: инженеры должны постоянно совершенствовать свои знания и навыки, а также честно оценивать свои возможности и границы своей компетенции.

Инженерная этика является фундаментальным элементом для развития честной и ответственной инженерной практики. Она обеспечивает основу для поддержания высокой профессиональной репутации и доверия со стороны кли-

ентов, работодателей и общества в целом. Кроме того, следование принципам инженерной этики способствует развитию инноваций и технологий, которые соответствуют высоким стандартам качества и безопасности.

Инженерная этика имеет прямое влияние на общество и окружающую среду. Соблюдение принципов инженерной этики помогает предотвращать негативные последствия, такие как экологические катастрофы, инциденты безопасности и нарушения прав потребителей.

Инженерная этика является неотъемлемой частью профессиональной деятельности инженеров. Соблюдение ее принципов способствует развитию надежной и ответственной инженерной практики, что в итоге обеспечивает безопасность, качество и доверие к инженерным решениям.

Список литературы

1. Бакштановский В.И., Согомонов Ю.В. Прикладная этика: опыт университетского словаря: Учеб. пособие. Тюмень : НИИ прикладной этики ТюмГНГУ; Центр прикладной этики. 2001. 268 с.

2. Корнилов И.К. «Философия техники» П.К. Энгельмейера. URL: <http://www.metodolog.ru/00195/00195.html> (25.01.2011).

3. Романченко М.И. Диагностика и техническое обслуживание машин : лабораторный практикум / М.И. Романченко. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2011. – 76 с.

Ковалев С.В., к.т.н., **Букат М.Г.**, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДИАГНОСТИКЕ СВЕЧЕЙ ЗАЖИГАНИЯ

Аннотация: рассмотрены рекомендации по диагностике свечей зажигания, возможные причины возникновения неисправностей и рекомендации для воздействия.

Ключевые слова: диагностика, свеча зажигания.

Kovalev S.V., Ph.D., Associate Professor, **Bukat M.G.**, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

RECOMMENDATIONS FOR THE DIAGNOSIS OF SPARK PLUGS

Abstract: recommendations for the diagnosis of spark plugs, possible causes of malfunctions and recommendations for exposure are considered.

Keywords: diagnostics, spark plug.

Конечным элементом цепи зажигания является свеча. Замена свечи необходима при техническом обслуживании двигателя [1-3].

1. Нормальное состояние свечи. Цвет коричневый или серо-коричневый. Небольшой износ электродов. Правильно отрегулированный зазор.

2. Износ свечи. Скругленные электроды с небольшим количеством отложений. Затруднен пуск двигателя в сырую погоду. Плохая топливная экономичность. Рекомендации: свечи давно не меняли. Заменить, на свечи того же типа. Следите за графиком обслуживания.

3. Перегрев свечи. Белый изъеденный изолятор, эрозия электродов без отложений. Рекомендации: проверьте, правильно ли выбран тип свечи. Возможно избыточное опережение зажигания, бедная смесь, утечки вакуума во впускном коллекторе, задержки клапанов, недостаточное охлаждение двигателя.

4. Масляные отложения. Неисправности в системе смазки, износ двигателя. Масло проникает в камеру сгорания через изношенные уплотнения стержней клапанов или через изношенные кольца. Затруднен пуск, работа двигателя неустойчива. Рекомендации: замените свечи и приведите в порядок ДВС.

5. Отложения золы. Светло-коричневые отложения на боковом или центральном электродах. Причиной могут служить присадки к маслу или топливу. При больших отложениях может пропадать искра, что вызывает пропуски зажигания и неустойчивую работу двигателя при ускорении. Рекомендации: если после чистки свечи опять быстро появляются такие отложения, замените сальники клапанов, чтобы не допустить попадания масла в камеру сгорания, смените топливо.

6. Отложения нагара. Сухие отложения нагара указывают на избыточное

обогащение ТВ-смеси или на слабую искру. Могут быть сбои зажигания, затрудненный пуск и нестабильная работа двигателя. Рекомендации: проверьте, правильно ли выбран тепловой тип свечи, не забит ли воздушный фильтр, возможно неисправна топливная система или система управления двигателем. Возможно, неисправна система зажигания.

7. Замыкание электродов. Нагар заполняет промежуток между электродами и замыкает искровой промежуток. Свеча не дает искры цилиндр не работает. Рекомендации: удалите нагар со свечи.

8. Раннее зажигание. Оплавленные электроды, изолятор белого цвета может быть запачкан сажей из камеры сгорания. Может нанести вред двигателю. Рекомендации: проверить тепловой тип свечи. Проверить установку угла опережения зажигания. Может быть вызвано обеднение ТВ-смеси, недостаточным охлаждением двигателя, неисправностью системы смазки.

9. Глянцевание. Изолятор песочного цвета, имеет глянцевый вид. Указывает на то, что температура в камере сгорания внезапно повысилась при резком ускорении. Обычные отложения расплавились и образовали проводящее покрытие. Сбои зажигания на высоких оборотах. Рекомендации: заменить свечи. Если есть привычка быстро разогнаться с места, установите более холодные свечи.

10. Детонация. Изолятор может треснуть или расколоться. Повреждение изолятора может быть следствием неправильной техники регулировки искрового зазора. Может привести к разрушению поршня. Рекомендации: убедиться в том, что октановое число топлива соответствует двигателю. Соблюдайте осторожность при регулировке искрового зазора. Не разгоняйте резко двигатель. Как видим, свечи зажигания, в зависимости от условий их эксплуатации, могут рассказать специалисту не только о качестве их подбора, но и состоянии КШМ и ГРМ двигателя, о качестве ТВ-смеси и о характере езды.

Список литературы

1. Пузаков А.В. Испытание автомобильных свечей зажигания : методические указания / А.В. Пузаков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2018.

2. Романченко М.И. Диагностика и техническое обслуживание машин : лабораторный практикум / М.И. Романченко. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2011. – 76 с.

3. Стребков С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 181 с.

Новиков М.А., д.т.н., профессор, **Смелик В.А.**, д.т.н., профессор,
Алдохина Н.П., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Аннотация: на основе производственных и теоретических исследований выявлены структурные и диагностические параметры оценки технического состояния механизма привода очистки, разработаны статический и динамический методы диагностирования.

Ключевые слова: комбайн, очистка, диагностирование, метод, вибрация.

Novikov M.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, **Smelik V.A.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, **N.P. Aldokhina**, Ph.D., Associate Professor, St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Pushkin, Russia

IMPROVEMENT OF METHODS FOR DIAGNOSING WORKING PARTS OF COMBINE HARVESTER CLEANING

Abstract: On the basis of production and theoretical studies, the structural and diagnostic parameters for assessing the technical condition of the cleaning drive mechanism have been revealed, the static diagnostic method has been substantiated, and a dynamic method for diagnosing the parameters of the vibration signal (maximum amplitude and phase) has been developed.

Keywords: combine, cleaning, diagnostics, method, vibration.

Зерноуборочные комбайны являются сложными технологическими системами, а поэтому изменение технического состояния его рабочих органов приводит к изменению показателей работы и эффективности использования. Примером может служить механизм очистки.

Известно, что механизмы очистки весьма чувствительны к изменению динамических параметров, характеризующихся величинами вертикальных и горизонтальных ускорений решет. Исследованиями ряда авторов установлено [1, 2, 3], что качественные показатели зерноочистительных машин находятся в тесной связи с параметрами, определяемые кинематическими элементами движения материала по решетам, графические зависимости которых описываются кривыми, имеющими экстремум.

Характер относительного перемещения зерна по решетку определяется величиной показателя кинематического режима, зависящего от частоты вращения вала механизма привода очистки, радиуса кривошипа колебательного вала.

Анализ графической зависимости изменения коэффициента схода зерна с половой от величины показателя кинематического режима показывает, что отклонение любого из перечисленных выше параметров ведет к ухудшению эффективности работы решетного стана зернокомбайна [1, 4].

Кроме того, производственными исследованиями установлено, что вынужденные колебания корпуса комбайна, вызванные неровностями поверхности поля, усугубленные изменением технического состояния (возрастание зазоров в сопряжениях, ослабление креплений опорных элементов) и сопровождающиеся многократными перегрузками, будут оказывать существенное влияние на вид относительного перемещение зерна по решетам очистки [1, 2, 3]. Это приведет к смещению экстремальных значений кривых, определяющих оптимальные показатели эффективности работы решетного стана очистки, в зоны с худшими экономическими показателями.

При разработке и совершенствовании методов технического диагностирования рабочих органов зерноуборочного комбайна необходимо учитывать, что они обладают рядом особенностей, оказывающих влияние на выбор методов оценки их технического состояния [1, 2, 5]. Из них можно выделить: сложные траектории движения кинематических звеньев, динамические напряжённости процесса функционирования. Вследствие этого одной из важных характеристик работоспособного состояния данных механизмов выступает отклонение фактических законов движения их структурных элементов от заложенных в конструкции.

На основании структурно-следственного анализа условий эксплуатации механизмов очистки отечественных зерноуборочных комбайнов установлено, что основные неисправности возникают в опорных и шатунных подшипниках механизма привода из-за увеличения радиальных зазоров, ослабления их крепления к остову комбайна, а также изгиб и скручивание колебательного вала [1, 2].

В результате кинематического и динамического исследования усилий, возникающих в сопряжениях «вал – опора вала», «головка шатуна – колебательный вал» были выявлены основные диагностические признаки диагностирования данного механизма [2, 5].

Для обобщенной оценки технического состояния механизма привода очистки разработан статический метод диагностирования по угловым перемещениям, сущность которого заключается анализе углового положения структурных звеньев при исправном техническом состоянии и изменении этих параметров при возрастании зазоров в подшипниковых узлах, появлении люфтов опорных элементов [2, 5, 6]. Место конкретной неисправности с помощью этого метода определить невозможно. Поэтому его можно использовать для определения работоспособного состояния механизма очистки в целом перед началом уборочного периода, по его окончании, перед ремонтом. Простота конструкции и сравнительно небольшая стоимость реализации статического метода позволяет предположить о возможности его использования в бортовой системе диагностики зернокомбайна.

Одним из серьезных недостатков механизма очистки зерноуборочного комбайна является остаточная неуравновешенность. В результате ударов, вызывае-

мых силами инерции, в кинематических парах формируются вибрационные импульсные колебания [1, 2, 5]. Поэтому, с целью определения конкретного места неисправности механизма очистки, разработан динамический метод диагностирования по параметрам вибрационного сигнала (максимальная амплитуда и фаза), который снимается с корпусов опорных подшипников колебательного вала. Оценка технического состояния опорных и шатунных подшипников осуществляется путем сравнения измеренных сигналов с допустимыми значениями [5, 7].

При определении конкретного места неисправности для углубленного диагностирования предлагается использовать способ определения величины зазоров подшипниковых узлов механизма привода очистки по параметрам вибрации в режиме тестовой нагрузки [1, 2]. Сущность данного метода заключается в том, что для повышения точности диагностирования создается ударный режим работы опорных или шатунных подшипников путем установки дополнительного груза на колебательный вал, совместив вектор силы инерции искусственной неуравновешенности с годографом остаточной неуравновешенности механизма очистки. Оценка технического состояния проводится путем сравнения приращения максимальной амплитуды виброимпульса с допустимым значением.

Для реализации предлагаемых методов создана экспериментальная установка, которая включает механизм привода, измерительная аппаратура, состоящая из: малогабаритного электронного прибора «БалКом-1», преобразователя сигналов, вибродатчиков, датчика угловых перемещений, индукционного датчика опорного сигнала [6, 9].

С целью определения оптимальной величины тестовой нагрузки были проведены исследования изменения максимальной амплитуды вибрации от величины тестовой нагрузки при различном техническом состоянии сопряжений (рисунк 1).

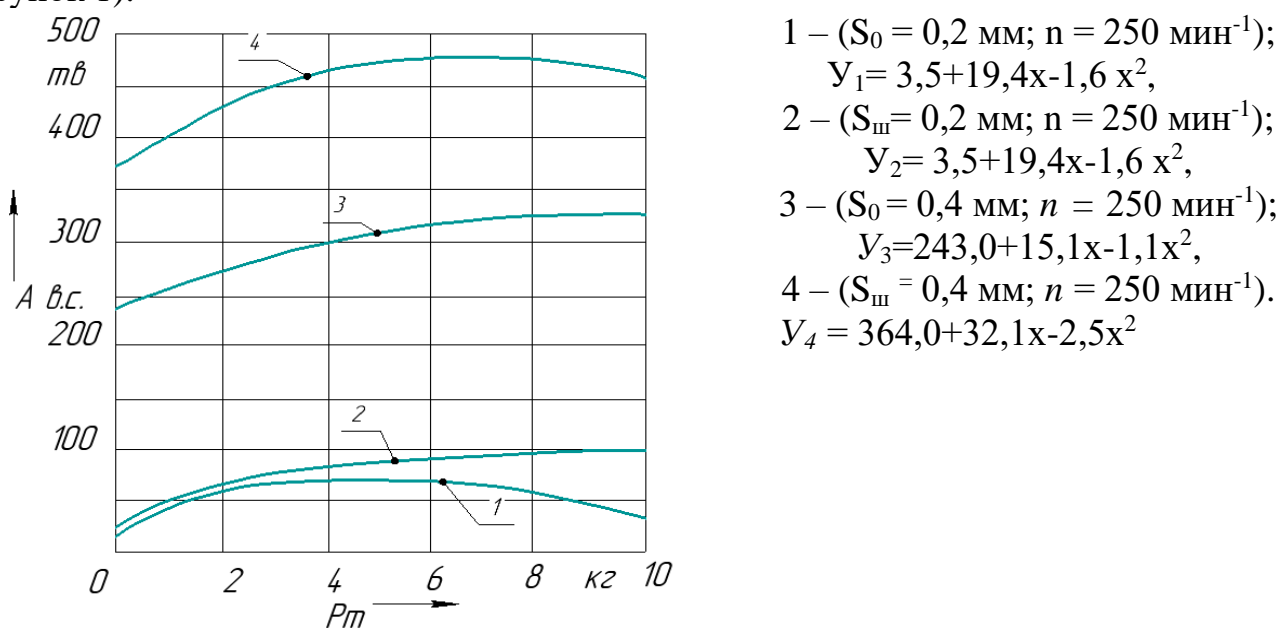


Рис. 1 – Влияние тестовой нагрузки на амплитуду вибрационного сигнала

На основании выполненных экспериментальных исследований установлено, что оптимальная величина тестовой нагрузки составляет $P_T = 6$ кг.

Статистическая обработка экспериментальных данных показала, что точ-

ность вибрационного метода диагностирования с использованием тестовой нагрузки повышается в 1,5 раза.

Список литературы

1. Новиков М.А., Бутусов Д.В., Перекопский А.Н., Гудков Д.А., Сидыганов Ю.Н. Диагностирование и технологическая настройка, как факторы повышения эффективности функционирования агрегатов зерноуборочных комбайнов. / Экология и сельскохозяйственная техника. Т. 3. Экологические аспекты электротехнологий, мобильной энергетики и технических средств, применяемых в сельскохозяйственном производстве : Материалы 3-й научно-практической конференции. – СПб. : СЗНИИМЭСХ, 2002. – С. 296–302.

2. Новиков М.А., Бутусов Д.В., Перекопский А.Н. Повышение эффективности функционирования агрегатов зерноуборочных комбайнов на основе периодического вибродиагностирования / Механізація сільськогосподарського виробництва // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства, випуск 11, Харків : ХГТУСХ, 2002. С. 172–175.

3. Угрюмов Ю.Ю., Бондарев А.В. Совершенствование процесса технического обслуживания мобильной техники. В книге: Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах. 2020. С. 158.

4. Гончаров Д.А., Бондарев А.В. Совершенствование процесса технического обслуживания мобильной техники. В сборнике: Материалы международной студенческой научной конференции. 2017. С. 30.

5. Максимов Д.А., Новиков М.А., Перекопский А.Н. Способ контроля технического состояния механизма привода ножа режущего аппарата комбайнов «Дон» в условиях эксплуатации. // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства в НЗ России. Сб. н. тр. – СПб. : НИПТИМЭСХ НЗ, 1996, вып. 66. С. 22–26.

6. Муравьев К.Е. Разработка диагностических средств оценки технического состояния дизеля вибрационным методом // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сборник научных трудов. – Ч.1 / СПбГАУ. СПб., 2018. – С. 572. – С. 367–371.

7. Гималтдинов И.Х. Безразборное диагностирование подшипниковых узлов кормоприготовительных машин по виброакустическим характеристикам / Н.Р. Адигамов, Р.В. Гарипов, И.Х. Гималтдинов // Ремонт, восстановление, модернизация. Москва, 2006. – № 11. – С. 21–23. – 80 с.

8. Патент на полезную модель № 217868 РФ Автоматизированный стенд для контроля качества ремонта шнеков уборочных машин / Новиков М.А., Смелик В.А., Рожков А.С., Алдохина Н.П., Иванов И.С. заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет». – № 2023100838 заявл. 17.01.2023; опубл. 21.04.2023.

Порицкий В.М., преподаватель, **Титова И.И.**, магистр
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

СПОСОБЫ ДИАГНОСТИКИ ПЕРЕДНИХ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРНЫХ СТОЕК ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Аннотация: рассмотрено устройство передних телескопических гидравлических амортизаторных стоек, предложены экономичные альтернативные методы диагностики телескопических стоек, указаны преимущества и недостатки предложенных методов.

Ключевые слова: стойка, поворотный кулак, шток, подшипник скольжения, шаровой шарнир, амортизирующий элемент, диагностика, неисправности.

Poritsky V.M., teacher, **Titova I.I.**, master
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

DIAGNOSTIC METHODS FOR FRONT TELESCOPIC HYDRAULIC SHOCK STRUTS PASSENGER CARS

Abstract: the device of the front telescopic hydraulic shock struts is considered, economical alternative methods of diagnostics of telescopic struts are proposed, advantages and disadvantages of the proposed methods are indicated.

Keywords: rack, rotary knuckle, rod, sliding bearing, ball joint, shock-absorbing element, diagnostics, malfunctions.

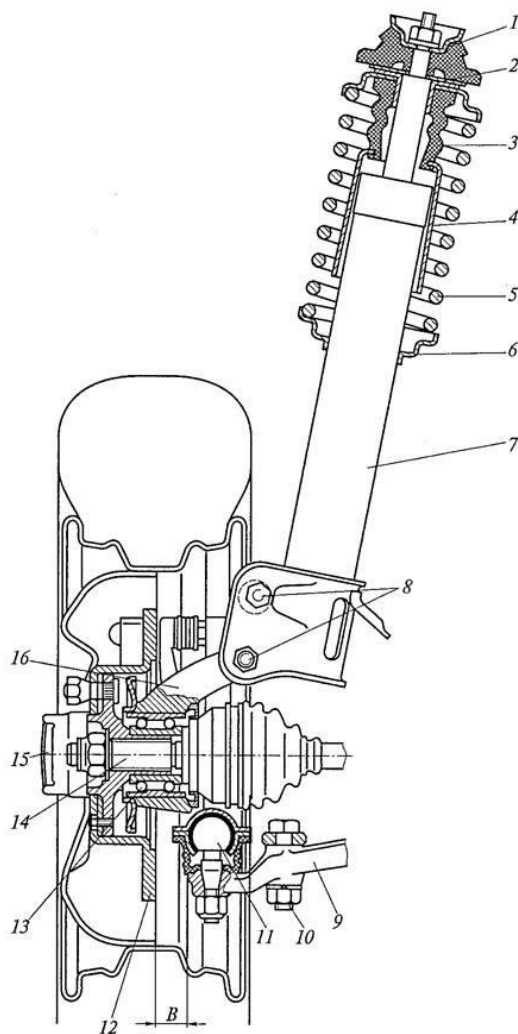
Основной частью независимой подвески является стойка [1-4]. Нижняя часть стойки болтами соединяется с поворотным кулаком. Отверстие для верхнего болта имеет овальность, а сам болт имеет эксцентриковый поясок. Вращением этого болта производят регулировку развала передних колес. На телескопической стойке установлена цилиндрическая пружина, нижним концом опирающаяся на нижнюю опорную чашку. Верхняя часть пружины через чашки опирается на верхнюю опору стойки подвески и подшипник скольжения. На верхнем конце штока стойки закреплен буфер хода сжатия из пенополиуретана. Верхняя опора стойки крепится к стойке брызговика кузова и за счет своей эластичности обеспечивает покачивание стойки при ходах подвески и гасит высокочастотные вибрации. Подшипник скольжения дает возможность стойке поворачиваться вместе с управляемыми колесами.

Ступица колеса устанавливается на закрытом радиальном шариковом подшипнике. Внутренняя обойма подшипника затягивается гайкой на шлицевом наконечнике корпуса наружного шарнира. Подшипник ступицы регулировке не подлежит.

Внизу у поворотного кулака имеется шаровой шарнир для соединения с поперечным нижним рычагом подвески. Другой конец этого рычага соединяется с кронштейном подрамника автомобиля. Тяговые и тормозные усилия воспринимаются продольными растяжками рычага. Эти растяжки болтами соединяются с поперечными рычагами подвески и с кронштейнами подрамника при помощи резиновых подушек подвески. Продольные растяжки крепятся гайками, за счет которых регулируется продольный наклон оси поворота.

Телескопическая стойка подвески передних колес состоит из корпуса, на котором имеется нижняя опорная чашка пружинной рессоры подвески. Корпус закрывается гайкой. Шток стойки проходит через направляющую втулку и сальник. На штоке стойки закреплен упор буфера отдачи и буфер отдачи (рисунок 1).

Внутри телескопической стойки смонтирован телескопический гидравлический амортизатор двухстороннего действия для гашения колебаний подвески.



1 – верхняя опора стойки подвески; 2 – подшипник скольжения; 3 – буфер хода сжатия; 4 – защитный кожух; 5 – пружина подвески; 6 – нижняя опорная чашка пружины; 7 – телескопическая стойка; 8 – болты крепления стойки к поворотному кулаку; 9 – нижний рычаг подвески; 10 – болт крепления растяжки к рычагу подвески; 11 – шаровой шарнир; 12 – диск тормоза; 13 – подшипник ступицы; 14 – шлицевой наконечник корпуса наружного шарнира; 15 – колпак ступицы; 16 – поворотный кулак; В – зона замера зазора в шаровом шарнире подвески

Рис. 1 – Телескопическая стойка передней подвески в сборе с поворотным кулаком и ступицей колеса

С амортизатором, находящимся в неудовлетворительном состоянии, покрышки будут изнашиваться неравномерно. Автомобиль будет заносить при движении на скоростях. Кроме того, неисправное устройство будет влиять на ресурс подшипников ступиц. Их цена достаточно высока, а на многих транспортных средствах этот элемент поставляется в сборе. И в таком случае сумма, потраченная на ремонт, может выйти автовладельцу в «копеечку».

Но это ещё не всё. Амортизирующий элемент на автомобиле, который вышел из строя, провоцирует увеличение тормозного пути. В свою очередь, это отражается на безопасности. И естественно, понижается комфорт во время движения. Поскольку разбитое устройство уже не будет смягчать удары — они переходят непосредственно на элементы подвески и кузова, что тоже снижает их рабочие ресурсы. Именно поэтому крайне необходимо иметь неразбитый амортизирующий элемент.

Можно ли установить поломку устройства без его демонтажа с транспортного средства? Да, можно! И это самый дешёвый, но, к сожалению, не слишком надежный способ. Это визуальный осмотр.

Необходимо визуально осмотреть задний и передний амортизирующие элементы. Расположены устройства за колесными пружинами. Хотя возможен и другой вариант, когда амортизаторы поставляются в сборе с пружинами (подвеска «макферсон»). На поверхности колбы не должно иметься маслянистых следов и иных подтёков. Если они есть, то на вашем устройстве имеется пробой.

Далее необходимо осмотреть штоки (осмотр производится при вывешенном положении колес) – осуществить это лучше, воспользовавшись подъемником. Если доступа к таковому не имеется, тогда следует приподнять машину с требуемой стороны, воспользовавшись домкратом, и поддеть пыльник. Шток должен блестеть – ржавчина на нём свидетельствует о неисправности детали.

На поломку амортизирующего устройства может указать и непосредственно шина. Нужно оценить состояние протекторов. На всех должен присутствовать практически одинаковый износ.

К сожалению, установить неисправность при визуальном осмотре можно лишь в 50% случаев. Поскольку некорректная работа данного элемента, как правило, вызывается износом его внутренних деталей. А их установить при обычном осмотре нереально. Внешне можно увидеть только следствие неисправности – маслянистые подтёки, которые, к слову, не всегда появляются, или подъеденные протекторы.

Более точный способ, это проверка демпфирующих устройств.

Действия при данном способе заключаются в следующем. Автомобиль необходимо установить на ровной площадке. Одна из его сторон энергично раскачивается руками и проверяется, через какой интервал времени кузов машины перестает раскачиваться. Данный способ, по понятным причинам, можно использовать только на легковых автомобилях. Допустимо сделать 1-2 раскачки. Если автомобиль продолжит «гулять», следовательно, неисправность амортизаторов очевидна.

Отрицательная сторона описанного способа в том, что так можно выявить только совсем негодный амортизирующий элемент. Хотя это самый оперативный и дешёвый (скорее даже бесплатный) вариант диагностики. Второй нюанс – не всегда устройство «играет». Случается так, что штоки просто клинит. В подобной ситуации произвести раскачку машины не получится.

Есть еще один способ – определение неисправности на ходу. Этот метод считается одним из самых верных. Поскольку он позволяет понять, корректно ли работает амортизирующее устройство. Как осуществить проверку? Необходимо очень внимательно последить за характером поведения транспортного средства. Если:

- Автомобиль постоянно «кидает» в сторону.
- Транспортное средство «с неохотой» реагирует на повороты руля.
- Машина качается на самых малых неровностях.
- На больших ямах можно услышать типичные глухие удары. Но они могут появляться не всегда по причине пробитых поршней. Может быть, изношены сайлент-блоки, на которых крепятся амортизаторы вверху и внизу.

Проведя подобную диагностику, стоит протестировать автомобиль при прохождении поворота. Транспортное средство не должно сильно крениться.

При выявлении одного или сразу нескольких из вышеуказанных признаков, сделайте вывод — амортизатор требует замены.

Список литературы

1. Романченко М.И. Транспорт в сельскохозяйственном производстве : Лекционный курс для студентов инженерного факультета специальности 11.03.01 «Механизация сельского хозяйства» / М.И. Романченко. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2008. – 128 с.
2. Романченко М.И. Силовые параметры качения колеса в ведущем режиме / М.И. Романченко // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 9. – С. 41–44.
3. Романченко М.И. Кинематические параметры качения колеса в ведущем режиме / М.И. Романченко // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2009. – № 2 (33). – С. 46–49.
4. Соловьев Е.В. Результаты расчетов режимов восстановления детали типа «полуось» вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», Майский, 28–29 мая 2019 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 106–107.

Порицкий В.М., преподаватель, **Цыпкина И.В.**, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ТЕХНИЧЕСКИЕ МОМЕНТЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПЕРЕДНЕЙ ПОДВЕСКИ АВТОБУСА ПАЗ-32053

Аннотация: Статья посвящена причинам ремонта передней подвески и трудностям, возникающим в процессе демонтирующих работ. Представлена конструкция передней подвески автобуса ПАЗ-32053. Предложены простые альтернативные методы демонтажа шкворней.

Ключевые слова: ремонт, люфт, шкворень, поворотный кулак, ступицы колес, балка, болт, опорный подшипник.

Poritsky V.M., teacher, **Tsyapkina I.V.**, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

TECHNICAL ASPECTS OF MAINTENANCE AND REPAIR OF THE FRONT SUSPENSION OF THE BUS PAZ-32053

Abstract: The article is devoted to the reasons for the repair of the front suspension and the difficulties that arise in the process of dismantling work. The design of the front suspension of the bus PAZ-32053 is presented. Simple alternative methods of dismantling the pins are proposed.

Keywords: repair, backlash, pin, steering knuckle, wheel hubs, beam, bolt, support bearing.

Незамедлительного обращения в автосервис по вопросу ремонта передней подвески автобуса требует возникновение хотя бы одной из следующих причин:

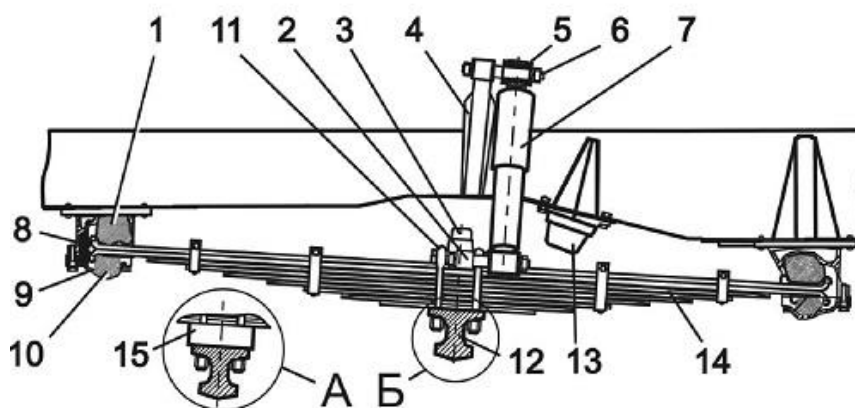
- Повышенный износ передних шин;
- Люфт во втулках шкворня передней балки;
- Люфт шкворня в балке;
- Подклинивание поворотного кулака вследствие разрушения опорного подшипника;
- Предельный (отрицательный) угол развала передних колес в следствии износа шкворня и втулок поворотного кулака;
- Вертикальный люфт поворотного кулака относительно балки в следствии износа опорного подшипника и регулировочной шайбы;
- Прогиб передней балки.

В результате вышеизложенных неисправностей автобуса ПАЗ, управление таким автобусом становится неприятным и даже опасным, а в некоторых случаях даже запрещена эксплуатация. При управлении автобусом с вышеперечисленными неисправностями сопровождается стуками при движении, отдающими в руль, затруднено маневрирование по полосам движения, плохо держит полосу – рыскает из стороны в сторону, закусывает рулевое колесо при поворотах и разворотах.

Передняя ось АО «КААЗ» состоит из балки двутаврового сечения, поворотных цапф и шкворней, закрепленных в бобышках балки клиньями (рисунок 1). Между

торцом верхней проушины вилки и торцом бобышки балки установлены регулировочные шайбы, с помощью которых устраняется зазор в соединении. Шкворни имеют две лыски под клин, расположенные под углом 90° , что позволяет поворачивать шкворень при одностороннем износе.

Опорные поверхности шкворня и упорный подшипник необходимо смазывать через две пресс-масленки. Ступицы колес вращаются на двух роликовых конических подшипниках. Подшипники защищены от загрязнения крышками ступиц с прокладками и двухкромочной манжетой, установленной на кольце за внутренним подшипником ступицы.



1 – опора чашки рессоры верхняя; 2 – кронштейн амортизатора; 3 – буфер основной; 4 – кронштейн амортизатора; 5 – втулка; 6 – палец амортизатора; 7 – амортизатор; 8 – упор; 9 – крышка кронштейна; 10 – опора нижняя; 11 – стремянка рессоры; 12 – балка передней оси; 13 – буфер; 14 – рессора; 15 – проставка.

А – для оси ОАО «КААЗ»; Б – для оси ООО «РязаньАвтоагрегат»

Рис. 1 – Подвеска передняя

При явной простоте конструкции, которая не меняется практически на всех грузовых автомобилях, замена шкворней вызывает порой большие трудности и много потраченного времени.

Первая проблема, которая возникает при откручивании верхней и нижней крышки шкворня. Это то, что заламываются болты, которыми крышки крепятся. Поэтому их необходимо обстучать. Просто несильно ударить молотком по шляпкам болтов. При необходимости болты нагреть и резко охладить.

Вторая проблема, это клин, который крепит шкворень в балке. В результате диффузии металла он очень сильно закипает в своём посадочном месте и это становится серьёзной проблемой. Что бы его выбить необходим очень резкий сильный удар. Здесь может помочь перфоратор. Да обычный строительный перфоратор. Но бывает, что и он не справляется. Тогда на помощь приходит строительный пистолет. На грузовых автосервисах, где нежелательно терять много времени на ремонт именно им, пользуются сразу. Однако, вероятность получить травму очень высокая. Если уже ничего не помогает – остаётся высверлить клин и выбить. То, что от него осталось, да и опытные сварщики с легкостью выдувают его резаком не задев балку.

Теперь самое интересное, требуется демонтировать шкворень, точнее выбить. Есть несколько вариантов демонтажа шкворня из балки. Идеальный вариант – использовать съёмник шкворней. Но он не всегда есть под рукой, чаще его нет чем есть, из-за высокой его стоимости. Вряд ли он всегда есть под рукой. Проще снять балку целиком и на стационарном гидравлическом прессе демонтировать шкворень из балки. Поэтому из-за таких сложностей слесари предпочитают выбирать вариант с кувалдой, а именно выбивать шкворень при помощи кувалды. Если после нескольких

сильных и точных ударов он остаётся на месте, бить дальше нет никакого смысла. Необходимо греть балку резаком практически до красна и то только для того, чтобы хоть немного сдвинуть шкворень с места. В результате диффузии шкворень и балка практически свариваются, необходимо разрушить это соединение. Всё, больше пока ничего делать не надо, чтобы не повредить балку.

Нагрев её, мы также нагреваем и сам шкворень. Балка находится снаружи, остывает быстрее, шкворень в нагретом состоянии становится толще, а балка начинает еще сильнее сужаться. Бить стучать бесполезно, пока они не остынут естественным образом до температуры окружающей среды, принудительное охлаждение тоже ничего не даст, нужно ждать, а лучше оставить эту затею на следующий день, утро вечера мудренее, это же все из жизни. Выбить конечно можно и сразу. Если балку постоянно держать в нагретом состоянии желательно до красна, но тогда она просто придёт в негодность. Как правило на утро шкворень легко выходит из балки. По закону подлости если разборка одной стороны не составила хлопот, то вторая обязательно принесит какой-нибудь сюрприз. Спешить нельзя, требуется все продумать до мелочей, не забывая технику безопасности. Основной травматизм случается по спешке. Самое главное здоровье, а железки они никогда не закончатся. Одни уйдут в металлолом, нальют другие.

Ещё один нюанс, заключается в том, чтобы не было осевого биения между балкой и поворотным кулаком. Это достигается регулировочными шайбами, и вот тут лениться не надо. Чтобы опорный подшипник и втулки прослужили дольше. И самое главное – своевременно нужно проводить ТО поворотным кулакам балки, а именно проводить своевременную смазку четырех точек обслуживания. Своевременная смазка на прямую влияет на легкость поворота рулевого колеса и на комфорт управления автомобилем.

Список литературы

1. 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 ГАУ, 2019. – С. 246–251.

2. Стребков С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 181 с.

3. Романченко М.И. Транспорт в сельскохозяйственном производстве : Лекционный курс для студентов инженерного факультета специальности 11.03.01 «Механизация сельского хозяйства» / М.И. Романченко. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2008. – 128 с.

4. 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. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 358–360.

5. 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 ГАУ, 2021. – С. 105–109.

Романченко М.И., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

СИЛОВЫЕ СООТНОШЕНИЯ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА В ВЕДОМОМ РЕЖИМЕ С УЧЕТОМ СМЕЩЕНИЯ НОРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация: получены аналитические выражения, определяющие силовые соотношения при качении колеса в ведомом режиме с учетом смещения нормальной реакции опорной поверхности. Приведены расчеты для тракторного колеса с шиной модели Goodyear OPTITRAC DT812 типоразмера 520/70R38.

Ключевые слова: колесо, шина, качение, ведомый режим, сила, реакция, смещение.

Romanchenko M.I., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

FORCE RATIOS WHEN THE WHEEL IS ROLLING IN THE DRIVEN MODE, TAKING INTO ACCOUNT THE DISPLACEMENT OF THE NORMAL REACTION OF THE SUPPORT SURFACE

Abstract: expressions are obtained that determine the force relations when the wheel is rolling in the driven mode, taking into account the displacement of the normal reaction of the support surface. Calculations are given for a tractor wheel with a tire model Goodyear OPTITRAC DT812 size 520/70R38.

Keywords: wheel, tire, rolling, driven mode, force, reaction, displacement.

Для вывода силовых соотношений при качении колеса в ведомом режиме используют, как правило, либо динамический радиус [1-2], либо радиус качения в свободном режиме [3-6].

При качении колеса в ведомом режиме к его оси прикладывается продольная толкающая сила P_x , направленная в сторону поступательного перемещения колеса. Ей противодействует в обратном направлении продольная реакция R_x , приложенная в плоскости контактной площадки шины, при этом

$$P_x = R_x. \quad (1)$$

При определении смещения нормальной реакции опорной поверхности относительно геометрического центра контактной площадки шины в ведомом режиме качения следует исходить из уравнения моментов

$$R_x r_{к\text{вдм}} = M_{\text{деф}} + R_x (r_{к\text{вдм}} - r_{к\text{св}}), \quad (2)$$

где $r_{к\text{вдм}}$ – радиус качения колеса в ведомом режиме.

Выражение (2) может быть представлено в свернутом виде

$$M_{\text{деф}} = R_x r_{к\text{св}}. \quad (3)$$

Это выражение можно представить также в другом виде для выделения всех составляющих баланса моментов, действующих на колесо. Первая составляющая – это момент от пары сил, – продольной толкающей силы P_x и продольной реакции R_x опорной поверхности, действующих на плече, отождествляемом с динамическим радиусом шины r_d , близким по величине к статическому радиусу шины $r_{ст}$. Вторая составляющая – это момент от пары сил, – нормальной нагрузки на колесо G_k и нормальной реакции опорной поверхности R_z , действующих на плече $a_{нр\ в\ д\ м}$, отождествляемом со смещением центра нормальной реакции опорной поверхности при несимметричной форме эпюры элементарных нормальных реакций.

Эти две силовые составляющие баланса моментов преодолевают момент сопротивления деформации шины $M_{деф}$

$$M_{деф} = R_x r_d + R_z a_{нр\ в\ д\ м}. \quad (4)$$

Из уравнения (3) можно получить другое развернутое выражение на основе динамического радиуса

$$M_{деф} = R_x r_d + R_x (r_{к\ с\ в} - r_d). \quad (5)$$

Из равенства уравнений (4) и (5) следует равенство вторых слагаемых правых частей, то есть

$$R_z a_{нр\ в\ д\ м} = R_x (r_{к\ с\ в} - r_d). \quad (6)$$

С учетом выражения (3) уравнение (4) приобретает вид

$$M_{деф} = \frac{M_{деф} r_d}{r_{к\ с\ в}} + R_z a_{нр\ в\ д\ м}. \quad (7)$$

Из выражения (7) можно определить смещение центра нормальной реакции опорной поверхности $a_{нр\ в\ д\ м}$, обусловленное действием продольной силы

$$a_{нр\ в\ д\ м} = \frac{M_{деф}}{R_z} \left(1 - \frac{r_d}{r_{к\ с\ в}} \right). \quad (8)$$

Второй вариант представления баланса моментов можно представить в ином виде, отправляясь от выражения (7),

$$R_z a_{нр\ с\ в} = \frac{M_{деф} r_d}{r_{к\ с\ в}} + R_z a_{нр\ в\ д\ м}, \quad (9)$$

исходя из того, что момент сопротивления деформации шины в свободном режиме качения колеса вызывает смещение центра нормальной реакции опорной поверхности на величину $a_{нр\ с\ в}$

$$M_{деф} = R_z a_{нр\ с\ в}. \quad (10)$$

$$R_z a_{нр\ с\ в} = \frac{M_{деф} r_d}{r_{к\ с\ в}} + R_z a_{нр\ в\ д\ м}. \quad (11)$$

В результате преобразования выражения (9) имеем

$$R_z (a_{нр\ с\ в} - a_{нр\ в\ д\ м}) = \frac{M_{деф} r_d}{r_{к\ с\ в}}. \quad (12)$$

Разность смещений центра нормальной реакции опорной поверхности, обозначенное в последующем изложении как позиционное смещение $a_{нр\ поз}$, ВЫ-

деленное скобками в левой части выражения (12), определяется правой частью этого выражения, деленной на R_z ,

$$a_{\text{нр поз}} = a_{\text{нр св}} - a_{\text{нр вдм}} = \frac{M_{\text{деф}} r_{\text{д}}}{R_z r_{\text{к св}}}. \quad (13)$$

Третий вариант представления баланса моментов имеет вид

$$R_x r_{\text{д}} = R_z a_{\text{нр поз}}. \quad (14)$$

Откуда позиционное смещение центра нормальной реакции составляет величину

$$a_{\text{нр поз}} = \frac{R_x r_{\text{д}}}{R_z}, \quad (15)$$

или, посредством момента сопротивления деформации шины,

$$a_{\text{нр поз}} = \frac{M_{\text{деф}} r_{\text{д}}}{r_{\text{к св}} R_z}. \quad (16)$$

Это выражение совпадает с выражением (13).

Ниже в качестве примера выполнен расчет силовых соотношений для колеса с шиной модели Goodyear OPTITRAC DT812 типоразмера 520/70R38, устанавливаемой на ведущие колеса трактора БЕЛАРУС 1523 при следующих исходных данных:

- нормальная нагрузка на колесо $G_k = 19,5$ кН;
- динамический (статический) радиус колеса при нормальной (вертикальной) нагрузке и соответствующем этой нагрузке внутреннем давлении воздуха в шине $r_{\text{д}} = 0,782$ м;
- статический нормальный прогиб шины $h_{\text{ст}} = 94,0$ мм = 0,094 м;
- длина контактной площадки шины $l_{\text{кп}} = 737,3$ мм = 0,737 м;
- центральный угол контактной площадки шины на твердой опорной поверхности $\alpha_{\text{к}} = 0,881$ рад.

Радиус качения колеса в свободном режиме

$$r_{\text{к св}} = \frac{l_{\text{кп}}}{\alpha_{\text{к}}}. \quad (17)$$

$$r_{\text{к св}} = \frac{0,737}{0,881} = 0,837 \text{ м.}$$

Момент сопротивления деформации шины при качении колеса

$$M_{\text{деф}} = \frac{G_k h_{\text{ст}}}{2 \pi}, \quad (18)$$

$$M_{\text{деф}} = \frac{19,5 \cdot 0,094}{2 \pi} = 0,292 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Момент сопротивления деформации шины преодолевается приложенным к колесу крутящим моментом $M_{\text{к деф}} = M_{\text{деф}} = 0,292$ кН м.

Продольная реакция опорной поверхности шины в ведомом режиме качения колеса, полученная из выражения (3), составляет

$$R_x = \frac{M_{\text{деф}}}{r_{\text{к св}}}, \quad (19)$$

$$R_x = \frac{0,292}{0,837} = 0,349 \text{ кН.}$$

Смещение центра нормальной реакции опорной поверхности $a_{\text{нр вدم}}$ в ведомом режиме качения колеса в соответствии с выражением (8) составляет

$$a_{\text{нр вدم}} = \frac{0,292}{19,5} \left(1 - \frac{0,782}{0,837} \right) = 0,000984 \text{ м} = 0,984 \text{ мм.}$$

Позиционное смещение центра нормальной реакции опорной поверхности шины, определенное по формуле (12) или (15), составляет

$$a_{\text{нр поз}} = \frac{0,292 \cdot 0,782}{19,5 \cdot 0,837} = 0,01399 \text{ м} = 13,99 \text{ мм.}$$

Полученные аналитические выражения силовых соотношений при качении колеса в ведомом режиме свидетельствуют в пользу совместного использования в качестве расчетных параметров двух радиусов – радиуса качения колеса в свободном режиме $r_{\text{к св}}$ и динамического радиуса колеса $r_{\text{д}}$.

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 (с международным участием): в 2-х томах, Тюмень, 20–22 декабря 2016 года. Том 1. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2016. – 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 необходимости проверок научных результатов // Транспортные и транспортно-технологические системы : Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 14 апреля 2016 года. – Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2016. – С. 250–255.
5. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном и ведущем режимах // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 1 (29). – С. 74–87.
6. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций в свободном и ведомом режимах качения колеса // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2023. – № 2 (38). – С. 40–47.

Романченко М.И., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

СИЛОВЫЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ВЕДОМОГО РЕЖИМА КАЧЕНИЯ КОЛЕСА С УЧЕТОМ СМЕЩЕНИЯ НОРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация: получены аналитические выражения, определяющие силовые и геометрические соотношения для ведомого режима качения колеса с учетом смещения нормальной реакции опорной поверхности. Приведены расчеты для тракторного колеса с шиной модели Goodyear OPTITRAC DT812 типоразмера 520/70R38.

Ключевые слова: колесо, шина, качение, ведомый режим, сила, реакция, смещение.

Romanchenko M.I., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

FORCE AND GEOMETRIC RELATIONS FOR THE DRIVEN ROLLING MODE OF THE WHEEL, TAKING INTO ACCOUNT THE DISPLACEMENT OF THE NORMAL REACTION OF THE BEARING SURFACE

Abstract: analytical expressions defining the force and geometric relations for the driven rolling mode of the wheel, taking into account the displacement of the normal reaction of the support surface, are obtained. Calculations are given for a tractor wheel with a tire model Goodyear OPTITRAC DT812 type 520/70R38.

Keywords: wheel, tire, rolling, driven mode, force, reaction, displacement.

При выводе силовых и геометрических соотношений для ведомого режима качения колеса используют один из радиусов – динамический радиус r_d [1, 2] или радиус качения в свободном режиме $r_{к св}$ [3-6].

Ведомый режим качения колеса реализуется приложением к его оси продольной толкающей силы P_x по ходу движения колеса и противодействующей ей против направления движения продольной реакции R_x опорной поверхности.

При этом соблюдается равенство

$$P_x = R_x. \quad (1)$$

Момент сопротивления деформации шины определяется выражением

$$M_{деф} = R_x r_{к св}. \quad (2)$$

Эту зависимость можно представить в развернутом виде

$$M_{деф} = R_x r_d + R_x (r_{к св} - r_d). \quad (3)$$

Поскольку справедливы соотношения

$$M_{\text{деф}} = R_z a_{\text{нр св}}, \quad (4)$$

где $a_{\text{нр св}}$ – плечо действия нормальной нагрузки на колесо и нормальной реакции опорной поверхности, отождествляемое с геометрическим смещением центра нормальной реакции опорной поверхности при несимметричной форме эпюры элементарных нормальных реакций, и

$$R_x (r_{\text{к св}} - r_{\text{д}}) = R_z a_{\text{нр вдм}}, \quad (5)$$

где $a_{\text{нр вдм}}$ – плечо действия нормальной нагрузки на колесо и нормальной реакции опорной поверхности, отождествляемое с геометрическим смещением центра нормальной реакции опорной поверхности шины, вызванным действием продольной силы и продольной реакции, имеем

$$R_z a_{\text{нр св}} = R_x r_{\text{д}} + R_z a_{\text{нр вдм}}. \quad (6)$$

Продольную реакцию можно также представить посредством коэффициента продольной силы k_{R_x} в прямо пропорциональной связи с нормальной реакцией опорной поверхности

$$R_x = R_z k_{R_x}. \quad (7)$$

Тогда

$$R_z a_{\text{нр св}} = R_z k_{R_x} r_{\text{д}} + R_z a_{\text{нр вдм}}. \quad (8)$$

После сокращения обеих частей выражения на R_z получим соотношение для определения геометрического смещения $a_{\text{нр св}}$ нормальной реакции опорной поверхности в свободном режиме качения колеса и геометрического смещения $a_{\text{нр вдм}}$ центра нормальной реакции в ведомом режиме качения

$$a_{\text{нр св}} = k_{R_x} r_{\text{д}} + a_{\text{нр вдм}}. \quad (9)$$

Откуда следует

$$a_{\text{нр вдм}} = a_{\text{нр св}} - k_{R_x} r_{\text{д}}. \quad (10)$$

Позиционное смещение центра нормальной реакции против направления движения оси колеса при его качении в ведомом режиме составляет

$$a_{\text{нр поз}} = a_{\text{нр св}} - a_{\text{нр вдм}} = k_{R_x} r_{\text{д}}. \quad (11)$$

Продольную реакцию опорной поверхности можно выразить по-другому.

$$R_x = R_z k_{R_x} = R_z a_{\text{нр вдм}}. \quad (12)$$

$$R_x = R_z k_{R_x} = \frac{R_z a_{\text{нр вдм}}}{r_{\text{к св}} - r_{\text{д}}}. \quad (13)$$

Перейдя к нормальной реакции, получим выражение

$$R_z a_{\text{нр св}} = \frac{R_z a_{\text{нр вдм}}}{r_{\text{к св}} - r_{\text{д}}} r_{\text{д}} + R_z a_{\text{нр вдм}}. \quad (14)$$

После сокращения на R_z смещение $a_{\text{нр св}}$ центра нормальной реакции в свободном режиме качения колеса можно выразить таким образом

$$\begin{aligned} a_{\text{нр св}} &= a_{\text{нр вдм}} \frac{r_{\text{д}}}{r_{\text{к св}} - r_{\text{д}}} + a_{\text{нр вдм}} = a_{\text{нр вдм}} \left(\frac{r_{\text{д}}}{r_{\text{к св}} - r_{\text{д}}} + 1 \right) = \\ &= a_{\text{нр вдм}} \left(\frac{r_{\text{к св}}}{r_{\text{к св}} - r_{\text{д}}} \right). \end{aligned} \quad (15)$$

Выразим отсюда смещение центра нормальной реакции $a_{\text{нр вdm}}$

$$a_{\text{нр вdm}} = a_{\text{нр св}} \frac{r_{\text{к св}} - r_{\text{д}}}{r_{\text{к св}}}. \quad (16)$$

Позиционное смещение центра нормальной реакции можно представить выражением

$$a_{\text{нр поз}} = a_{\text{нр св}} \frac{r_{\text{д}}}{r_{\text{к св}}}. \quad (17)$$

или

$$a_{\text{нр поз}} = \frac{h_{\text{ст}}}{2 \pi} \frac{r_{\text{д}}}{r_{\text{к св}}}. \quad (18)$$

где составной частью присутствует коэффициент продольной силы в виде

$$k_{R_x} = \frac{h_{\text{ст}}}{2 \pi r_{\text{к св}}}. \quad (19)$$

Ниже в качестве примера выполнен расчет силовых и геометрических соотношений для колеса с шиной модели Goodyear OPTITRAC DT812 типоразмера 520/70R38, устанавливаемой на ведущие колеса трактора БЕЛАРУС 1523, при следующих исходных данных:

- нормальная нагрузка на колесо $G_{\text{к}} = 19,5$ кН;
- динамический радиус колеса при нормальной (вертикальной) нагрузке и соответствующем внутреннем давлении воздуха в шине $r_{\text{д}} = 0,782$ м;
- статический нормальный прогиб шины $h_{\text{ст}} = 94,0$ мм = 0,094 м;
- длина контактной площадки шины $l_{\text{кп}} = 737,3$ мм = 0,737 м;
- центральный угол контактной площадки шины $\alpha_{\text{к}} = 0,881$ рад.

Радиус качения колеса в свободном режиме

$$r_{\text{к св}} = \frac{l_{\text{кп}}}{\alpha_{\text{к}}}. \quad (20)$$

$$r_{\text{к св}} = \frac{0,737}{0,881} = 0,837 \text{ м.}$$

Момент сопротивления деформации шины при качении колеса

$$M_{\text{деф}} = \frac{G_{\text{к}} h_{\text{ст}}}{2 \pi}, \quad (21)$$

$$M_{\text{деф}} = \frac{19,5 \cdot 0,094}{2 \pi} = 0,292 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Момент сопротивления деформации шины преодолевается приложенным к колесу крутящим моментом

$$M_{\text{к деф.}} = M_{\text{деф}} = 0,292 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Продольная реакция опорной поверхности шины в ведомом режиме качения колеса, полученная из выражения (2), составляет

$$R_x = \frac{M_{\text{деф}}}{r_{\text{к св}}}, \quad (22)$$

$$R_x = \frac{0,292}{0,837} = 0,349 \text{ кН.}$$

Геометрическое смещение центра нормальной реакции в свободном режиме качения колеса составляет, исходя из преобразованного выражения (4),

$$a_{\text{нр св}} = \frac{M_{\text{деф}}}{R_z}, \quad (23)$$

$$a_{\text{нр св}} = \frac{0,292}{19,5} = 0,01497 \text{ м} = 14,97 \text{ мм.}$$

Из выражения (16) смещение центра нормальной реакции составляет

$$a_{\text{нр в.д.м}} = 0,01497 \frac{0,837 - 0,782}{0,837} = 0,000984 \text{ м} = 0,984 \text{ мм.}$$

Позиционное смещение центра нормальной реакции опорной поверхности в ведомом режиме качения колеса составляет из выражения (11)

$$a_{\text{нр поз}} = 14,97 - 0,984 = 13,99 \text{ мм.}$$

Его следует трактовать как разность между смещениями центра нормальной реакции в свободном и ведомом режимах качения колеса.

Коэффициент продольной силы в ведомом режиме качения колеса составляет в соответствии с выражением (19)

$$k_{Rx} = \frac{0,094}{2 \pi \cdot 0,837} = 0,0179. \quad (24)$$

Полученные выражения для расчета силовых и геометрических параметров при качении колеса в ведомом режиме свидетельствуют о правомерности применения в качестве определяющих параметрических величин не одного из двух радиусов – радиуса качения колеса в свободном режиме $r_{\text{кс}}$ и динамического радиуса колеса $r_{\text{д}}$, – а обоих радиусов совместно.

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 (с международным участием): в 2-х томах, Тюмень, 20–22 декабря 2016 года. Том 1. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2016. – 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 необходимости проверок научных результатов // Транспортные и транспортно-технологические системы : Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 14 апреля 2016 года. – Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2016. – С. 250–255.
5. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном и ведущем режимах // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 1 (29). – С. 74–87.
6. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций в свободном и ведомом режимах качения колеса // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2023. – № 2 (38). – С. 40–47.

Романченко М.И., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ВЗАИМОСВЯЗЬ СИЛОВЫХ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА В ВЕДУЩЕМ РЕЖИМЕ

Аннотация: получены аналитические выражения, определяющие взаимосвязь силовых и геометрических параметров при качении колеса в ведущем режиме с учетом смещения центра нормальной реакции опорной поверхности. Приведен пример расчетов для тракторного колеса с шиной модели Goodyear OPTITRAC DT812 типоразмера 520/70R38.

Ключевые слова: колесо, шина, качение, ведущий режим, параметр, сила, реакция, смещение.

Romanchenko M.I., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

THE RELATIONSHIP OF POWER AND GEOMETRIC PARAMETERS WHEN THE WHEEL IS ROLLING IN THE DRIVING MODE

Abstract: analytical expressions are obtained that determine the relationship of power and geometric parameters when the wheel is rolling in the driving mode, taking into account the displacement of the center of the normal reaction of the support surface. An example of calculations for a tractor wheel with a tire model Goodyear OPTITRAC DT812 size 520/70R38 is given.

Keywords: wheel, tire, rolling, driving mode, parameter, force, reaction, displacement.

При определении взаимосвязи силовых и геометрических параметров качения колеса в ведущем режиме находит применение либо динамический радиус [1], либо радиус качения в свободном режиме [2-4].

При качении колеса в ведущем режиме к нему приложены крутящий момент M_k , момент сопротивления деформации шины $M_{\text{деф}}$, продольная сила P_x , направленная против движения колеса, противодействующая ей в направлении движения колеса продольная реакция R_x , находящаяся в плоскости опорной поверхности. На колесо действует также нормальная (вертикальная) сила G_k и нормальная реакция опорной поверхности R_z .

При этом соблюдается равенство сил и реакций

$$P_x = R_x. \quad (1)$$

$$G_k = R_z. \quad (2)$$

Для определения геометрического смещения нормальной реакции опорной поверхности относительно центра контактной площадки шины в ведущем режиме качения колеса следует исходить из уравнения моментов.

Крутящий момент, подводимый к колесу, определяется выражением

$$M_k = M_{\text{деф}} + R_x r_{\text{к св}}. \quad (3)$$

При качении колеса в ведомом режиме выражение (3) трансформируется и приобретает простую линейную форму зависимости

$$M_{\text{деф}} = R_x r_{\text{к св}}. \quad (4)$$

В альтернативной форме можно выразить по-другому с привязкой к динамическому радиусу колеса

$$M_k = M_{\text{деф}} + R_x r_d + R_x (r_{\text{к св}} - r_d), \quad (5)$$

где r_d – динамический радиус колеса, близкий к статическому радиусу $r_{\text{ст}}$ по своему численному значению, $r_{\text{к св}}$ – радиус качения колеса в свободном режиме.

Поскольку момент сопротивления деформации шины можно представить выражением

$$M_{\text{деф}} = R_z a_{\text{нр св}}, \quad (6)$$

где $a_{\text{нр св}}$ – смещение центра нормальных реакций опорной поверхности для случая свободного режима качения колеса, а третья составляющая правой части выражения (5) уподобляется моменту от действия нормальной (вертикальной) нагрузки на колесо G_k и нормальной (вертикальной) реакции R_z опорной поверхности на плече, отождествляемом с позиционным смещением $a_{\text{нр вщ п}}$ центра нормальных реакций опорной поверхности шины, выражение (4) приобретает вид

$$M_k = R_z a_{\text{нр св}} + R_x r_d + R_z a_{\text{нр вщ п}}. \quad (7)$$

В свою очередь продольная реакция R_x может быть выражена посредством коэффициента продольной силы k_{R_x} , связывающего эту продольную реакцию с нормальной реакцией опорной поверхности R_z

$$M_k = R_z a_{\text{нр св}} + R_z k_{R_x} r_d + R_z a_{\text{нр вщ п}}. \quad (8)$$

Совокупное смещение центра нормальных реакций в направлении поступательного движения колеса составляет сумму двух величин

$$a_{\text{нр вщ п}} = a_{\text{нр св}} + a_{\text{нр вщ п}}. \quad (9)$$

К исходному, первоначальному смещению, обусловленному свободным режимом качения колеса, присовокупляется дополнительное позиционное смещение нормальной реакции опорной поверхности $a_{\text{нр вщ п}}$.

В другой форме совокупное смещение центра нормальных реакций выражается посредством коэффициента продольной силы

$$a_{\text{нр вщ п}} = a_{\text{нр св}} + k_{R_x} (r_{\text{к св}} - r_d). \quad (10)$$

Таким образом, располагая текущим значением коэффициента продольной силы, можно установить взаимосвязь геометрического параметра смещения нормальной реакции с силовым параметром – коэффициентом продольной силы, зависящим от нагрузки на колесо и условий сцепления шины с опорной поверхностью. Как следует из выражения (10), эта взаимосвязь линейная с постоянной составляющей смещения $a_{\text{нр св}}$, что упрощает пользование ею при расчетах, особенно в случае реализации колесом максимальной продольной силы, именуемой в тяговой динамике колесного движителя максимальной силой тяги.

Ниже в качестве примера выполнен расчет силовых и геометрических параметров для ведущего колеса трактора БЕЛАРУС 1523 типоразмера 520/70R38, оснащенного шиной модели Goodyear OPTITRAC DT812.

Приняты следующие исходные данные:

- нормальная нагрузка на колесо $G_k = 19,5$ кН;
- динамический (статический) радиус колеса при нормальной (вертикальной) нагрузке и соответствующем ей внутреннем давлении воздуха в шине $r_d = 0,782$ м;
- статический нормальный прогиб шины $h_{ст} = 94,0$ мм = 0,094 м;
- длина контактной площадки шины $l_{кп} = 737,3$ мм = 0,737 м;
- центральный угол контактной площадки шины на твердой опорной поверхности $\alpha_k = 0,881$ рад;
- коэффициент трения покоя элементов контактной площадки шины на опорной поверхности $\mu_{пок} = 0,85$;
- коэффициент трения буксования элементов контактной площадки шины на опорной поверхности при полном буксовании колеса $\mu_{букс} = 0,7$.

Радиус качения колеса в свободном режиме

$$r_{к св} = \frac{l_{кп}}{\alpha_k} \quad (11)$$

$$r_{к св} = \frac{0,737}{0,881} = 0,837 \text{ м.}$$

Момент сопротивления деформации шины при качении колеса

$$M_{деф} = \frac{G_k h_{ст}}{2 \pi}, \quad (12)$$

$$M_{деф} = \frac{19,5 \cdot 0,094}{2 \pi} = 0,292 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Максимальное значение коэффициента продольной силы для расчетной нагрузки колеса и принятых условий сцепления шины с опорной поверхностью составляет $k_{Rx \max} = 0,8084$ [6].

Смещение центра нормальных реакций опорной поверхности применительно к свободному режиму качения колеса составляет из выражения (6)

$$a_{нр св} = \frac{M_{деф}}{R_z}, \quad (13)$$

$$a_{нр св} = \frac{0,292}{19,5} = 0,01497 \text{ м} = 14,97 \text{ мм.}$$

Позиционное смещение $a_{нр поз}$ в ведущем режиме качения колеса составляет, с принятием во внимание выражения (9) и (10), величину

$$a_{нр поз} = k_{Rx} (r_{к св} - r_d). \quad (14)$$

$$a_{нр поз} = 0,8084 (0,837 - 0,782) = 0,04446 \text{ м} = 44,46 \text{ мм.}$$

Совокупное смещение центра нормальных реакций опорной поверхности, определенное по формуле (9), составляет

$$a_{нр вщ} = 14,97 + 44,46 = 59,43 \text{ мм.}$$

Максимальное увеличение геометрического смещения центра нормальных реакций в режиме максимальной силы тяги ведущего колеса по сравнению со смещением в свободном режиме составляет 44,46 мм.

Таким образом, полученные выражения взаимосвязи силовых и геометрических параметров при качении колеса в ведущем режиме определяют правомерность совместного применения в качестве основных расчетных параметров двух радиусов – радиуса качения колеса в свободном режиме $r_{к\text{ св}}$ и динамического радиуса колеса $r_{д}$.

Список литературы

1. Копотилов 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. Копотилов 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 (с международным участием): в 2-х томах, Тюмень, 20–22 декабря 2016 года. Том 1. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2016. – 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 необходимости проверок научных результатов // Транспортные и транспортно-технологические системы : Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 14 апреля 2016 года. – Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2016. – С. 250–255.
5. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций при качении колеса в свободном и ведущем режимах // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 1 (29). – С. 74–87.
6. Романченко М.И. Моделирование силовых параметров шины на основе переменной эпюры нормальных реакций в свободном и ведомом режимах качения колеса // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2023. – № 2 (38). – С. 40–47.

Романченко М.И., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

СИЛОВАЯ ГЕОМЕТРИЯ ШИНЫ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА В ТОРМОЗНОМ РЕЖИМЕ С УЧЕТОМ СМЕЩЕНИЯ ЦЕНТРА НОРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация: получены выражения для определения параметров силовой геометрии шины в тормозном режиме качения колеса с учетом смещения центра нормальной реакции опорной поверхности. Установлена линейная прямо пропорциональная зависимость между смещением и коэффициентом продольной силы.

Ключевые слова: колесо, шина, качение, тормозной режим, сила, реакция, геометрическое смещение.

Romanchenko M.I., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

THE FORCE GEOMETRY OF THE TIRE WHEN THE WHEEL IS ROLLING IN BRAKING MODE, TAKING INTO ACCOUNT THE DISPLACEMENT OF THE CENTER OF THE NORMAL REACTION OF THE BEARING SURFACE

Abstract: expressions are obtained for determining the parameters of the power geometry of the tire in the braking mode of rolling the wheel, taking into account the displacement of the center of the normal reaction of the support surface. A linear directly proportional relationship between the displacement and the coefficient of longitudinal force is established.

Keywords: wheel, tire, rolling, driven mode, force, reaction, displacement.

Для вывода уравнений силовых и мощностных балансов колеса при его качении в тормозном режиме используют, как правило, либо динамический радиус r_d [1-4], либо радиус качения в свободном режиме $r_{к св}$ [5-12]. При равномерном движении колеса с постоянной вертикальной нагрузкой на него динамический радиус шины принимается равным статическому радиусу шины с незначительной погрешностью, то есть $r_d = r_{ст}$.

При качении колеса в тормозном режиме к нему приложены тормозной момент $M_{торм}$, момент сопротивления деформации шины $M_{деф}$, продольная сила P_x , направленная по ходу движения колеса, продольная реакция R_x , противодействующая ей в обратном направлении и расположенная в плоскости контактной площадки шины и опорной поверхности. На колесо действует также нормальная (вертикальная) сила G_k и нормальная реакция опорной поверхности R_z .

При этом противодействующие силы и реакции попарно равны между собой

$$P_x = R_x. \quad (1)$$

$$G_k = R_z. \quad (2)$$

Для определения линейного смещения центра нормальной реакции опорной поверхности относительно геометрического центра контактной площадки шины в тормозном режиме качения колеса следует исходить из уравнения моментов.

Тормозной момент, подводимый к колесу, определяется выражением

$$M_{\text{торм}} = R_x r_{\text{к св}} - M_{\text{деф}}. \quad (3)$$

Это выражение может быть представлено в развернутом виде с одновременным добавлением (со знаком «+») и удалением (со знаком «-») в правой части уравнения момента продольной реакции R_x , действующей на силовом плече, равном динамическому радиусу колеса r_d .

$$M_{\text{торм}} = R_x r_d + R_x (r_{\text{к св}} - r_d) - M_{\text{деф}}. \quad (4)$$

Вторая составляющая правой части выражения (4) представляет собой момент от действия пары сил – нормальной нагрузки на колесо G_k и нормальной реакции опорной поверхности R_z на плече, равном позиционному смещению $a_{\text{нр поз}}$ центра нормальной реакции опорной поверхности, то есть справедливо уравнение

$$R_z a_{\text{нр поз}} = R_x (r_{\text{к св}} - r_d). \quad (5)$$

Третья составляющая правой части выражения (4) представляет собой момент сопротивления деформации шины. Его можно заменить моментом от действия той же пары сил – нормальной нагрузки на колесо G_k и нормальной реакции опорной поверхности R_z на плече, равном линейному смещению $a_{\text{нр св}}$ центра нормальной реакции опорной поверхности при качении колеса в свободном режиме.

С введением в рассмотрение коэффициента продольной силы k_{R_x} , связывающего прямо пропорциональной зависимостью продольную R_x и нормальную R_z реакции опорной поверхности, выражение будет выглядеть следующим образом

$$R_z a_{\text{нр поз}} = k_{R_x} R_z (r_{\text{к св}} - r_d), \quad (6)$$

или, после сокращения,

$$a_{\text{нр поз}} = k_{R_x} (r_{\text{к св}} - r_d). \quad (7)$$

С учетом замены составляющих выражения (4) их аналогами тормозной момент можно представить выражением

$$M_{\text{торм}} = k_{R_x} R_z r_d + R_z a_{\text{нр поз}} - R_z a_{\text{нр св}}, \quad (8)$$

или, объединяя два последних слагаемых с общим множителем,

$$M_{\text{торм}} = k_{R_x} R_z r_d + R_z (a_{\text{нр поз}} - a_{\text{нр св}}). \quad (9)$$

Совокупное линейное смещение центра нормальных реакций опорной поверхности относительно геометрического центра контактной площадки шины определяется алгебраической разницей двух составляющих

$$a_{\text{нр торм}} = a_{\text{нр поз}} - a_{\text{нр св}}. \quad (10)$$

С принятием во внимание выражения (7) получим

$$a_{\text{нр торм}} = k_{Rx} (r_{\text{к св}} - r_{\text{д}}) - a_{\text{нр св}}. \quad (11)$$

Как видно, это выражение определяет прямо пропорциональную зависимость линейного смещения $a_{\text{нр торм}}$ центра нормальных реакций опорной поверхности от коэффициента продольной силы k_{Rx} .

Последовательное линейное смещение центра нормальных реакций в направлении против движения оси колеса, при определенном постепенно возрастающем значении коэффициента продольной силы, происходит с переходом через нулевое значение, при нахождении в этот момент центра нормальной реакции в геометрическом центре контактной площадки шины.

Приравняв левую часть уравнения (11) к нулю, получим возможность определения численного значения коэффициента продольной силы при нулевом смещении центра нормальной реакции

$$k_{Rx} = \frac{a_{\text{нр св}}}{r_{\text{к св}} - r_{\text{д}}}. \quad (12)$$

Полученные выражения для определения параметров силовой геометрии шины при качении колеса в тормозном режиме основаны на совместном использовании в качестве базовых расчетных параметров двух радиусов – радиуса качения колеса в свободном режиме $r_{\text{кс}}$ и динамического радиуса колеса $r_{\text{д}}$.

Список литературы

1. Копотилов 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 (с международным участием): в 2-х томах, Тюмень, 20–22 декабря 2016 года. Том 1. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2016. – С. 191–198.
2. Копотилов В.И., Пархоменко Л.Б. Анализ уравнений силового и мощностного баланса ведущего колеса автомобиля // Нефть и газ Западной Сибири : Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Косухина Анатолия Николаевича, Тюмень, 15–16 октября 2015 года. Том III. – Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2015. – С. 206–209.
3. Копотилов В.И. Использование кинематического радиуса в механике качения эластичного колеса // Грузовик. – 2021. – № 4. – С. 13–22.
4. Копотилов В.И. Использование кинематического радиуса в механике качения эластичного колеса // Грузовик. – 2021. – № 5. – С. 17–27.
5. Пожидаев С.П. О некоторых уточнениях теории качения эластичного колеса // Автомобильная промышленность, 2013. - № 12. – С. 13–15.
6. Пожидаев С.П. О необходимости проверок научных результатов // Транспортные и транспортно-технологические системы : Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 14 апреля 2016 года. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2016. – С. 250–255.
7. Пожидаев С.П. О парадоксе в теории движения колесных самоходных машин / С.П. Пожидаев // Нефть и газ Западной Сибири : Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Косухина Анатолия Николаевича, Тюмень, 15–16 октября 2015 года. Том III. – Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2015. – С. 297–302.
8. Пожидаев С.П. О причине, приведшей к заблуждению о возможности применения динамического радиуса в теории движения колесных самоходных машин // Нефть и газ Западной Сибири : Материалы Международной научно-технической конференции, посвящен-

ной 90-летию со дня рождения Косухина Анатолия Николаевича, Тюмень, 15–16 октября 2015 года. Том III. – Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2015. – С. 302–306.

9. Романченко М.И. Уравнения балансов при качении колеса в ведомом и тормозном режимах на основе линейных и угловых перемещений точек шины и колеса // Проблемы эксплуатации автомобильного транспорта и пути их решения на основе перспективных технологий и научно-технических решений : материалы Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 06–07 октября 2022 года. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. – С. 57–63.

10. Романченко М.И. Уравнения балансов при качении колеса в тормозном 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. 155–156.

11. Романченко М.И. Балансы энергии, мощности, моментов и сил при качении колеса в ведомом, нейтральном и тормозном режимах на основе линейных и угловых перемещений точек шины и колеса // Грузовик. – 2022. – № 10. – С. 24–31.

12. Романченко М.И. Моделирование параметров свободного, ведомого и тормозного режимов качения колеса с учетом несимметричности эпюры нормальных реакций // Грузовик. – 2021. – № 7. – С. 31–40.

Романченко М.И., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

**СИЛОВЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА
В НЕЙТРАЛЬНОМ РЕЖИМЕ С УЧЕТОМ СМЕЩЕНИЯ
РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕЙ НОРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ
ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Аннотация: получены выражения для определения силовых взаимосвязей в нейтральном режиме качения колеса с учетом смещения результирующей нормальной реакции опорной поверхности. Установлена необходимость совместного использования динамического радиуса и радиуса качения колеса в свободном режиме для определения силовых взаимосвязей.

Ключевые слова: колесо, шина, качение, нейтральный режим, сила, реакция, смещение.

Romanchenko M.I., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

**FORCE RELATIONSHIPS WHEN THE WHEEL IS ROLLING
IN NEUTRAL MODE, TAKING INTO ACCOUNT THE DISPLACEMENT
OF THE RESULTING NORMAL REACTION OF THE SUPPORT SURFACE**

Abstract: expressions are obtained for determining the force relationships in the neutral rolling mode of the wheel, taking into account the displacement of the resulting normal reaction of the support surface. The necessity of joint use of the dynamic radius and the rolling radius of the wheel in the free mode to determine the force relationships is established.

Keywords: wheel, tire, rolling, neutral mode, force, reaction, displacement.

Для вывода уравнений силовых и мощностных балансов колеса при его качении в различных режимах используют, как правило, либо динамический радиус r_d [1-5], либо радиус качения в свободном режиме $r_{к\text{ св}}$ [6-11]. При равномерном движении колеса с постоянной вертикальной нагрузкой на него динамический радиус колеса принимается равным его статическому радиусу, то есть $r_d = r_{ст}$. Погрешность оказывается несущественной и вполне допустимой.

При качении колеса в нейтральном режиме к нему приложены: крутящий момент M_k , действующий в окружном направлении вращения колеса вокруг его оси; момент сопротивления деформации шины $M_{деф}$; продольная сила P_x , направленная по ходу движения колеса; продольная реакция R_x , противодействующая ей в обратном направлении и расположенная в плоскости контактной площадки шины и опорной поверхности. На колесо действуют также нормальная (вертикальная) сила G_k и нормальная реакция опорной поверхности R_z , равные между собой и противоположно направленные.

При этом справедливы попарные соотношения сил и реакций

$$P_x = R_x. \quad (1)$$

$$G_k = R_z. \quad (2)$$

Для определения линейного смещения результирующей нормальной реакции опорной поверхности относительно геометрического центра контактной площадки шины в нейтральном режиме качения колеса следует исходить из уравнения, определяющего баланс моментов, действующих на колесо.

Баланс выражается уравнением

$$M_k + R_x r_{k\text{св}} = M_{\text{деф}}. \quad (3)$$

Это уравнение может быть выражено в развернутом виде с одновременным добавлением (со знаком «+») и удалением (со знаком «-») в левой части уравнения момента продольной реакции R_x , действующей на силовом плече, равном динамическому радиусу колеса r_d ,

$$M_k + R_x r_d + R_x (r_{k\text{св}} - r_d) = M_{\text{деф}}. \quad (4)$$

С введением в рассмотрение коэффициента продольной силы k_{R_x} , связывающего прямо пропорциональной зависимостью продольную R_x и нормальную R_z реакции опорной поверхности вторую составляющую левой части выражения (4) можно заменить аналогичным соотношением

$$R_x r_d = R_z k_{R_x} r_d. \quad (5)$$

Третью составляющую левой части выражения (4) можно заменить моментом от действия пары сил – нормальной нагрузки на колесо G_k и нормальной реакции опорной поверхности R_z на плече, равном позиционному смещению $a_{\text{нр поз}}$ результирующей нормальной реакции опорной поверхности при качении колеса в свободном режиме, то есть

$$R_x (r_{k\text{св}} - r_d) = R_z a_{\text{нр поз}}. \quad (6)$$

Правая часть выражения (4) представляет собой момент от действия пары сил – нормальной нагрузки на колесо G_k и нормальной реакции опорной поверхности R_z на плече, равном смещению $a_{\text{нр св}}$ результирующей нормальной реакции опорной поверхности, то есть

$$M_{\text{деф}} = R_z a_{\text{нр св}}. \quad (7)$$

Объединяя все полученные соотношения, получим выражение

$$M_k + R_z k_{R_x} r_d + R_z a_{\text{нр поз}} = R_z a_{\text{нр св}}. \quad (8)$$

После переноса третьей составляющей левой части выражения в правую часть имеем

$$M_k + R_z k_{R_x} r_d = R_z a_{\text{нр св}} - R_z a_{\text{нр поз}}, \quad (9)$$

или

$$M_k + R_z k_{R_x} r_d = R_z (a_{\text{нр св}} - a_{\text{нр поз}}). \quad (10)$$

Совокупное линейное смещение результирующей нормальной реакции опорной поверхности относительно геометрического центра контактной площадки шины определяется алгебраической разницей двух составляющих

$$a_{\text{нр нтр}} = a_{\text{нр св}} - a_{\text{нр поз}}. \quad (11)$$

С учетом выражения (11) получим

$$M_k + R_z k_{R_x} r_d = R_z a_{\text{нр нтр}}. \quad (12)$$

Как видно, это выражение определяет силовую геометрию при качении колеса в нейтральном режиме.

При постепенном уменьшении крутящего момента M_k и достижении им нулевого значения нейтральный режим качения колеса переходит в ведомый, и тогда выра-

жение (12) трансформируется, приобретая в качестве одной из составляющих смещение $a_{\text{нр в дм}}$ результирующей нормальной реакции опорной поверхности в ведомом режиме качения колеса.

$$k_{R_x} r_d = a_{\text{нр в дм}} \cdot \quad (13)$$

Полученные выражения для определения параметров силовых взаимосвязей при качении колеса в нейтральном режиме базируются на совместном использовании в качестве расчетных параметров радиуса качения колеса в свободном режиме $r_{\text{к св}}$ и динамического радиуса колеса r_d .

Список литературы

1. Коптилов В.И. О реализации нейтрального режима нагружения ведущего колеса транспортной машины // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства : Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 12 февраля 2015 года. – Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2015.
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 (с международным участием): в 2-х томах, Тюмень, 20–22 декабря 2016 года. Том 1. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2016. – С. 191–198.
3. Коптилов В.И. Использование кинематического радиуса в механике качения эластичного колеса // Грузовик. – 2021. – № 4. – С. 13–22.
4. Коптилов В.И. Использование кинематического радиуса в механике качения эластичного колеса // Грузовик. – 2021. – № 5. – С. 17–27.
5. Коптилов В.И. О движущих силах транспортных машин // Современные проблемы теории машин. – 2023. – № 15. – С. 12–18.
6. Пожидаев С.П. О некоторых уточнениях теории качения эластичного колеса // Автомобильная промышленность, 2013. – № 12. – С. 13–15.
7. Пожидаев С.П. О необходимости проверок научных результатов // Транспортные и транспортно-технологические системы : Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 14 апреля 2016 года. – Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2016. – С. 250–255.
8. Пожидаев С.П. О парадоксе в теории движения колесных самоходных машин / С.П. Пожидаев // Нефть и газ Западной Сибири : Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Косухина Анатолия Николаевича, Тюмень, 15–16 октября 2015 года. Том III. – Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2015. – С. 297–302.
9. Пожидаев С.П. О причине, приведшей к заблуждению о возможности применения динамического радиуса в теории движения колесных самоходных машин // Нефть и газ Западной Сибири : Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Косухина Анатолия Николаевича, Тюмень, 15–16 октября 2015 года. Том III. – Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2015. – С. 302–306.
10. Романченко М.И. Балансы энергии, мощности, моментов и сил при качении колеса в ведомом, нейтральном и тормозном режимах на основе линейных и угловых перемещений точек шины и колеса // Грузовик. – 2022. – № 10. – С. 24–31.
11. 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.

Сахнов А.В., к.т.н., доцент, **Бондарев А.В.** к.т.н., доцент, **Стребков С.В.**, к.т.н., профессор, **Новицкий А.С.**, к.т.н., доцент, **Ковалев С.В.**, к.т.н., доцент, **Порицкий В.М.** преподаватель, **Батырев Е.В.**, преподаватель, **Цыпкина И.В.**, преподаватель, **Титова И.И.**, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МОЙКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ ТЕХНИКИ

Аннотация: Статья рассматривает проблемы загрязнения деталей машин и их влияние на защитно-декоративные покрытия, коррозию. Указано, что загрязнения образуют сложные и разнообразные сорбционные слои. Эти слои ухудшают качество покрытий, снижают уровень технического обслуживания и ремонта машин.

Ключевые слова: мойка, технология очистки.

Sakhnov, A. V., Ph. D., associate Professor, **Bondarev A.V.**, Ph. D., associate Professor, **Strebkov S.V.**, Ph.D., Professor, **Novitsky A. S.**, Ph. D., associate Professor, **Kovalev S.V.**, Ph. D., associate Professor, **Poritsky V. M.** teacher, **Batyrev E.S.**, teacher, **Tsyapkina I. V.**, teacher, **Titova I. I.**, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF WASHING PARTS DURING THE REPAIR OF EQUIPMENT

Abstract The article examines the problems of contamination of machine parts and their impact on protective and decorative coatings, corrosion. It is indicated that the impurities form complex and diverse sorption layers. These layers degrade the quality of coatings, reduce the level of maintenance and repair of machines.

Key words: washing, cleaning technology.

Машины в процессе эксплуатации подвергаются различного вида загрязнениям. Из-за контакта с почвой, растениями, топливо-смазочными материалами детали покрываются сорбционными слоями сложного и разнообразного состава. Последние уменьшают устойчивость защитно-декоративных покрытий, повышают скорость коррозионных процессов, снижают уровень культуры технического обслуживания и ремонта и, в конечном итоге служат одной из причин, приводящих к понижению надежности машин и их агрегатов. При ремонте тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин большой объем работ составляют моечно-очистительные работы. При некачественной очистке, например, в процессе сборки дизелей снижается их послеремонтный ресурс на 20-30% [1-3].

Загрязнения деталей, установленных на наружных поверхностях машин (почвенные частицы, растительные остатки и др.) имеют слабые адгезионно-когезионные связи. Основным моющим средством для их удаления служит вода.

Загрязнения внутренних поверхностей (масла, смолистые отложения, нагар и др.) отличаются значительными когезионно – адгезионными связями, и для их удаления применяют водные растворы технических моющих средств, либо органические растворители. В условиях сельскохозяйственных предприятий в качестве такого растворителя чаще всего используется дизельное топливо, так как оно является дешевым и наиболее доступным моющим средством.

Относительно мелкие детали машин и их агрегатов: шестерни, подшипники, валы, крышки, крепеж и др., очищают погружным методом в специальных емкостях.

При погружной очистке наиболее эффективным фактором механического воздействия на удаляемые загрязнения следует считать вибрацию ремонтируемых объектов, моющей жидкости или их совместного колебательного движения.

В настоящее время для мойки агрегатов и деталей широко применяются камерные моечные машины, где для очистки деталей используются моечные водные (щелочные) растворы. Объекты очистки, загружаемые в такую машину, подвергаются мойке одним раствором или раствором с последующим ополаскиванием чистой водой. Камерные машины выпускаются одно- или двухсекционными и обладают высокой производительностью работы. Однако в условиях сельскохозяйственных ремонтных предприятий такие машины использовать не всегда целесообразно из-за их высокой стоимости и значительной недогруженности из-за небольшого объема очистительных работ.

Наиболее простыми и дешевыми моечными установками являются моечные ванны. Чаще всего их применяют для вываривания деталей в щелочных или кислотных растворах, для удаления старой краски или накипи.

Для интенсификации процесса мойки и очистки деталей используют ультразвуковые ванны. Ультразвуковая очистка состоит в том, что в моющей жидкости возбуждаются ультразвуковые колебания, в результате чего образуются кавитационные пузыри, механически разрушающие слой вредных отложений. Одновременно происходит химическое воздействие моющего раствора на загрязнение. Колебания применяются с частотой около 20 кГц [4].

Наконец, для мойки деталей используются ванны с электрохимической интенсификацией процесса очистки. В ванне устраивается катодная поляризация деталей (на катоде выделяется водород) и турбулентное движение электролита.

Предлагается конструкция моечной установки с интенсификацией процесса очистки вращением моечного барабана с деталями и подачей на детали струй моечной жидкости из спреера.

Моечная установка состоит из рамы, сваренной из сортового проката, в которой смонтирован бак для моечной жидкости. Бак имеет достаточно большой объем (640 л) и имеет в нижней части, на дне, поддон для сбора грязи, осажда-

ющейся вниз под действием силы тяжести. В дне имеется сливное отверстие, закрываемое резьбовой пробкой.

В верхней части рамы смонтированы четыре роликовых опоры, на которых размещен цилиндрический барабан. Барабан имеет перфорированную боковую поверхность с диаметрами отверстий 10 мм. Через эти отверстия не просыпаются мелкие детали, вплоть до болтов и гаек, в то же время свободно вытекает моющая жидкость.

На одной стороне барабана установлена обечайка (кольцо), к которой болтами крепится звездочка цепной передачи. Привод барабана осуществляется от электродвигателя, который с помощью клинового ремня приводит во вращение червячный редуктор. На выходном (ведомом) валу редуктора установлена малая звездочка цепной передачи. Цепь, надетая на эту звездочку и на звездочку на барабане, вращает барабан с загруженными в него деталями.

На внутренней поверхности барабана приварены лопасти в виде шнека. Эти лопасти перемещают детали вдоль барабана при его вращении.

Во внутреннюю часть барабана помещена труба с отверстиями, через которые подается моющая жидкость. Жидкость накачивается в эту трубу с помощью помпы от металлорежущего (токарного) станка. Двигатель этой помпы располагается на крышке бака, а насос опущен в бак. Глубина погружения насоса выбрана таким образом, чтобы он не доставал до дна примерно на 20 см. Это сделано для того, чтобы насос не захватывал жидкость, наиболее загрязненную осаждающимися на дно бака частицами грязи.

Для подачи деталей в барабан и для выхода их из барабана установка оборудована двумя лотками – загрузочным и выгрузочным. Барабан закрыт сверху кожухом, который предохраняет рабочее место от разбрызгивания при вращении барабана моющей жидкости.

Описанная выше оригинальная конструкция установки позволяет реализовать непрерывный процесс работы моечной машины и исключить соприкосновение рабочих с моющей жидкостью. Этим предлагаемая установка выгодно отличается от всех существующих конструкций [5].

Вращающийся барабан своими внутренними лопастями постепенно захватывает детали и продвигает их вдоль своей оси. Другие детали, находящиеся на приемном лотке, постепенно перемещаются в барабан на свободное место.

В процессе перемещения вдоль барабана детали омываются струями моющей жидкости, ударяются и трутся друг о друга и о стенки барабана, в результате чего очищаются от имеющихся на них загрязнений. После выхода из барабана очищенные детали попадают на выгрузной лоток, с которого падают в контейнер.

В качестве моющей жидкости можно использовать высокоэффективные водные растворы технических моющих средств (ТМС) вместо дизельного топлива, которое повсеместно используется в мастерских хозяйств для очистки мелких деталей. Такими ТМС могут быть современные препараты МС-1 или МС-37, которые нетоксичны, не горючи, и пригодны для очистки деталей как из черных, так и из цветных металлов [6, 7].

Список литературы

1. 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.
2. Хранение тракторов и тракторных прицепов на подставках / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 68–73.
3. Хранение сельскохозяйственной техники с использованием подставок / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.В. Немцев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 64–68.
4. Стребков, С.В. Технология ремонта машин : Учебное пособие по дисциплинам «Технология ремонта машин» и «Надежность и ремонт машин» предназначено для студентов инженерного факультета по направлению подготовки 35.03.06 - Агроинженерия (уровень – бакалавриат), профили – Технический сервис в АПК, – Технические системы в агробизнесе / С.В. Стребков, А.В. Сахнов. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – 182 с.
5. Патент на полезную модель № 196799 U1 Российская Федерация, МПК В08В 3/04. Стенд для мойки деталей и промывки масляных каналов коленчатых валов двигателей : № 2019138654 : заявл. 28.11.2019 : опубл. 16.03.2020 / А.А. Добрицкий, А.В. Сахнов, Н.Ф. Скурятин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».
6. Романченко М.И. Диагностика и техническое обслуживание машин : лабораторный практикум / М.И. Романченко. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2011. – 76 с.
7. Порицкий В.М. Основные дефекты культиваторов и способы их устранения / В.М. Порицкий, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 243–246.

Сахнов А.В., к.т.н., доцент, **Бондарев А.В.** к.т.н., доцент, **Стребков С.В.**, к.т.н., профессор, **Новицкий А.С.**, к.т.н., доцент, **Ковалев С.В.**, к.т.н., доцент, **Порицкий В.М.** преподаватель, **Батырев Е.В.**, преподаватель, **Цыпкина И.В.**, преподаватель, **Титова И.И.**, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБКАТКИ И ИСПЫТАНИЯ МАСЛЯНЫХ НАСОСОВ

Аннотация: В настоящее время масляные насосы типа НШ не проходят входной контроль, редко подвергаются обкатке и испытанию. Предложена конструкция стенда для обкатки и испытания масляных насосов, позволяющая повысить производительность операции и эксплуатационную надежность узла.

Ключевые слова: стенд для обкатки, система смазки.

Sakhnov, A. V., Ph. D., associate Professor, **Bondarev A. V.**, Ph. D., associate Professor, **Strebkov S. V.**, Ph.D., Professor, **Novitsky A. S.**, Ph. D., associate Professor, **Kovalev S. V.**, Ph. D., associate Professor, **Poritsky V. M.** teacher, **Batyrev E. S.**, teacher, **Tsyapkina I. V.**, teacher, **Titova I. I.**, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF RUNNING-IN AND TESTING OF OIL PUMPS

Abstract The article examines the problems of contamination of machine parts and their impact on protective and decorative coatings, corrosion. It is indicated that the impurities form complex and diverse sorption layers. These layers degrade the quality of coatings, reduce the level of maintenance and repair of machines.

Key words: washing, cleaning technology.

Обкатка и испытание – завершающая операция технологического процесса капитального ремонта. В процессе обкатки и испытания отремонтированного узла происходит приработка поверхностей трения, подготовка его к эксплуатации под нагрузкой и всесторонний контроль за качеством капитального ремонта [1, 2].

Испытания отремонтированных изделий необходимы для подтверждения соответствия их установленным техническим и договорным требованиям.

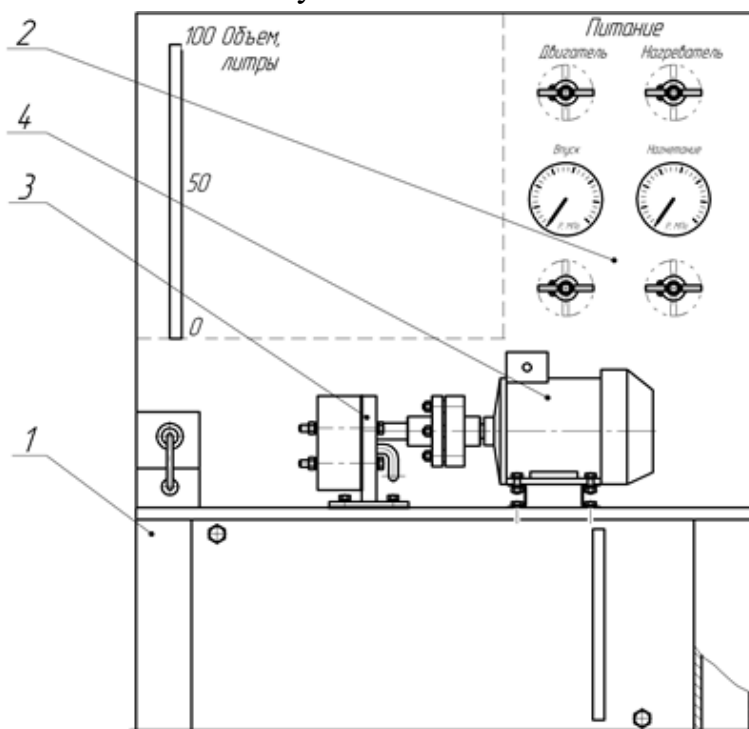
Приработка трущихся соединений – это самоорганизующийся процесс их начального изнашивания, сопровождающийся необходимыми изменениями, как геометрических показателей поверхностей трения, так и физико-механических свойств материала поверхностных слоев [3].

Скорость начального изнашивания поверхностей зависит от свойств их материалов, взаимного расположения деталей, достигнутого при сборке, нагрузке, скорости скольжения, температуры материала на поверхностях трения и свойств

смазочного материала. Нагрузкой на трущиеся поверхности и скоростью их относительного перемещения при обкатке агрегата управляет обкатчик [4].

Изменения поверхностей трения проявляются в том, что контактирующие выступы шероховатости пластически деформируются, становятся более плоскими, а их материал наклёпывается. Шероховатость поверхностей приближается к эксплуатационной. Изменяются волнистость поверхностей и в меньшей степени – их форма. Образуется новый микрорельеф. Изменяются также физико-механические свойства материала в поверхностных слоях: твердость, пластичность, коэффициент трения и внутренние напряжения.

Стенд для обкатки масляных насосов (рисунок 1) представляет собой станину, на которой закреплены электродвигатель, масляный насос, распределитель, масляный бак, мерный бак, манометры и расходомеры. На раме также находится пусковое устройство с магнитным пускателем.



1 – станина; 2 – блок управления; 3 – испытуемый насос; 4 – электродвигатель

Рис. 1 – Стенд для обкатки и испытания масляных насосов

На стенде закрепляют испытываемый гидронасос, соединяют его с электродвигателем посредством переходного устройства и муфты. Подключают насос к гидравлической части стенда путем соединения фланцев испытываемого насоса и трубопроводов. Выбирают режим испытания на основании данных, приведенных в справочных таблицах. Обкатку и испытание насоса необходимо проводить на масле М-10В₂ ГОСТ 8581-78 при температуре $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$ и разрежении на всасывании 10...15 кПа (0,1...0,15 кгс/см²) [5-7].

Перед включением стенда проверяют:

- надежность закрепления всех сборочных единиц и механизмов, наличие установочных штифтов;
- качество поверхностей;
- наличие и крепление защитных кожухов и ограждающих устройств, закрывающих вращающиеся детали (шкивы, звездочки, маховики и др.), открытые зуб-

чатые, цепные, ременные и другие передачи, а также перемещающиеся узлы и механизмы;

- надежность крепления муфт и других деталей на входных и выходных валах узлов, отсутствие выступающих на них винтов, шпонок, шлицев и т.п.;
- наличие смазочного материала на трущихся поверхностях, в масленках, в подшипниках;
- качество уплотнений, сальников и других устройств, предохраняющих детали и узлы от попадания пыли, грязи, абразива и пр.;
- наличие масла в полостях корпусов, емкостях гидросистемы, а также смазочно-охлаждающей жидкости;
- надежность подсоединения трубопроводов и отсутствие течи в системе;
- плавность перемещений вручную подвижных узлов и деталей, отсутствие заеданий и рывков, надежность фиксации в установленных положениях;
- наличие наружной окраски машины и окраски внутренних поверхностей маслостойкой краской.

После устранения неисправностей, замеченных при наружном осмотре, и проведения необходимых регулировочных работ масляный насос подвергается испытаниям.

Испытание на холостом ходу (обкатка) имеет целью обеспечить приработку поверхностей подвижных соединений и выявить дефекты, возникшие в результате допущенных при ремонте и последующей сборке отклонений от технических условий (повышенный шум, вибрации, толчки, чрезмерный нагрев трущихся поверхностей и др.).

Обкатку механизмов ведут на холостом ходу, начиная с самых малых скоростей и постепенно доходя до максимальных. На максимальной скорости каждый из механизмов должен проработать не менее 1 часа до тех пор, пока температура подшипников не стабилизируется. Она не должна быть более 50...70 °С для подшипников скольжения и 60...85°С для подшипников качения, где меньшие значения относятся к машинам повышенной точности.

При обкатке подлежат проверке:

- плавность вращений и перемещений подвижных узлов при полном отсутствии заеданий и толчков;
- отсутствие вибраций при работе механизмов;
- отсутствие толчков и шума в работе зубчатых колес (допускается ровный умеренный шум).

Выявленные при обкатке дефекты устраняют соответствующими регулировками, отладками, а при необходимости – с частичной или полной разборкой. Испытание под нагрузкой проводится после обкатки при действии на рабочих номинальных нагрузок и кратковременных перегрузок до 25%. В процессе испытания под действием постепенно возрастающего нагружения на различных режимах проверяют работу насоса на соответствие заявленных характеристикам.

Список литературы

1. Батырев Е.С. Электроискровая обработка металлов / Е.С. Батырев // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. Том 1. – Белгород: Белгородский ГАУ, 2022. – С. 119–120.

2. Хранение тракторов и тракторных прицепов на подставках / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции "Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе", посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 68–73.
3. Цыпкина И.В. Обоснование способов восстановления деталей машин / И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 83–84.
4. Ковалев С.В. Способ восстановления изношенных поверхностей цилиндров / С.В. Ковалев // Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции, Майский, 26–27 мая 2021 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 114–115.
5. Оборудование и эксплуатация нефтебаз и автозаправочных станций / А.А. Добрицкий, А.В. Бондарев, Д.Н. Бахарев [и др.]. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2021. – 227 с.
6. Восстановление работоспособности радиатора трактора "холодным" газодинамическим напылением / Ю.А. Кузнецов, В.В. Гончаренко, С.А. Денисьев [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 3. – С. 33–36.
7. Бондарев А.В. Матричные технологии восстановления и упрочнения деталей / А.В. Бондарев, С.В. Стребков, А.П. Слободюк // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: Материалы XX Международной научно-производственной конференции (Белгород, 23-25 мая 2016 г.). Том 2. – Белгород : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ.

Сахнов А.В., к.т.н., доцент, **Бондарев А.В.** к.т.н., доцент, **Стребков С.В.**, к.т.н., профессор, **Новицкий А.С.**, к.т.н., доцент, **Ковалев С.В.**, к.т.н., доцент, **Порицкий В.М.** преподаватель, **Батырев Е.В.**, преподаватель, **Цыпкина И.В.**, преподаватель, **Титова И.И.**, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

К ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦИЛИНДРА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Аннотация. В статье описаны износы цилиндров двигателей внутреннего сгорания воздушного охлаждения, способы их восстановления и обоснование выбора, наиболее подходящего из них.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, износ, восстановление.

Sakhnov, A. V., Ph. D., associate Professor, **Bondarev A.V.**, Ph. D., associate Professor, **Strebkov S.V.**, Ph.D., Professor, **Novitsky A. S.**, Ph. D., associate Professor, **Kovalev S.V.**, Ph. D., associate Professor, **Poritsky V. M.** teacher, **Batyrev E.S.**, teacher, **Tsyapkina I. V.**, teacher, **Titova I. I.**, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

TO THE CHOICE OF TECHNOLOGY FOR RESTORING THE INNER SURFACE OF THE CYLINDER OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Abstract The article describes the wear of the cylinders of air-cooled internal combustion engines, the methods of their restoration and the rationale for choosing the most suitable one.

Keywords: internal combustion engine, wear, restoration.

Как правило, все двигатели внутреннего сгорания воздушного охлаждения, применяемые в мобильной бензиновой технике (бензогенераторы, бензопилы, тримеры и пр.), приходящие в ремонт, выработали свой срок службы. Срок службы двигателей обычно определяется износом головки цилиндра, цилиндра, кривошипно-шатунного механизма, маховика с зубьями и картером. На их долю выпадает основное количество дефектов, приводящее к отказам двигателя [1, 2, 3].

Основные виды износов деталей вышеобозначенных двигателей следующие: износ внутренней рабочей поверхности цилиндра, шеек коленчатого вала, износ нижней головки шатуна, износ поверхности под палец щеки коленчатого вала.

Для устранения этих дефектов деталей можно применить хромирование. Хромирование получило широкое распространение для восстановления деталей. Кроме этого, хромирование применяется в защитно-декоративных целях. Достоинством хромирования является возможность нанесения на изношенные поверхности деталей материала высокой твердости износостойкости, без нарушения структуры основного металла [4].

Процесс электролитического осаждения основан на законах электролиза, т. е. прохождения постоянного тока через электролит. При прохождении ионов: отрицательно-заряженные движутся к аноду, а положительно-заряженные к катоду. На электродах происходит соприкосновение положительно и отрицательно заряженных ионов, сопровождающееся разрядом. При этом ионы теряют свой заряд электричества и выделяются на электродах в виде атомов. В процессе электролиза на катоде происходит разряд ионов металла, а металл анода растворяется, и его атомы образуют новые ионы металла, переходящие в раствор в замен выделившимся на катоде. За последние годы нашел применения холодный саморегулирующийся электролит. В его состав входит 380...420 г/л хромового ангидрида; 60 г/л углекислого кальция; 12 г/л серного кальция и 1 г/л окиси магния. Режим электролиза следующий: температура раствора 18-25°C, катодная плотность тока 100-300 А/дм², скорость нанесения 1^м/с.

Железнением можно получить «толстые» покрытия, с хорошими механическими свойствами, а исходные материалы для приготовления электролитов недороги и общедоступны. Наилучшую производительность дает электролит следующий: температура раствора 20...50°C, катодная плотность тока 20...60 А/дм². Электролит такого состава тока окисляется и высоко стабилен в работе [5, 6]. Повышение температуры электролита и уменьшение плотности тока способствует уменьшению пористости покрытий.

Способ вставки стальных пластин получил широкое применение для восстановления цилиндров. Ресурс таких гильз равен ресурсу новых гильз. При повторном восстановлении изношенные пластины выпрессовывают и заменяют новыми. Пластины изготавливают из холоднокатаной термообработанной ленты сталей: У8А, У10А, 40КНХМ, ОХ17НГТ. Натяг при запрессовке составляет 0,15...0,18 мм, твердость ленты НRC 45...55. После установки пластины деталь подвергается механической обработке. Для обеспечения монтажа деталь нагревают или охлаждают пластины.

Для способа электроконтактной приварки ленты характерны: высокая производительность (до 100 см²/мин), минимальные потери присадочного материала и припуск на последующую обработку за счет возможности регулирования толщины навариваемого слоя (0,3...1,5 мм). Данный способ оказывает минимальное термическое влияние на деталь (до 0,3 мм) [5].

Сущность процесса заключается в совместном деформировании навариваемого металла и поверхности основы, нагреваемых электрическим током до пластического состояния. Привариваемая лента прижимается к детали роликом. Между деталью и роликом пропускается электрический ток большой плотности от понижающего трансформатора. Амплитуда и продолжительность импульсов тока изменяется регулятором. Прочная связь между присадочным материалом и

основой достигается вследствие пластического наплавления тончайших слоев металла в зоне контакта.

Малое количество теплоты приводит к отсутствию оплавления или не полному стеканию присадочного материала, а избыток обуславливает выплескивание металла и разное ухудшение качеств слоя.

В данном способе используют не дорогую ленту из сталей 40, 45, 50 и др. Высокая твердость и износостойкость обеспечивается за счет самозакалки ленты при её приварке. Возможно также напекание порошков.

Достоинства способа: возможность получения навариваемых слоев с заданными свойствами, что в несколько раз повышает твердость и износостойкость детали; коррозионная стойкость, низкая стоимость ленты.

Восстановление деталей возможно применением различных способов, каждый из которых имеет свои достоинства и свои недостатки. Поэтому для восстановления необходимо выбрать наиболее рациональный способ. При этом следует учитывать ряд исходных данных: размеры, форму и точность изготовления детали, её материал, обработку, условия работы, вид и характер дефекта.

Рациональный способ восстановления деталей определяют, пользуясь критериями: технологическим, техническим и технико-экономическим.

Технологический критерий определяет принципиальную возможность применения способа восстановления, исходя из конструктивно-технических особенностей детали. К числу конструктивно-технических особенностей относятся: геометрическая форма и размеры, материал, термическая или другой вид поверхностной обработки, твердость, шероховатость поверхности и точность изготовления детали, характер нагрузки, вид трения и изнашивания, значение износа. По данному критерию выбирают конкурентные способы для последующей оценки их при помощи других критериев [6].

Технический критерий оценивает каждый способ (выбранный по технологическому признаку) устранения дефектов детали с точки зрения восстановления, т. е. обеспечения работоспособности, за счет обеспечения достаточной твердости, износостойкости и сцепляемости покрытия восстановленной детали. Для каждого выбранного способа дается комплексная качественная оценка по значению коэффициента долговечности, определяемого произведением коэффициентов износостойкости, сцепляемости поверхности, поправочного коэффициента.

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации, и следовательно, рациональным по этому критерию будет способ, у которого коэффициент долговечности стремится к максимуму ($K_d \rightarrow \max$).

Выбрав один или несколько способов устранения дефектов, которые обеспечивают необходимые физико-технические свойства, окончательно решение о его целесообразности принимают по технико-экономическому критерию.

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с её долговечностью после устранения дефекта. Коэффициент технико-экономической эффективности K_T определяют по отношению себестоимости восстановления 1 м^2 изношенной поверхности детали руб./ м^2 к коэффициенту

долговечности. Эффективным считается способ, у которого коэффициент долговечности стремится к минимуму ($K_T \rightarrow \min$).

С учетом этих критериев видно, что наиболее рациональным для восстановления цилиндров является электроконтактная приварка стальной ленты.

Восстановление шеек полуосей коленчатого вала и износов шатуна можно проводить железнением. Для щеки коленчатого вала можно выбрать способ ремонтных размеров. Кроме того, как показывают исследования, к моменту капитального ремонта износ поверхностей в щеках не превышает 0,1...0,3 мм, это значит, что весь срок службы щеки достаточно пользоваться методом ремонтных размеров, не прибегая к наращиванию изношенной поверхности.

Список литературы

1. Стребков С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 181 с.
2. Романченко М.И. Диагностирование дизеля по моменту начала нагнетания топлива / М.И. Романченко, А.С. Новицкий // Сельский механизатор. – 2019. – № 12. – С. 40–42.
3. Designing a combined coulter for exemplary sowing of cereals / A. S. Novitsky, A. V. Bondarev, A. A. Dobritsky [et al.] // Revista de Investigaciones Universidad del Quindio. – 2022. – Vol. 34, No. S3. – P. 222-231. – DOI 10.33975/riuq.vol34nS3.1072.
4. 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, п. Майский, 28 октября 2019 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 358–360.
5. Соловьев Е.В. Результаты расчетов режимов восстановления детали типа "полуось" вибродуговой наплавкой / Е.В. Соловьев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», Майский, 28–29 мая 2019 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 106–107.
6. Ковалев С.В. Способ восстановления изношенных поверхностей цилиндров / С.В. Ковалев // Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции, Майский, 26–27 мая 2021 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 114–115.

Сидельников Е.Г., студент, Букат М.Г., преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ОСОБЕННОСТИ ХРАНЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ

Аннотация: рассмотрены особенности хранения колесных тракторов.

Ключевые слова: хранение, колесные тракторы.

Sidelnikov E.G., student, **Bukat M.G.**, veteran of labor, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

FEATURES OF STORAGE OF WHEELED TRACTORS

Abstract: the features of storage of wheeled tractors are considered.

Keywords: storage, wheeled tractors.

Хранение колесных тракторов – это критически важный аспект их обслуживания, который напрямую влияет на сохранность и долговечность этой техники. Надлежащее хранение обеспечивает профессиональную подготовку машины к зимнему периоду, защиту от разного рода повреждений и сохранение работоспособности вне сезона.

Перед тем как начать хранить колесный трактор, необходимо провести тщательную инспекцию техники, а также выполнить ряд подготовительных мероприятий:

- очистка: перед хранением трактор должен быть тщательно очищен от грязи, пыли, остатков растений и других загрязнений. Это важно для предотвращения коррозии и сохранения кузова трактора.

- смазывание и защита: все смазочные точки должны быть обработаны специальным смазочным составом для защиты от ржавчины и износа.

- антифриз: необходимо проверить уровень антифриза и при необходимости долить или заменить его для защиты от замерзания.

- Хранение колесных тракторов требует соответствующего помещения или площадки:

- крытый склад или гараж: идеальный вариант для хранения, обеспечивающий защиту от атмосферных воздействий и сохранность от погодных условий.

- уличная стоянка под навесом: если оптимальное помещение отсутствует, можно обеспечить временную защиту от осадков и солнца, установив навес или тент.

При хранении колесного трактора необходимо учитывать следующие моменты:

- подъем: для предотвращения деформации шин и долговременной стоян-

ки трактора, разумно поднять его на подставки или специальные стойки.

– заряд батареи: рекомендуется отсоединить аккумулятор и периодически заряжать его, чтобы избежать разряда на протяжении сезона.

– замена масла и фильтров: желательно провести замену масла и фильтров перед хранением для предотвращения возможных проблем при последующем включении трактора.

Хранение колесных тракторов требует внимательного отношения и регулярного ухода, чтобы сохранить технику в рабочем состоянии и продлить ее срок службы.

Хранение колесных тракторов играет важную роль в их сохранности и работоспособности. Рациональное использование пространства, предварительная подготовка и регулярный уход помогут обеспечить долгий срок службы техники.

Список литературы

1. Патент на полезную модель № 189804 U1 Российская Федерация, МПК В60S 9/02. Подставка к колесному трактору : № 2019109461 : заявл. 01.04.2019 : опубл. 04.06.2019 / Н.Ф. Скурятин, А.А. Беликов, А.В. Бондарев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

2. Хранение тракторов и тракторных прицепов на подставках / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 68–73.

3. Хранение сельскохозяйственной техники с использованием подставок / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.В. Немцев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 64–68.

4. Ковалев С.В. Хранение сельскохозяйственной техники / С.В. Ковалев // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский ГАУ, 2023. – С. 146–147.

Стребков С.В., к.т.н., профессор, **Оробинский А.А.**, аспирант
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

ФАКТОР ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА НАКОНЕЧНИКА РАБОЧЕГО ОРГАНА КУЛЬТИВАТОРА ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЯ О ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИИ

Аннотация: на примере наконечника глубокорыхлителя РИППЕР 512 предложена и реализована технология объемного его восстановления. Определен остаточный ресурс и установлено неполное его использование. Выявлен потенциал неоднократно повторного возобновления работоспособное состояние наконечника.

Ключевые слова: наконечник, культиватор, изнашивание, остаточный ресурс, восстановление, наплавка.

Strebkov S.V., PhD, Professor, **Orobinskiy A.A.**, graduate student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod Russia

FACTOR OF THE REMAINING LIFE OF THE TIP OF THE CULTIVATOR WORKING BODY WHEN MAKING A DECISION ABOUT ITS RESTORATION

Abstract: Using the example of the tip of the RIPPER 512 subsoiler, a technology for its volumetric restoration has been proposed and implemented. The residual resource is determined and its incomplete use is established. The potential for repeatedly restoring the working state of the tip has been identified.

Key words: tip, cultivator, wear, residual life, restoration, surfacing.

Для современного аграрного производства характерным является использование комбинированных сельскохозяйственных орудий для обработки почвы. Целью такого подхода – снижение механического воздействия на почву за счет обоснованного уменьшения количества технологических операций при совмещения нескольких операций на технологической платформе одного машино-тракторного агрегата, выполняемых за один проход [1-3].

Щадящим способом воздействия на почву принято считать исключение оборота пласта при сплошной (вспашке) обработке почвы (вспашке) [4]. Для этого созданы специальные рабочие органы – глубокорыхлители. Конструктивно они представляют собой массивные металлоемкие стойки с режущими поверхностями. Большая масса и малые площади в зоне взаимодействия с абразивной средой (почвой) создают колоссальное давления и силу трения в зоне контакта в условиях динамического нагружения агрегата.

Проектно-конструкторские решения в совокупности с тяжелыми условиями эксплуатации с глубиной рыхления (щелевания) до 45...60 см, определяют надежность безотказность, долговечность и ремонтпригодность сельскохозяйственного орудия для сплошной обработки почвы [5, 6].

Сложившаяся система восстановления работоспособного состояния, особенно импортной техники, сводится к дилерскому обеспечению запасными частями и замене ими изношенных. В этом случае резко возрастают эксплуатационные затраты и технологические риски за счет завышенных цен на запасные части, несвоевременности и длительности их поставки и угрозы их абсолютного отсутствия.

Результаты опытного восстановления деталей зарубежной техники, находящихся в предельном состоянии, показал, что применение различных технологий позволяет снизить критичность доставки и себестоимость запасных частей. К тому же повторное их использование позволяет во многом решать и экологические проблемы машиностроения

У глубокорыхлителя РИППЕР-512 двухэлементная конструкция рабочего органа, состоящая из стойки и съемного наконечника, предназначенного для рыхления и щелевания почвы на глубине до 60 см. Наконечник является элементом конструкции с ресурсом, ограничивающим работоспособность агрегата в целом. Ресурс обеспечивается физико-механическими свойствами материал наконечника – высокопрочный чугун, из которого изготовлен наконечник методом литья.

Анализ изнашивания наконечника в условиях эксплуатации показал (рис. 1), что предельное состояние наступает при потере в среднем 8,5% массы наконечника по весовому износу. Результаты микрометрирования установили выход в предельное состояние по параметру «носок-пятка» в среднем при 9,7%, а по параметру «носок-переднее отверстие» – в среднем при 16% от значений нового наконечника. Следовательно, очевидным фактом является наличие 84...90% остаточного ресурса наконечника.



Рис. 1. – Вид нового и изношенного наконечника

В лаборатории восстановления изношенных деталей Белгородского ГАУ разработана технология фронтальной наплавки отжигающими валиками с применением термообработанных элементов [7] для восстановления наконечников глубокорыхлителя РИППЕР 512. По данной технологии восстановление проводят до номинальных размеров. Наплавка осуществлялась в среде защитного (углекислого) газа полуавтоматическим сварочным аппаратом с использованием самофлюсующейся проволоки типа ПГСР. Термоупрочненный элемент взят из полосы рессорной стали с твердостью HRC 50...55. В процессе наплавки

специальным приемом «отжигающих валиков» исключается возможность «отбеливания» чугуна и образование термоусадочных трещин. По окончании формирования недостающей части наконечника поверхность, соприкасающуюся с абразивом, наплавляли износостойким электродом Т590.

Восстановленные наконечники по своим геометрическим параметрам соответствовали номинальным размерам нового (рис. 2).



Рис. 2. – Наконечники первого восстановления и их полный комплект

Эксплуатация в реальных условиях восстановленных с упрочнением наконечников показала изменение характера процесса изнашивания (рис. 3). Износ фронтальной части уменьшился, обеспечивая при этом реализацию эффекта «самозатачивания» с уменьшением удельного сопротивления наконечника.



Рис. – 3. Изменение характера износа наконечника

В ходе отработки технологического процесса дефектацией установлена возможность повторного восстановления наконечника. Отличие технологического процесса при втором и третьем восстановлении заключается в количестве наносимого компенсирующего износ материала. При третьем восстановлении его на 3...5% больше (рис. 4). Режущая поверхность наконечника после третьего восстановления изнашивается в 1,15 раза медленнее, чем после второго (рис. 5). Связано это с металлургическими процессами при неоднократно повторной наплавке.



Рис. 4. – Вид наконечника после второго и третьего восстановления



Рис. 5. – Вид изношенных наконечников после второго и третьего восстановления

Однако, целесообразность восстановления теряется при весовом износе на 28...32% от массы нового наконечника. Это связано уже с износом не только фронтальной режущей поверхности, а с потерей массы боковых поверхностей «крыльев». Неподлежащий восстановлению наконечник имеет остаточный ресурс 72% и ниже.

Эксплуатация в реальных условиях СПК «Сукмановка» Белгородской области показали увеличение ресурса наконечников после первого восстановления с 600 га до 900 га при глубине обработки 25...30 см на суглинистых и супесчаных почвах. При втором и третьем восстановлении ресурс увеличился до 1200 га.

Таким образом, установлено наличие существенного остаточного ресурса наконечника и неполное его использование. Наличие остаточного ресурса детали по массе позволяет неоднократно восстанавливать ее работоспособное состояние. Предложенная технология восстановления наконечника делает наконечник при первом восстановлении на 47% дешевле новых. Восстановление наконечников увеличивает их ресурс на 50...100%. Третье и последующее обновление ресурса обеспечивает получение сверхприбыли за счет увеличения ресурса, полной амортизации стоимости наконечника, что является определяющим в снижении эксплуатационных затрат.

Список литературы

1. Скурятин Н.Ф. Ресурсосбережение при посеве зерновых культур. [Текст] / Н.Ф. Скурятин, А.П. Захаржевский, А.С. Новицкий, А.Л. Жиляков, А.В. Бондарев. – Москва : Белгород : «ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 334 с.
2. Скурятин Н.Ф. Методы повышения эффективности использования тракторных транспортно-технологических агрегатов [Текст] / Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев, Б.С. Зданович, Е.В. Соловьев, С.В. Соловьев. – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2017. – 161 с.
3. Новые технические решения для комбинированного посева зерновых культур : монография. / Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев, А.С. Новицкий, А.Л. Жиляков, А.С. Куликов. – Москва : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2018. – 144 с.
4. Казаков К.В. Зарубежная сельскохозяйственная техника: Монография [Текст] / К.В. Казаков, А.Н. Макаренко, И.В. Мартынова, А.В. Мачкарин, К.Н. Путиенко, А.В. Рыжков, Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. – 200 с.
5. Водолазская Н.В. Надежность и эксплуатация технических систем : монография/ Н.В. Водолазская, С.В. Стребков. – Белгород : Издательство «ЗЕБРА», 2017. – 152 с.
6. Слободюк А.П. О причинах разрушения пружинных стоек дискаторов / А.П. Слободюк // Инновации в АПК : Проблемы и перспективы: сб. науч. тр. ФГБОУ ВПО БелГСХА им. В.Я.Горина. № 2. – Белгород : БелГСХА, 2014. – С. 27–41.
7. Стребков С.В., Сахнов А.В. Технология ремонта машин : учеб. пособие. — М. : ИНФРА-М, 2019. – 222 с.

Холопов А.Ф., преподаватель, **Порицкий В.М.**, преподаватель,
Титова И.И., магистр
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА ПОВОРОТНОЙ ЦАПФЫ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ

Аннотация: рассмотрен порядок операций для восстановления работоспособности поворотной цапфы переднего моста грузового автомобиля КАМАЗ.

Ключевые слова: цапфа, ремонт, дефектовка.

Holopov A.F., teacher, **Poritsky V.M.**, teacher, **Titova I.I.**, master
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF REPAIRING THE ROTARY AXLE OF THE KAMAZ

Abstract: the order of operations for restoring the operability of the rotary axle of the front axle of a KAMAZ truck is considered.

Keywords: trunnion, repair, defect.

Поддержание автомобиля в исправном состоянии и надлежащем внешнем виде достигается своевременном проведением технического обслуживания и ремонта [1].

Разборка автомобилей на агрегаты, узлы и детали производится в строгой последовательности, предусмотренной технологическим процессом, с применением необходимого оборудования, приспособлений и инструмента [2].

Ремонт, в части, текущий ремонт, в отличие от технологического обслуживания, не является плановым мероприятием, проводимым в профилактических целях, а выполняется по потребности, в случае возникновения неисправностей, при наличии которых дальнейшая эксплуатация автомобиля невозможна или невыгодна [3, 4].

Перечень работ по текущему ремонту переднего моста не имеет строго определенной последовательности, так как могут возникнуть различные неисправности, как по отдельности, так и одновременно, то есть их комбинации. Поэтому описываем процесс снятия, разборки, ремонта, сборки и проверки деталей, вероятность появления неисправностей которых наиболее высока.

Для замены шкворня поворотного кулака с втулкой шкворня производят следующие операции. Устанавливаем автомобиль на ровную площадку, ослабляем гайки колес, подкладываем под задние колеса упоры, поднимаем автомобиль до вывешивания передних колес и устанавливаем переднюю часть рамы на стойки (козлы).

Перед сменой шкворня поворотного кулака и втулки производится раз-

борка элементов передней оси.

Снятие передней оси:

- снимают передние колеса и отворачивают колпак ступицы;
- вынимают стопорный шплинт и отворачивают гайку цапфы поворотного кулака;
- снимают ступицу вместе с подшипниками и тормозным барабаном;
- расшплинтовывают, отворачивают гайки и снимают тормозные щиты с каждой стороны.

Затем расшплинтовывают и отворачивают гайки поворотных рычагов и вынимают их из поворотных кулаков. Отворачивают гайки и отсоединяют нижние концы амортизаторов от балки передней оси. Подводят под балку оси домкрат, отворачивают гайки стремянок и снимают их.

Затем отворачивают болты крепления крышек шкворней и снимают их, отворачивают гайку стопорного штифта шкворней. С помощью специальной выколотки со сменными головками выбиваем шкворень из поворотного кулака вниз. Снимаем поворотный кулак, упорный подшипник и резиновые уплотнительные кольца. Очищаем узел от пыли и грязи. Затем поворотный кулак зажимаем в тиски и специальной оправкой выбиваем обе втулки шкворня, защищаем посадочные отверстия кулака под втулки и отверстия в бобышках для смазки.

С помощью оправки устанавливаем новые втулки так, чтобы отверстия во втулках совпали с отверстиями в бобышках кулака, и чтобы открытые концы смазочных канавок втулок были обращены в сторону балки передней оси. После чего специальной разверткой разворачиваем обе новые втулки до диаметра 30мм (+0,05; +0,02), очищают втулки от металлической стружки и смазывают их рабочую поверхность тонким слоем смазки. Предварительно смазываем резиновые уплотнительные кольца и кольцевые проточки в бобышках и затем устанавливаем кольца в проточки.

После чего начинают сборку передней оси. Устанавливают поворотный кулак на балку, в верхнюю бобышку кулака вставляют новый шкворень с учетом положения лыски под стопорный штифт, вставляют подшипник шкворня и подвигают шкворень дальше до совпадения лыски под стопорный штифт с отверстием в балке. Перед установкой шкворня его смазывают тонким слоем смазки.

При сборке шкворневого соединения особое внимание обращается на сохранность уплотнительных колец и правильность их установки. Затем вставляется стопорный штифт, и затягивают гайку его крепления. Устанавливают крышки шкворневого отверстия на бобышках поворотного кулака и крепят их болтами с пружинными шайбами. Устанавливают рычаги управления кулаки, тормозные щиты, ступицы с подшипниками и тормозные барабаны. После этого ставят колеса и закрепляют их. Через пресс масленки смазывают шкворневые соединения. Проверяют и при необходимости регулируют сход колес.

Смена упорного подшипника шкворня и регулировка запора оси шкворня. При периодических осмотрах следует обращать внимание на состояние упорного подшипника шкворня и на величину зазора между верхней бобышкой кулака и бобышкой балки. Чтобы заменить упорный подшипник шкворня,

необходимо вначале выполнить операцию «Смена шкворня», вплоть до съема шкворня из поворотного кулака, а затем вынуть изношенный упорный подшипник вместе со штампованным защитным колпаком. После этого устанавливается новый подшипник в сборе. При этом кулак приподнимают вверх так, чтобы плотно зажать между бобышками кулака и балки.

С помощью щупа замеряют величину зазора между бобышкой кулака и бобышкой балки. Если величина превышает 0,15 мм, вставляют в этом месте соответствующее количество регулировочных прокладок.

Для смены втулки сальника ступицы переднего колеса снимают поворотный кулак в последовательности, изложенной по смене шкворня. Затем на снятом кулаке зубилом разрубает втулку в двух диаметрально противоположных местах. На освободившуюся посадочную часть цапфы напрессовывают до упора новую втулку сальника.

После всего производится регулировка углов установки колес. Регулировку углов установки колес рекомендуется проводить на стендах.

Список литературы

1. Новицкий А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 61 с.
2. Цыпкина И.В. Обоснование способов восстановления деталей машин / И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 83–84.
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 ГАУ, 2021. – С. 105–109.
4. Бондарев А.В. Анализ причин выхода из строя полуоси колесного трактора классической компоновки / А.В. Бондарев, И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», Майский, 28–29 мая 2019 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 69–70.

Холопов А.Ф., преподаватель, **Порицкий В.М.**, преподаватель,
Титова И.И., магистр
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫПРЕССОВКИ ШКВОРНЕЙ ПОВОРОТНЫХ ЦАПФ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Аннотация: описано устройство и его работа по выпрессовке шкворня поворотной цапфы переднего моста грузового автомобиля КАМАЗ.

Ключевые слова: цапфа, ремонт, дефектовка, пресс.

Holopov A.F., teacher, **Poritsky V.M.**, teacher, **Titova I.I.**, master
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

A DEVICE FOR PRESSING OUT THE PINS OF THE ROTARY TRUNNIONS OF A TRUCK

Abstract: the device and its work on pressing out the pivot pin of the front axle of the KAMAZ truck are described.

Keywords: trunnion, repair, defect.

Анализ показал, что одной из сложностей при ремонте поворотной цапфы переднего моста является извлечение шкворней. Анализ патентной литературы и предложений на рынке показал, что существует достаточно много устройств для выполнения описываемой операции, однако ни одно из них не удовлетворяет в полной мере комплексу предъявляемых требований по простоте конструкции, безопасным условиям труда, высокой производительности [1-4].

По результатам произведенного поиска предлагаем следующую конструкцию устройства, представленную на рисунке 1.

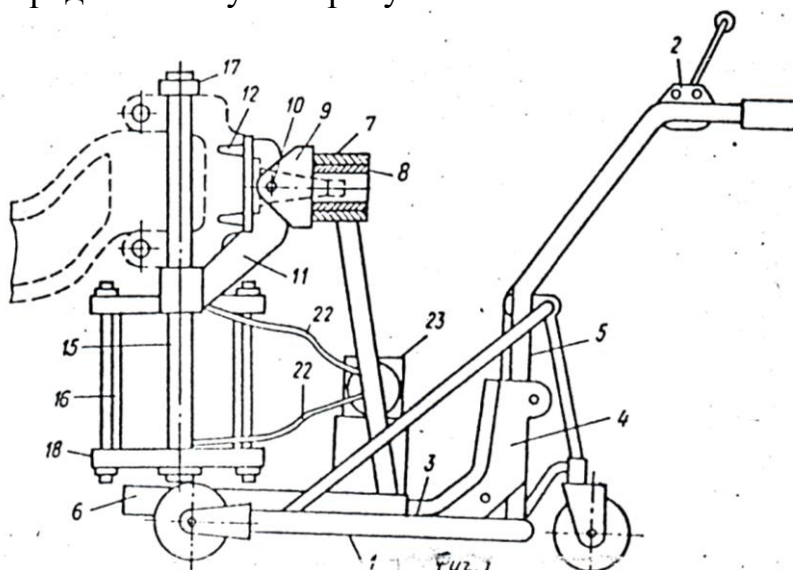


Рис. 1 – Устройство для выпрессовки шкворней поворотных цапф

Устройство включает в себя тележку 1, на которой установлен механизм вертикальных перемещений, состоящий из ручной лебедки 2 грузовых вилок 3 с кареткой. Каретка имеет возможность перемещаться по направляющим 5. На грузовых вилах 3 установлена грузовая платформа 6 с шарниром, представляющим собой две полые горизонтально и концентрично установленные втулки. Причем наружная втулка 7 закреплена на платформе 6 неподвижно, а внутренняя втулка 8 установлена с возможностью поворота.

К внутренней втулке 8 жестко прикреплен кронштейн 9, снабженный осями 10, на которых с возможностью поворота расположен фиксатор 11. При этом фиксатор 11 снабжен конусными установочными штифтами 12, которые расположены соответственно крепежным отверстиям поворотной цапфы автомобиля, и двумя направляющими каналами 13 и одним проходным отверстием 14 для связи с механизмом для выпрессовки шкворней, состоящим из рамки 15 и силового цилиндра 16.

Рамка 15 представляет собой две цилиндрические стойки, размещенные в направляющих каналах 13 с возможностью возвратно-поступательного перемещения и связанные траверсой 17 на одном конце и нижней крышкой 18 силового цилиндра 16 на другом. Шток 19 свободно размещен в проходном отверстии 14, снабжен упорной головкой 20 и жестко связан с поршнем 21 силового цилиндра 16. Надпоршневая «А» и подпоршневая «Б» полости силового цилиндра 16 связаны шлангами 22 с приводом 23 механизма для выпрессовки. Рамка 15 снабжена ограничителями 24, установленными между траверсой 17 и фиксатором 11. Привод 23 механизма для выпрессовки расположен на грузовой платформе 6. Траверса 17 содержит проход 25 для шкворня.

Принцип действия устройства состоит в том, что устройство содержит тележку 1 с платформой 6, вертикально перемещающуюся по направляющим 5, механизм для выпрессовки, включающий силовой цилиндр 16, размещенный на рамке 15, взаимодействующий с фиксатором 11 с установочными штифтами 12, выполненными конусными, подвешенным на осях кронштейна 9, жестко закрепленного на выполненной с возможностью поворота втулке 8, соосно установленной в наружной втулке, укрепленной жестко на платформе.

Тележку 1 подводят к поворотной цапфе автомобиля, подготовленной к выпрессовке шкворня. Грузовую платформу 6 с помощью механизма вертикальных перемещений устанавливают на такую высоту, чтобы штифты 12 находились против крепежных отверстий поворотного кулака. После этого включением привода 23 нагнетают давление в надпоршневой полости «А» силового цилиндра 16. Поршень 21 перемещается вниз до тех пор, пока головка 20 штока 19 не упрется в фиксатор 11. После чего относительно поршня 21 и фиксатора 11 начинает перемещаться рамка 15. Перемещение прекращается тогда, когда поршень 21 дойдет до нижней мертвой точки. Привод 23 отключают. Между траверсой 17 и головкой 20 штока 19 образовалось пространство, достаточное для установки на поворотную цапфу автомобиля. Тележку 1 подают вперед так, чтобы штифты 12 вошли в крепежные отверстия поворотной цапфы и плотно прижимают к ней фиксатор 11. При этом обеспечивается точная установка штока 19 по линии расположения шкворня. Включают привод 23 и пода-

ют давление в поршневую полость «Б». Головка 20 штока 19 упирается в торец шкворня, рамка 15 перемещается вниз относительно фиксатора 11, пока траверса 17 не упрется в полость поворотной цапфы. После этого начинается выпрессовка шкворня головкой 20 штока 19. Выпрессованный шкворень выходит через проход 25 в траверсе 17. По окончании процесса переключением привода 23 нагнетается давление в надпоршневую полость «А». Механизм для выпрессовки шкворней возвращается в исходное положение, и устройство снимается с поворотной цапфы.

Список литературы

1. Стребков С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 181 с.
2. Ковалев С.В. Способ восстановления изношенных поверхностей цилиндров / С.В. Ковалев // Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции, Майский, 26–27 мая 2021 года. Том 1. – Майский: Белгородский ГАУ, 2021. – С. 114–115.
3. Романченко М.И. Диагностика и техническое обслуживание машин : лабораторный практикум / М.И. Романченко. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2011. – 76 с.
4. Новицкий А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 61 с.

Цыпкина И.В., преподаватель, **Холопов А.Ф.**, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОСЕРВИСА НА ФОРМИРОВАНИЕ СПРОСА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ УСЛУГ

Аннотация: В статье рассмотрены процессы развития производственно-технической базы СТО, факторы, оказывающие влияние на спрос услуг автосервисных предприятий. Установлена связь между эффективностью производственной деятельности и формированием развитой клиентской базы автосервисов, позволяющей предприятиям выдерживать серьезную конкурентную борьбу.

Ключевые слова: автосервис, услуга, потребитель, конкуренция, спрос, производственно-техническая база, эффективность.

Tsyapkina I.V., teacher, **Holopov A.F.**, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

THE IMPACT OF THE EFFICIENCY OF THE PRODUCTION ACTIVITY OF THE CAR SERVICE ON THE FORMATION OF CONSUMER DEMAND FOR SERVICES

Abstract: The article considers the processes of development of the production and technical base of service stations, factors influencing the demand for services of car service companies. A connection has been established between the efficiency of production activities and the formation of a developed customer base of car services, which allows enterprises to withstand serious competition.

Keywords: auto repair, service, consumer, competition, demand, production and technical base, efficiency.

Система автосервиса является наиболее динамичной сферой услуг, которая претерпела коренные изменения не только в доступности и своевременности выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, но и обеспеченности запчастями и материалами [1].

Ранее, предприятия, осуществляющие оказание услуг по ремонту и обслуживанию автомобилей, работали в условиях так называемой «производственной ориентации». Данная концепция ориентирована на производителя услуг. Условия, которые они предлагает потребителю, выгодны, в конечном итоге, лишь самому производителю. В настоящее время получила развитие концепция ориентации на клиента, которая успешно функционирует в условиях жесткой конкуренции между различными предприятиями, осуществляющими автосервисные услуги, т. е. в условиях превышения предложений по оказанию

услуг по ТО и ремонту над спросом на них [2]. При этом деятельность предприятия нацелена на изучение потребностей конечного потребителя товаров (услуг) и, следовательно, ориентирование возможностей предприятия на наиболее полное их удовлетворение. Оценка спроса на оказание услуг должна производиться на основе показателей, используемых для этих целей их потребителями, которые сравнивают некоторые фактические значения оценок с ожидаемыми ими величинами, и если эти ожидания совпадают, то качество услуг признается удовлетворительным [3].

Согласно статистике, удовлетворенный потребитель делится радостью с тремя близкими людьми, а неудовлетворенный рассказывает о своей неудаче одиннадцати знакомым. Если каждый из этих одиннадцати поведаст о беде еще кому-то, то число людей, распространяющих неблагоприятную информацию о фирме, многократно увеличивается.

Создание постоянного состава клиентов фирменного автосервисного предприятия предполагает преодоление изоляции между потребителем и автопроизводителем на этапе от продажи автомобиля до его обновления. И в случае сохранения приверженности потребителя отдельной марке автомобиля происходит непрерывность акта продажи, который, в частности, обеспечивается и услугами в послепродажный период [4].

Для первого этапа развития автосервиса было характерно совершенствование организации производства, поскольку соответствующие мероприятия не требовали капитальных вложений.

После исчерпания этого ресурса значительное число предприятий перешло к изменению специализации и диверсификации производства. Вместе с изменением дислокации значительной части парка автомобилей наблюдался процесс передислокации предприятий, располагавшихся ранее в «гаражах» в центральные части города или на основных транспортных потоках.

Это перемещение сопровождалось также строительством в новых микрорайонах современных зданий и сооружений, оснащенных современным оборудованием. Однако уровень специализации многих СТО остался на прежнем уровне, а вновь созданные на магистральных улицах даже повысили уровень специализации.

Рассмотренные процессы развития производственно-технической базы станций технического обслуживания касаются не только зданий и сооружений, но и увеличения номенклатуры дорогостоящего технологического оборудования, стоимость которого сравнивалась с затратами на строительные работы.

Внешняя среда СТО представлена, прежде всего, потребителями (населением и различными организациями), предъявляющими спрос на комплектующие материалы, запасные части и т. д., а также всей совокупностью государственных, политических, социальных и демографических условий, влияние которых на показатели деятельности предприятий имеет существенное значение [5].

Описанные проблемы определяют необходимость не только производить оценку эффективности деятельности предприятий автосервиса и выра-

батывать рекомендации, направленные на ее повышение, но и учитывать при этом мнения и потребности клиентуры СТО.

Эффективное планирование различных мероприятий эффективности работы автосервисных предприятий (новое строительство, расширение, реконструкции, технического перевооружения) невозможно без прогнозирования спроса, разработка соответствующих моделей является важной задачей. При ее разработке необходимо учесть некоторые факторы (рисунок 1).

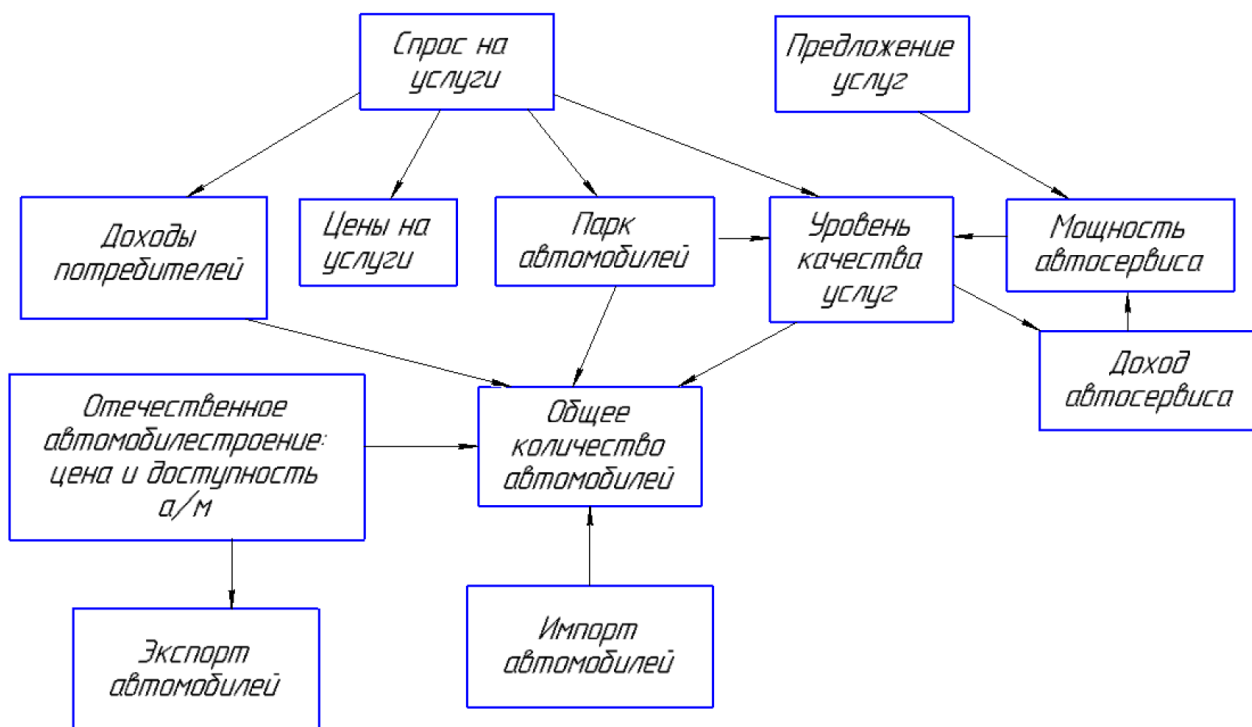


Рис. 1 – Схема факторов, влияющих на спрос услуг СТО

Чем выше уровень предлагаемых услуг и шире их спектр, тем меньше работ осуществляется в порядке самообслуживания, тем выше доля работ, приходящихся на станции технического обслуживания, тем больший спрос предъявляется на их услуги [6-8].

Представленная схема свидетельствует о роли эффективности производственной деятельности в формировании спроса потребителей. Спрос на услуги автосервиса существенно зависит от качества обслуживания.

Список литературы

1. Современный технический сервис техники: мировой опыт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://exkavator.ru/articles/user/~id=1493>. Дата обращения: 24.11.22 г.
2. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.А. Добрицкий, Е.В. Соловьев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 76 с.
3. Романченко М.И. Диагностика и техническое обслуживание машин : лабораторный практикум / М.И. Романченко. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2011. – 76 с.
4. Цыпкина И.В. Обоснование способов восстановления деталей машин / И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 83–84.

5. Новицкий А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 61 с.
6. Перспективы импортозамещения запасных частей зарубежной техники в Белгородской области / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Бондарев, Б.С. Зданович // Белгородский агромир. – 2014. – № 6 (87). – С. 19–21.
7. Хранение тракторов и тракторных прицепов на подставках / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.С. Батырев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 68–73.
8. Хранение сельскохозяйственной техники с использованием подставок / Н.Ф. Скурятин, А.С. Новицкий, С.В. Ковалев, Е.В. Немцев // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе», посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, Майский, 28 ноября 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2019. – С. 64–68.

Цыпкина И.В., преподаватель, **Титова И.И.**, магистр, **Порицкий В.М.**, преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

СРЕДСТВА ИКТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ В АВТОСЕРВИСЕ

Аннотация: Статья посвящена анализу влияния информационно-телекоммуникационных технологий на качество оказания услуг предприятиями автосервиса. Рассмотрены этапы развития информационных технологий в автосервисе и основные направления их использования. Представлен перечень основного программно-информационного обеспечения, необходимого в современных условиях для успешной деятельности автосервисных предприятий.

Ключевые слова: ИКТ (информационно-телекоммуникационные технологии), автосервис, программное обеспечение, услуги, компьютерные технологии, диагностика.

Tsyapkina I.V., teacher, **Titova I.I.**, master, **Poritsky V.M.**, teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

ICT TOOLS FOR MANAGING THE PROCESSES OF RENDERING SERVICES IN A CAR SERVICE

Abstract: The article is devoted to the analysis of the influence of information and telecommunication technologies on the quality of services rendered by car service enterprises. The stages of development of information technologies in the car service and the main directions of their use are considered. The list of the main software and information support necessary in modern conditions for the successful operation of car service enterprises is presented.

Keywords: ICT (information and telecommunication technologies), auto repair, software, services, computer technologies, diagnostics.

В настоящее время организацию работы автосервисных предприятий невозможно вообразить без использования современного программно-информационного обеспечения [1].

Современное развитие ЭВМ привело к тому, что за последние несколько десятков лет в сервисном секторе экономики стали широко применяться самые разнообразные новые информационные технологии.

При этом информационные технологии оказывают значительное влияние на изменение традиционных производственных технологий, методик, способов и форм. Информационные технологии существенным образом преобразуют бизнес-процессы, изменяют формы оказания сервисных услуг, то есть кардинально изменяется сервисная система предприятий автосервиса. Так, современ-

ная диагностика автомобиля не может быть выполнена без использования компьютерных технологий [2].

В развитии информационных технологий в автосервисе выделяют следующие этапы (рисунок 1).

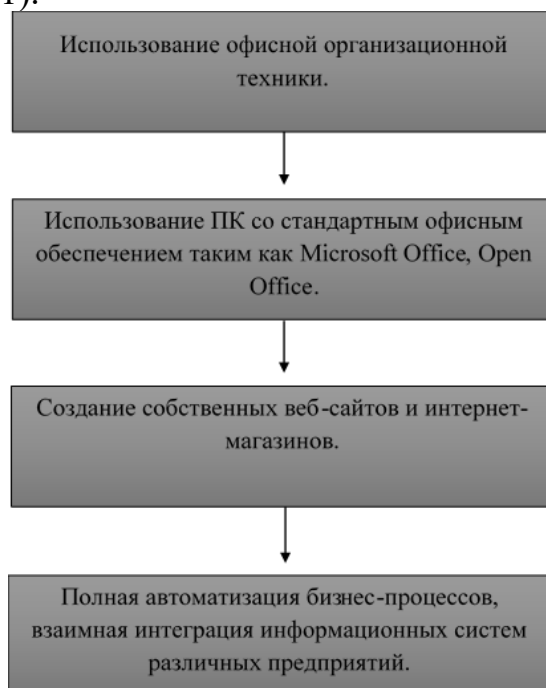


Рис. 1 – Этапы развития информационных технологий в автосервисе

Кроме того, информационные технологии оказывают серьезное влияние на рынок труда, связанный со сферой оказания услуг. Так, современному автосервису уже требуется не просто слесарь, а специалист со знанием персонального компьютера, умеющий использовать его возможности для диагностики автомобиля [3].

Рассмотрим основные направления использования информационных технологий, которые наиболее широко применяются на предприятиях автосервиса (рисунок 2).

Таким образом, новые ИКТ незаменимы в сфере автосервиса, так как они дают возможность максимально улучшить многие функции предприятия за счет применения инновационных средств обработки информации, многократно превышающие традиционные человеческие возможности.

Причем один из самых важных положительных моментов внедрения ИКТ заключается в том, что большой объем информации, которым раньше владели один или два специалиста предприятия, становится доступен всем сотрудникам предприятия и ее клиентам [4, 5].



Рис. 2 – Основные направления использования информационных технологий

Для того чтобы современный автосервис оставался конкурентоспособным, он должен заниматься внедрением новых информационных технологий. Но, чтобы эффективность данных инвестиций была эффективной, необходимо помимо внедрения ИКТ выполнить комплекс различных задач, связанных с обучением персонала, внедрением нового технологического оборудования в производственные процессы, оптимизацией технологических операций [6]. В этом случае внедрение новых ИКТ полностью оправдывает сделанные в них инвестиции.

Основное программно-информационное обеспечение, которое необходимо для успешной деятельности автосервиса:

1. Управленческо-учетное программное обеспечение, бухгалтерское, автоматизация бизнес-процессов, ведение складского учета, учета рабочего времени, подготовки и учета заказ-нарядов и другие. Например: продукты на базе платформы 1С, продукты компании «Автодилер», внедренческого центра 1С-Рарус, система «Mr.Doc», система «», система «Adesk(Адеск)», систем Planior

2. Программное обеспечение специализированного оборудования: сканеров, мотор-тестеров, для работы с газоанализаторами и дымомерами, для чип-тюнинга, для измерительных систем кузовного ремонта и т.п. Как правило, в комплектации с программным обеспечением имеется все необходимо оборудование [7].

3. Основное справочное программное обеспечение: информационно-справочные базы данных по диагностике и ремонту, электронные каталоги запчастей, справочники нормо-часов, справочники по геометрическим размерам автомобилей и т.п. Данные базы делятся на два больших класса: дилерские (первичные, например VW-Audi); неавторизованные (мультимарочные, вторичные, так называемые «пиратские версии») [8].

Также стоит выделить каталоги запасных частей, в которых содержится информация о запасных частях, их применимости, взаимозаменяемости, цене, зачастую встречаются и изображения. Каталоги запасных частей делятся на каталоги оригинальных и неоригинальных запасных частей.

4. Дополнительное (вспомогательное) справочное программное обеспечение: словари, программы для расшифровки VIN-кодов и другие.

5. Обучающее программное обеспечение: обучающие подсистемы в поставляемое со специальными стендами программного обеспечения.

Рассмотренными инновационными информационными технологиями не исчерпывается практика автосервиса. Сегодня трудно представить автосервис без компьютерных технологий.

Список литературы

1. Артюшенко В.М. «Информационное обеспечение деятельности предприятий автосервиса» // [Текст] / Техника и технологии. – 2019. - № 4 (33). – С. 3–10.

2. Пеньшин Н.В. Эффективность и качество как фактор конкурентоспособности услуг на автомобильном транспорте : монография / Н.В. Пеньшин ; под науч. ред. В.П. Бычкова. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 224 с.

3. Современный технический сервис техники: мировой опыт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://exkavator.ru/articles/user/~id=1493>.

4. Новицкий А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 61 с.

5. Перспективы импортозамещения запасных частей зарубежной техники в Белгородской области / С.В. Стребков, А.П. Слободюк, А.В. Бондарев, Б.С. Зданович // Белгородский агромир. – 2014. – № 6 (87). – С. 19–21.

6. Новицкий А.С. Технология сельскохозяйственного машиностроения : лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 84 с.

7. Романченко М.И. Диагностика и техническое обслуживание машин : лабораторный практикум / М.И. Романченко. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2011. – 76 с.

8. Цыпкина И.В. Обоснование способов восстановления деталей машин / И.В. Цыпкина, И.И. Титова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2020. – С. 83–84.

9. Романченко М.И. Диагностирование дизеля по моменту начала нагнетания топлива / М.И. Романченко, А.С. Новицкий // Сельский механизатор. – 2019. – № 12. – С. 40–42.

Цыпкина И.В., преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация: В статье представлено современное состояние, описаны проблемы, стоящие перед инженерно-техническими службами сельскохозяйственных предприятий в вопросах обеспечения работоспособности техники и пути развития технического сервиса в сельском хозяйстве. Рассмотрена структура технического сервиса, принятая в международной практике. Предложены перспективные направления развития технического сервиса в АПК.

Ключевые слова: технический сервис, ремонт, обслуживание, информация, предприятие АПК, информационные технологии, проблема, организация.

Tsyapkina I.V., teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL SERVICE IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract: The article presents the current state, describes the problems facing the engineering and technical services of agricultural enterprises in matters of ensuring the operability of equipment and ways of developing technical service in agriculture. The structure of technical service adopted in international practice is considered. Promising directions for the development of technical service in the agro-industrial complex are proposed.

Keywords: technical service, repair, maintenance, information, agricultural enterprise, information technology, problem, organization.

Система технического сервиса в сельском хозяйстве характеризуется значительным снижением эффективности в связи с критическим физическим и моральным износом оборудования ремонтных предприятий, низким уровнем и недостаточной квалификацией исполнительских кадров и руководителей предприятий технического сервиса. Эти изменения привели к потере для сельского хозяйства большинства ремонтно-сервисных предприятий и их переориентации на выпуск несельскохозяйственной продукции. Требуется улучшение общего состояния оснащенности ремонтных мастерских [1].

Различные количественные и качественные сочетания, различные марки и технические характеристики машин, широкий спектр зон обслуживания и неравномерность годовой загрузки особенности технической службы сельского хозяйства России. Кроме того, действующая система не учитывает особенно-

стей работы отечественных и зарубежных концессионных технических центров с различным досмотровым оборудованием [2].

Анализ современного состояния технического сервиса в АПК показывает, что недостаточное наличие, а иногда и полное отсутствие необходимой информации, значительно усложняет, а в некоторых случаях делает невозможным качественно проводить техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники. Кроме того, для поиска и обработки уже имеющейся информации затрачивается значительное время, причем из-за ряда субъективных причин эта информация может искажаться, быть не полной, поступать несвоевременно и не по адресу. В силу указанных причин становится весьма актуальным совершенствование технического сервиса на предприятиях АПК с использованием современных информационных технологий.

В международной практике машиноиспользования технический сервис рассматривается как комплексная услуга потребителю в приобретении, использовании и обеспечении работоспособности средств механизации в течение всего срока службы (Рисунок 1) [3].



Рис. 1 – Структура технического сервиса

Несмотря на широкое распространение ИТ в целом, информатизация инженерных служб сельхозпредприятий находится только лишь в начальной стадии. Главным препятствием здесь является отсутствие современных информационных коммуникаций у сельскохозяйственных служб, а также нехватка компьютерной техники и специализированных компьютерных программ для инженеров АПК.

Диктат производителей машин, имевших возможность беспрепятственно сбывать свою продукцию независимо от ее качества благодаря монопольному положению по отношению к потребителю, избавил производителей-

монополистов от необходимости заниматься самыми острыми проблемами технического сервиса [4].

Из-за ликвидации ранее действовавшей системы ремонта и централизованного снабжения запасными частями требуются новые подходы и формы организации эффективного технического сервиса сельскохозяйственной техники [5].

Наиболее перспективным в современных условиях многоукладного сельского хозяйства представляется развитие дилерской сети с охватом техническим обслуживанием и ремонтом техники и оборудования после гарантийных сроков. В настоящее время данный подход имеет довольно широкое распространение, однако принцип территориальности в зависимости от концентрации машинно-тракторного парка, а также объем предоставляемых услуг не всегда соответствуют действительности. При этом особое внимание следует уделять доступности этой услуги с целью сокращения простоев техники в ожидании технической помощи. Широкое использование перспективных методов диагностирования позволит обеспечивать точечное воздействие на наиболее слабые узлы и гарантировать безотказную работу машин на предстоящий сезон работы [6, 7].

Сокращение простоев машин, повышение их производительности, а, соответственно, и уменьшение издержек хозяйств происходят также благодаря обучению и повышению квалификации специалистов и механизаторов хозяйств, предварительной технологической регулировке машин, а также за счет оперативного устранения последствий отказов.

Список литературы

1. Инновационные технологии технического сервиса в агропромышленном комплексе / И.Н. Шило, Н.К. Толочко, Н.Н. Романюк, С.А. Войнаш, В.А. Соколова, С.А. Партко, А.А. Лучинович, Е.В. Тимофеев, А.Ф. Эрк. СПб. : ИАЭП. 2021. 26 с.
2. Мишина З.Н., Перспективы технического сервиса в АПК. Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2019; №8.
3. Дорохов А.С. Технический сервис инженерно-технического обеспечения АПК / А.С. Дорохов, В.М. Корнеев, Ю.В. Катаев // Сельский механизатор. — 2016. № 8. — С. 2–5.
4. Лисунов Е.А. Перспективы технического сервиса в АПК / Е.А. Лисунов, Е.В. Воронцов // Прогрессивные электротехнологии и электрооборудование. – 2016. - № 11. – С. 57–62.
5. Новицкий А.С. Проектирование предприятий технического сервиса : Лабораторный практикум / А.С. Новицкий, С.В. Стребков. – Майский : Белгородский ГАУ, 2016. – 61 с.
6. Основы автосервиса: краткий курс лекций для студентов IV курса направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / Сост.: И.Ю. Тюрин // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 137 с.
7. Романченко М.И. Диагностирование дизеля по моменту начала нагнетания топлива / М.И. Романченко, А.С. Новицкий // Сельский механизатор. – 2019. – № 12. – С. 40–42.

СЕКЦИЯ 2

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

УДК 637.116

Аминов А.А., аспирант; **Китаёва О.В.**, доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

К РАЗРАБОТКЕ АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ

Аннотация: введение адаптивных доильных аппаратов помогает значительно повысить эффективность работы фермерских хозяйств, улучшить качество молока и заботиться о благополучии животных. Такие системы позволяют автоматически регулировать давление на вымя, подстраиваясь под индивидуальные особенности каждой коровы. Это не только повышает комфорт животных, но и уменьшает стресс и возможные травмы в процессе доения. Разработка и оптимизация конструктивных решений для адаптивного доильного аппарата является важным этапом проектирования данного устройства. Для обеспечения эффективной работы и максимального комфорта животных необходимо учесть ряд факторов при выборе параметров конструкции.

Ключевые слова: доильный аппарат, молоко, адаптивный аппарат, корова, ферма, параметры, доение, конструкция.

Aminov A.A., graduate student, **Kitayova O.V.**, Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

TOWARDS THE DEVELOPMENT OF AN ADAPTIVE MILKING MACHINE FOR MILKING COWS

Abstract: the introduction of adaptive milking machines helps to significantly increase the efficiency of farms, improve the quality of milk and take care of animal welfare. Such systems allow you to automatically adjust the pressure on the udder, adapting to the individual characteristics of each cow. This not only improves animal comfort, but also reduces stress and possible injury during the milking process. The development and optimization of design solutions for an adaptive milking machine is an important stage in the design of this device. To ensure efficient operation and maximum animal comfort, a number of factors must be taken into account when choosing design parameters.

Key words: milking machine, milk, adaptive machine, cow, farm, parameters, milking, design.

Анализ требований и особенностей конструктивно-режимных параметров доильного аппарата является важным этапом разработки и обоснования его эффективности. В первую очередь, необходимо учесть требования к производительности аппарата, которая определяется скоростью дойки и числом одновременно доимых животных. Кроме того, следует принять во внимание требования к гигиеничности процесса доения, такие как легкость мойки и дезинфекции аппарата.

Особое внимание стоит уделить выбору материалов для конструкции доильного аппарата. Они должны быть прочными, надежными и безопасными для животных. Также стоит учесть возможность регулировки давления на соски животных, чтобы предотвратить возможные повреждения.

Важной характеристикой является также шумовыделение аппарата. Шум может вызывать стресс у животных и негативно сказываться на процессе доения. Поэтому разработка аппарата с минимальным уровнем шума является приоритетной задачей.

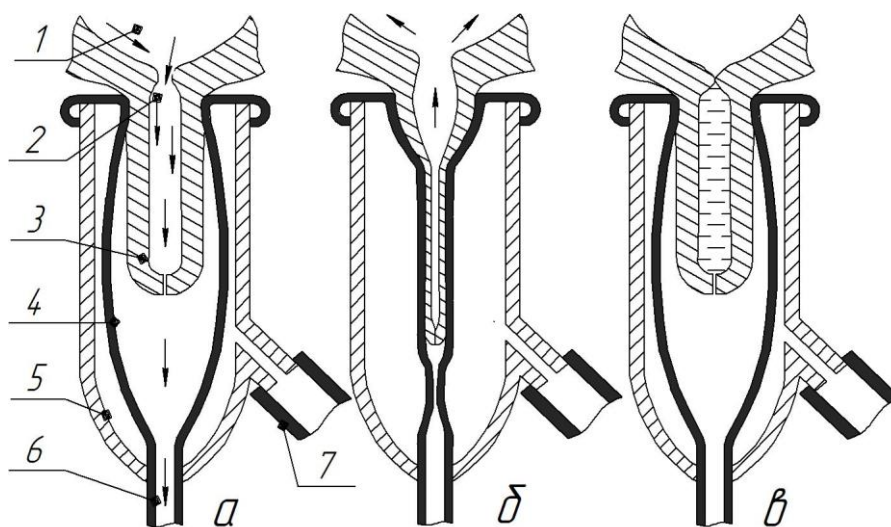
Также стоит обратить внимание на энергоэффективность аппарата. Разработка системы, позволяющей снизить потребление электроэнергии при работе доильного аппарата, будет способствовать экономии ресурсов и сокращению затрат на энергию.

И.Н. Краснов отмечает, что от адекватных доильных раздражителей зависит не только полнота выдаивания животных, но и интенсивность молокообразования, особенно в первые три часа после доения [1].

В первую очередь, необходимо определить оптимальные размеры и форму соскового канала, чтобы минимизировать дискомфорт для вымени животного и обеспечить плавное движение молока без его излишнего давления или травмирования. Также следует учесть различные размеры вымени у разных животных и предусмотреть возможность настройки аппарата под каждое конкретное животное.

Получившие наибольшее распространение двухтактные доильные аппараты при доении вызывают раздражения, не адекватные физиологии животных, так как сжатие соска в доильном стакане осуществляется от кончика к основанию в отличие от сжатия соска языком теленка от основания к кончику, что ведет к торможению рефлекса молокоотдачи. При машинном доении на основание соска приходится всего 10-20% из общей суммы силовой нагрузки на сосок, а при ручном доении – 60-70% [2]. Схема доения двухтактным доильным аппаратом на рисунке 1.

Второй важный параметр – это скорость доения. Необходимо найти оптимальную скорость, которая будет достаточно быстрой для эффективного доения, но при этом не вызывать болезненных ощущений или повреждений сосков. Оптимальная скорость может зависеть от типа животного (крупный рогатый скот, мелкий рогатый скот) или состояния вымени (беременность, лактация).

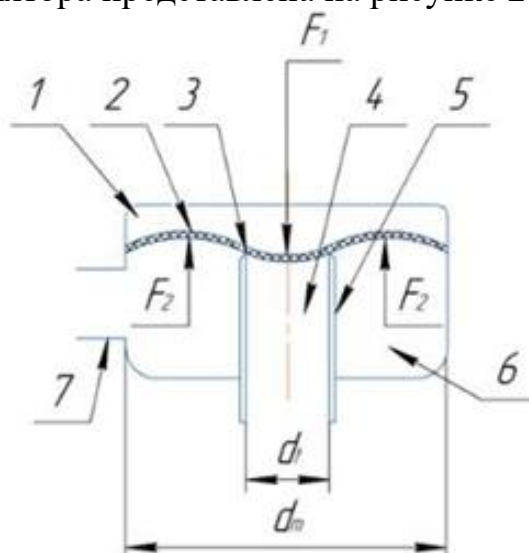


а – наполнение стакана; 1 – молочная цистерна; 2 – сосковая цистерна; 3- стенка соска; 4 – сосковый чулок; 5 – гильза; 6 – молочная трубка; 7- вакуумная трубка

Рис. 1 – Схема доения двухтактным доильным аппаратом

Третий параметр – это давление, с которым производится доение. Необходимо подобрать оптимальное давление, чтобы максимально эффективно выдоить молоко, но при этом не вызывать болезненных ощущений или повреждений вымени. Давление может быть регулируемым и настраиваться для каждого животного отдельно.

Изменение вакуумного режима в полости доильного ведра, а значит, и в доильных стаканах, осуществляется регулятором вакуумметрического давления, установленным между доильными ведрами вакуум-проводом доильной установки. Схема регулятора представлена на рисунке 2 [3].



1 – камера управления; 2 – мембрана; 3 – щель; 4 – камера постоянного вакуумметрического давления; 5 – патрубок; 6 – камера рабочего вакуумметрического давления; 7 – патрубок

Рис. 2 – Схема полости доильного ведра

В условиях промышленного производства молока, как правило, для доения коров применяется различное доильное оборудование, обладающее высокой производительностью, содержащее элементы автоматики, обеспечивающие адаптивный режим доения животных. В фермерских хозяйствах, особенно при

малочисленном поголовье, используют передвижные доильные агрегаты, содержащие автономную вакуумную аппаратуру, доильный аппарат и емкость для сбора молока. При этом оператор должен контролировать как сам процесс доения, так и момент завершения извлечения молока, предотвращая передержку доильных стаканов на молочной железе. Поэтому весьма важным является разработка более совершенной конструкции доильного аппарата, обладающего возможностью изменения режима доения в зависимости от интенсивности потока извлекаемого молока, тем самым исключая как субъективную оценку данного параметра, доверив ее автомату, так и необходимость присутствия оператора в момент завершения доения коровы.

В связи с этим целью наших исследований является повышение эффективности доения коров в условиях фермерских хозяйств путем разработки и обоснования конструктивно-режимных параметров адаптивного доильного аппарата для доения коров.

Список литературы

1. Краснов И.Н. Доильные аппараты / И.Н. Краснов. – Ростов : Изд-во Ростовского университета, 1974. – С. 17.
2. Карташов Л.П. Машинное доение коров / Л.П. Карташов. – Москва : Колос, 1982. – 277 с.
3. Ужик В.Ф. Обоснование конструктивно-режимных параметров регулятора вакуумметрического давления адаптивного доильного аппарата / В.Ф. Ужик, А.И. Тетерядченко, С.И. Некипелов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017.

Асыка А.В., преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ АДАПТИВНЫЙ ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ

Аннотация: В статье обозначены основные аспекты разработки доильного оборудования. Представлено описание однопроводной сети 1-Wire и конструктивная схема модернизированного доильного аппарата.

Ключевые слова: автоматизация, доильный аппарат, манипулятор, режим доения.

Asyka A.V., teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

UPGRADED ADAPTIVE MILKING MACHINE

Abstract: The article outlines the main aspects of the development of milking equipment. A description of a single-wire 1-Wire network and a design diagram of an upgraded milking machine are presented.

Keywords: automation, milking machine, manipulator, milking mode.

Разработка доильного оборудования является одной из наиболее актуальных задач в современной сельской хозяйственной индустрии. В условиях повышенных требований к производительности и эффективности молочного скотоводства, разработка новых технологий и оборудования, способного облегчить процесс доения и повысить его качество, становится неотъемлемой частью инновационного развития отрасли.

В настоящее время существует несколько основных трендов в разработке доильного оборудования. Во-первых, это автоматизация и цифровизация процесса доения. С помощью передовых технологий, таких как системы идентификации животных и управления молочным стадом, фермеры могут значительно упростить процесс и повысить точность доения.

Во-вторых, современная разработка доильного оборудования нацелена на создание более комфортных условий для животных. Это включает в себя использование мягких и адаптивных материалов, снижение уровня стресса при доении и обеспечение безопасности и здоровья скота. Такой подход не только улучшает процесс доения, но и способствует общему благополучию и здоровью животных.

Кроме того, современное доильное оборудование должно быть экологически устойчивым и энергоэффективным. В свете растущих экологических требований и стремления к устойчивому развитию, производители оборудования вкладывают большие усилия в создание систем, которые позволяют сократить

расходы на электроэнергию, воду и химические ресурсы, несущие потенциальный вред окружающей среде.

Несомненно, разработка доильного оборудования имеет огромный потенциал для совершенствования молочного производства. Многие компании и ученые вносят значительные усилия для создания инновационных решений, которые помогут повысить производительность, качество и эффективность доения. Однако, вопросы экономической целесообразности и доступности новых технологий также остаются важными, поэтому их учет и поддержка также должны находиться на фокусе внимания.

Таким образом, разработка доильного оборудования – это сложная и многогранный процесс, который требует внимания к деталям, использования передовых технологий и открытости к новым идеям. Все усилия в этом направлении не только способствуют повышению производительности и эффективности молочного скотоводства, но и являются важным вкладом в развитие сельского хозяйства в целом.

Изучив более подробно процессы, протекающие во время доения, можем сформировать ряд требований для автоматизации процесса отключения и снятия доильного аппарата с вымени коровы [1]:

- необходимо контролировать процесс доения по каждой доле вымени по отдельности;
- при снижении интенсивности молокоотдачи менее 50 мл/мин необходимо снижать вакуумметрическое давление в доильном стакане до минимального значения;
- автоматическое снятие доильного аппарата после снижения интенсивности молокоотдачи менее 50 мл/мин в последнем выдаиваемом соске.

С целью автоматического управления датчиками и исполнительными механизмами (клапанами и др.) предлагается применять однопроводной интерфейс 1-Wire. Данный интерфейс был разработан фирмой Dallas Semiconductor Corp. Сеть 1-Wire включает в себя адаптер, который подключается к порту компьютера (COM или USB), датчики и исполнительные механизмы. Элементы сети соединяются последовательно кабелем, типа витой пары [2].

В основе работы сети 1-Wire лежит топология общей шины. Это значит, что все датчики и исполнительные механизмы сети подключаются к одному кабелю без ответвлений и разветвленных соединений. Управление происходит мастером сети, а все подключенные устройства являются ведомыми.

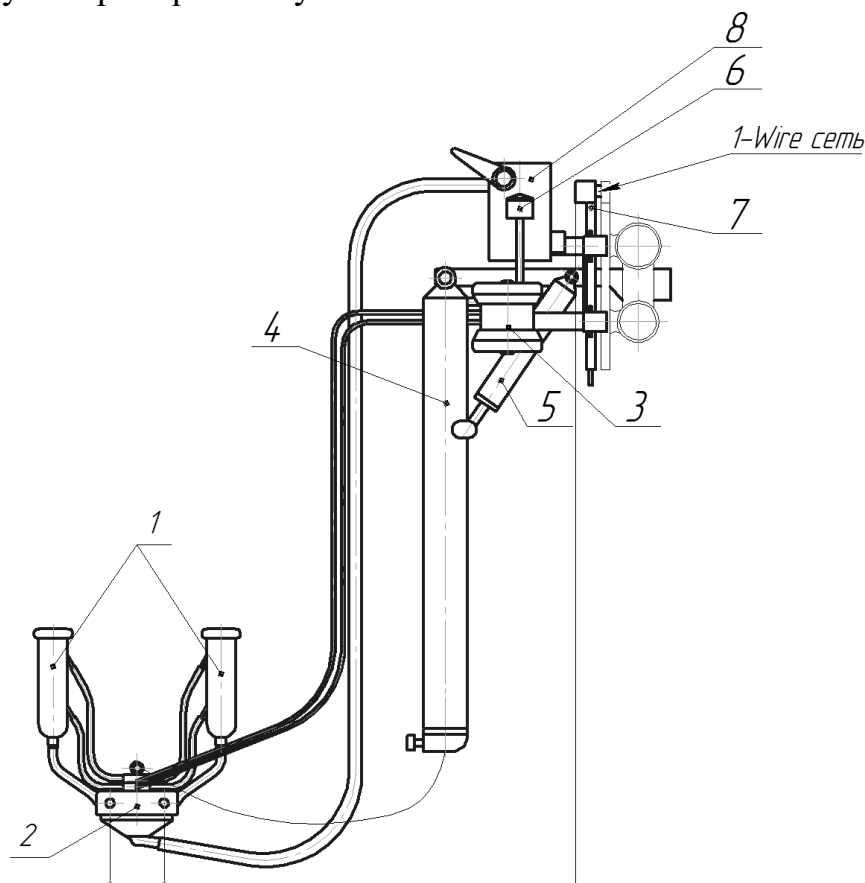
Предлагаемый модернизированный доильный аппарат состоит из доильных стаканов 1 (рисунок 1), коллектора 2, пульсатора 3, съемного пневмоцилиндра 4, (с возможностью качания) прикреплен к поддерживающему пневмоцилиндру 5, электроклапана 6, разъема-крана 7 и молоколовушки 8.

Молоколовушка 8 оборудована поплавком (на схеме не показан), обладающую пороговой интенсивностью потока молока начала всплытия поплавок – 50 мл/мин, сообщаемую с молокопроводом линейной доильной установки и посредством молочной трубки – с молокоприемной камерой коллектора 2. Для установки поплавок в стартовое положение молоколовушка 8 снабжена рычагом, связанным с поплавком.

Поддерживающий пневмоцилиндр 5 шарнирно связан со съемным пневмоцилиндром 4 и обеспечивает эффект «оттягивания» при снятии доильного аппарата.

Пульсатор входным патрубком сообщается с вакуумпроводом доильной установки, а двумя выходными – посредством спаренной вакуумной трубки с распределительной камерой коллектора и далее патрубками с доильным стаканом. Распределитель вакуума позволяет изменять интенсивность проникновения вакуумметрического давления от пульсатора 3 к доильным стаканам 1 при помощи электроклапанов, включаемые по сигналу через сеть 1-Wire, замыкающиеся при снижении интенсивности потока молока ниже 50 мл/мин по каждой доле вымени в отдельности.

Данные об интенсивности молокоотдачи поступают на персональный компьютер-сервер по сети 1-Wire от цифровых температурных датчиков, установленных на заданной высоте в накопительной камере коллектора 2 доильного аппарата. Данные о температуре позволяют судить о наличии молока в накопительных камерах и сохраняются в базе данных MySQL, что в дальнейшем позволит определить время доения и интенсивность молокоотдачи, упрощая тем самым работу ветеринарной службы и зоотехников.



1 – доильные стаканы; 2 – коллектор; 3 – пульсатор; 4 – пневмоцилиндр; 5 – пневмоцилиндр; 6 – электроклапан; 7 – кран; 8 – молоколовушка

Рис. 1 – Схема переносного манипулятора доения коров

Данный манипулятор, учитывая физиологию животного, изменяет величину вакуума в зависимости от величины потока молока, а также при интен-

сивности молока менее 50 мл/мин автоматически снимает доильный аппарат с вымени коровы [3, 4, 6].

Список литературы

1. Мартынов Е.А. Адаптивные доильные аппараты / Е.А. Мартынов // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий : Материалы XX Международной научно-производственной конференции, Белгород, 23–25 мая 2016 года. Том 2. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – С. 43–44.
2. Интерфейс 1-Wire [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://schem.net/comp/comp53.php>.
3. Мартынов Е.А. Экспериментальные исследования работоспособности манипулятора для доения коров / Е.А. Мартынов, О.А. Чехунов, А.В. Асыка // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 4 (24). – С. 52–64.
4. Мартынов Е.А. Исследование адаптивного переносного манипулятора для доения коров / Е.А. Мартынов, О.А. Чехунов // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 11 (269). – С. 26–30. – DOI 10.33267/2072-9642-2019-11-26-30.
5. Ужик В.Ф. К созданию доильного аппарата с управляемым режимом доения / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клесов // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: Материалы XX Международной научно-производственной конференции, Белгород, 23–25 мая 2016 года. Том 2. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – С. 110–111.
6. Ужик В.Ф. Разработка адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клесов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2016. – № 3 (23). – С. 57–61.

Асыка А.В., преподаватель, **Рыжих И.В.**, студент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДВЕСНОЙ ЧАСТИ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

Аннотация. Статья посвящена выявлению направлений по усовершенствованию подвесной части доильного аппарата, в частности применения однокамерных доильных стаканов.

Ключевые слова: доильный аппарат, доильный стакан, подвесная часть, коллектор.

Asyka A.V., teacher, **Ryzhikh I.V.**, student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

IMPROVEMENT OF THE SUSPENDED PART OF THE MILKING MACHINE

Подвесная часть доильного аппарата – часть оборудования для машинного доения, располагаемая при работе на сосках вымени коровы. Подвесная часть аппарата включает в себя четыре доильных стакана, извлекающих молоко из вымени, коллектор, собирающий молоко от стаканов, соединительные молочные и воздушные патрубки [1]. Кроме того, в некоторых конструкциях доильных аппаратов в состав подвесной части могут быть включены распределители воздушного потока, датчики потока молока, системы управления режимами работы аппарата, механизмы промывки и т.д. Перечисленные элементы подвесной части могут быть выполнены в виде отдельных узлов, или же совмещать несколько функций в одном элементе, например, пульсоколлектор, коллектора со встроенными датчиками молочного потока, стаканы с элементами обмыва сосков и их стимуляции и т.д.

По мнению ученых научной школы, занимающейся проблемами машинного доения коров, возглавляемой Ужиком В.Ф. одним из приоритетных направлений в данном вопросе выступает разработка доильных аппаратов с управляемым режимом, т.е. доильного оборудования, адаптированного к физиологии коров (способного изменять режимы работы в зависимости от изменяемых параметров молокоотдачи, что происходит при естественном молокоизвлечении – сосании вымени теленком) [2].

Так авторским коллективом сотрудников Белгородского ГАУ была предложена конструктивная схема подвесной части доильного аппарата, включающего классические доильные стаканы (стаканы с сосковой резиной), оснащенные пневматическими клапанами и коллектор, оборудованный электроклапанами и датчиками потока молока поплавкового типа магнитоуправляемого исполнения (работают на основе передачи электрического импульса при контакте

постоянного магнита и геркона) [3]. Аппарат позволяет изменять параметры работы в процессе доения – при интенсивности прохождения молока через коллектор менее 200 мл/мин аппарат работает на вакууме 33 кПа (стимулирующее значение вакуума) и частоте пульсаций 40...45 пульс./мин., при расходе молока через коллектор более 200 мл/мин аппарат автоматически переходит на режим работы с разрежением 48...50 кПа (режим основного вакуума) при частоте пульсаций 55...60 пульс./мин. Такие параметры работы позволяют обеспечить бережное отношение к соску в начале доения, что приводит к нежной стимуляции молокоотдачи, а также обеспечивает рефлекс додаивания при завершении доения. Применение доильных аппаратов с управляемым режимом доения позволит снизить процент заболеваемости коров маститом, повысить молочную продуктивность коров (из-за стимуляции молокоотдачи в начале и конце доения), а также поднять производительность труда (за счет исключения операций машинного додаивания).

Для адаптации основного элемента подвесной части к физиологии коров был разработан комплекс устройств, позволяющих фиксировать изменение морфологических и физических свойств соска при изменении основных режимных параметров доения (вакуума и частоте пульсаций). Так по данным сотрудников Белгородского ГАУ, полученных при использовании запатентованных устройств установлено, что при изменении вакуума в подсосковом пространстве стакана происходит изменение геометрических параметров соска и усилия воздействия [4, 5]. Данные зависимости при начальном диаметре соска 20 мм достаточно точно описываются уравнениями:

$$\text{у основания соска: } D_c = 5 \cdot 10^{-17} \cdot p^3 - 6 \cdot 10^{-12} \cdot p^2 + 2 \cdot 10^{-7} \cdot p + 0,0211; \quad (1)$$

$$\text{по середине соска: } D_c = 4 \cdot 10^{-17} \cdot p^3 - 5 \cdot 10^{-12} \cdot p^2 - 2 \cdot 10^{-7} \cdot p + 0,0201; \quad (2)$$

$$\text{у кончика соска: } D_c = 10^{-17} \cdot p^3 - 3 \cdot 10^{-12} \cdot p^2 + 2 \cdot 10^{-7} \cdot p + 0,0194; \quad (3)$$

$$\text{у основания соска: } F = 0,0000492 \cdot p + 0,5005; \quad (4)$$

$$\text{по середине соска: } F = 0,0002048 \cdot p + 1,1572; \quad (5)$$

$$\text{у кончика соска: } F = 0,0000547 \cdot p + 0,0537; \quad (6)$$

где D_c – диаметр соска, м; F – усилие, развиваемое соском, Н, p – величина вакуума, Па.

Следующее направление совершенствования подвесной части – исключение из конструкции классических доильных стаканов (стаканов с сосковой резиной) и замену их на однокамерные доильные стаканы с жесткими стенками. Данное направление развития обусловлено тем, что в стаканах имеющих сосковую резину при работе возникают следующие недостатки: режимные параметры не в полной мере соответствуют физиологии коров, обусловленные необходимостью быстрого извлечения молока; отклонение механических характеристик и геометрических параметров сосковой резины, в том числе и силиконовой, от норм приводит к нарушению или полному прекращению молокоизвлечения; «холостое доение», вызванное перекрытием молочного канала у основания соска вследствие подъема стакана в процессе работы из-за одновременного воздействия двух причин – вакуума в стакане и сжатие резины; ранний запуск животных в связи с систематическим недодоем; циклические ударные воздействия от сосковой резины на сосок, негативно влияющие на внутреннюю струк-

туру и кожу соска; обратный отток молока из-за сжатия резины ниже кончика соска; наличие патогенной микрофлоры под сфинктером соска из-за наличия аэрозоли (молоковоздушной смеси) в подсосковом пространстве; нестабильность разрежения под соском и как следствие рост заболеваемости; превышение времени дойки физиологическим особенностям коров (180...300 сек – времени действия гипофиза, гормона окситоцина и всех элементов молочной железы); неспособность отводить от стакана молоко, поступающее в высоких объемах при доении высокоудойных коров с малым временем доения.

Данные недостатки исключены в доильных аппаратах с однокамерными доильными стаканами, разработанные под руководством профессора Ужика В.Ф. [6, 7]. В указанных аппаратах подвесная часть выполнена в виде однокамерных стаканов с резиновым присоском и пневмоклапаном, расположенном на корпусе, способным понижать величину вакуума под соском за счет подачи туда атмосферного воздуха в определенный момент, что улучшает его отведение на участке от стакана до коллектора; коллектор имеет также оригинальную конструкцию, позволяющую своевременно изменять величину вакуума под соском. Производственные испытания указанных доильных аппаратов подтвердили их эффективность, заключающуюся в снижении заболеваемости вымени коров маститами на 18...20% и повышение молочной продуктивности коров на 4,6%.

Однако дальнейшие производственные испытания аппаратов с однокамерными доильными стаканами, отличающихся от классических наличием твердой гильзы и эластичной вставки (резина), показал, что они также далеки от совершенства – требуют сложного изготовления, неудобны в применении, не универсальны к коровам с различными сосками.

По нашему мнению, исключить все указанные ранее недостатки можно путем исключения сосковой резины из конструкции аппарата и применения аппаратов конструктивные особенности и режимные параметры которых подошли бы ко всем коровам, в том числе высокоудойным. Но вместе с тем следует отметить и тот факт, что при использовании аппаратов со стаканами без сосковой резины, возникает ряд трудностей и в первую очередь с необходимостью применения стаканов разных типоразмеров для коров с разными диаметрами и длинами сосков.

Для решения проблемы применения стаканов разных типоразмеров для коров с разными диаметрами и длинами сосков нами разработан оригинальный доильный стакан, содержащий корпус, присосок, ограничители, герконы и магниты; ограничители выполнены в виде двух полуколец, одно из которых снабжено выступом, второе пазом, причем выступ одного ограничителя установлен в пазе другого ограничителя с возможностью перемещения [8]. На ограничителях установлены магниты, имеющие возможность контакта с герконами, расположенными на корпусе стакана. Ограничители закреплены внутри корпуса посредством штоков. Прижатие ограничителей к соску обеспечивают пружины, расположенные на штоках, причем жесткость пружин может быть изменена посредством установок регулировочных шайб.

Использование разработанного доильного стакана без сосковой резины позволит повысить молочную продуктивность и снизить заболеваемость вымени коров маститом, а его оригинальная конструкция – отказаться от размерного ряда стаканов для коров с различными диаметрами сосков вымени.

Список литературы

1. Огородников П.И. Основы повышения эффективности применения доильного оборудования / П.И. Огородников – М. : Колос, 1995. – 140 с.
2. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет. / В.Ф. Ужик – Белгород : БелГСХА. – 2009. – 485 с.
3. Чехунов О.А. Доильный аппарат с управляемым режимом / ОА. Чехунов, А.В. Асыка // 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. 602–606.
4. Патент № 2284691 С2 Российская Федерация, МПК А01J 7/00. Устройство для измерения усилия, оказываемого соском при изменении его диаметра: № 2005100590/12: заявл. 11.01.2005: опубл. 10.10.2006 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия.
5. Ужик В.Ф. Определение усилия, развиваемого соском вымени / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2017. – № 4 (28). – С. 135–138.
6. Патент № 2411721 С1 Российская Федерация, МПК А01J 5/04. Доильный аппарат: № 2009143291/21: заявл. 23.11.2009: опубл. 20.02.2011 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия».
7. Патент № 2262841 С1 Российская Федерация, МПК А01J 5/04. Доильный аппарат: № 2004110092/12: заявл. 02.04.2004: опубл. 27.10.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Склярков [и др.]; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия (Белгородская ГСХА).
8. Патент на полезную модель № 183480 U1 Российская Федерация, МПК А01J 5/08. Доильный стакан: № 2018116718: заявл. 04.05.2018: опубл. 24.09.2018 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.В. Асыка; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

Асыка А.В., преподаватель, **Твердохлеб В. А.**, студент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ОДНОКАМЕРНЫЙ ДОИЛЬНЫЙ СТАКАН

Аннотация: В данной статье представлены обоснование совершенствования доильных аппаратов в сторону отказа от сосковой резины и дано описание оригинальной конструкции доильного стакана. Использование доильного стакана без сосковой резины позволяет повысить молочную продуктивность и снизить заболеваемость вымени коров маститом.

Ключевые слова: корова, доильный стакан, вымя, сосок, доильный аппарат, давление, управление, продуктивность.

Asyka A.V., teacher, **Tverdohleb V.A.**, student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

SINGLE CHAMBER GRINDER

Abstract: This article presents the rationale for improving milking machines in the direction of abandoning nipple rubber and describes the original design of the milking cup. The use of a milking cup without a nipple rubber allows to increase milk productivity and reduce the incidence of mastitis in the udder of cows.

Keywords: cow, teat cup, udder, nipple, milking machine, pressure, control, productivity.

Доеение – наиболее ответственная операция во всей технологической цепочке производства молока на эффективность которой оказывают влияние множество факторов (рисунок 1).

На практике в основном применяются следующие типы доильных аппаратов: классические аппараты с двухкамерными стаканами, работающие по двухтактному типу; классические аппараты с двухкамерными стаканами, работающие по трехтактному типу; аппараты с трехкамерными стаканами; аппараты с классическими стаканами и верхним отводом молока; аппараты стимулирующего действия и аппараты с управляемыми параметрами [1].

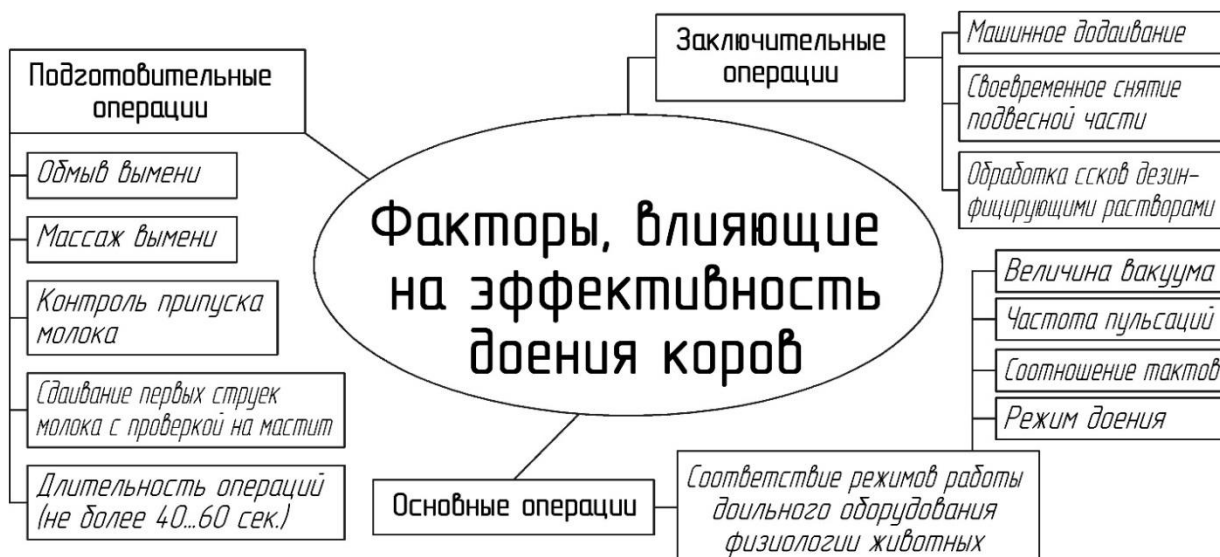


Рис. 1 – Факторы, влияющие на эффективность доения

Анализ литературы позволил выявить недостатки аппаратов с классическими доильными стаканами [2]: «холостое доение»; режимные параметры не в полной мере соответствуют физиологии коров, обусловленные необходимостью быстрого извлечения молока; ранний запуск животных в связи с систематическим недодоем; отклонение механических характеристик и геометрических параметров сосковой резины, в том числе и силиконовой, от норм приводит к нарушению или полному прекращению молокоизвлечения; обратный отток молока из-за сжатия резины ниже кончика соска; циклические ударные воздействия от сосковой резины на сосок, негативно влияющие на внутреннюю структуру и кожу соска; нестабильность разрежения под соском и как следствие рост заболеваемости; неспособность отводить от стакана молоко, поступающее в высоких объемах при доении высокоудойных коров с малым временем доения.

Таким образом, аппараты с классическими стаканами не решают проблему эффективного доения. Произведенный патентный поиск конструкций доильных стаканов, отличающихся от общепринятых концепций – твердая гильза и эластичная вставка (резина) показал, что они также далеки от совершенства – требуют сложного изготовления, неудобны в применении, не универсальны к коровам с различными сосками.

Исключить указанные недостатки можно путем исключения сосковой резины из конструкции аппарата и применения аппаратов конструктивные особенности и режимные параметры которых подходили бы ко всем коровам, в том числе высокоудойным [3]. При использовании аппаратов со стаканами без сосковой резины возникает ряд трудностей и в первую очередь с необходимостью применения стаканов разных типоразмеров для коров с разными диаметрами и длинами сосков.

Для решения проблемы применения стаканов разных типоразмеров для коров с разными диаметрами и длинами сосков нами разработан оригинальный доильный стакан, содержащий корпус, присосок, ограничители, герконы и магниты; ограничители выполнены в виде двух полуколец, одно из которых снабжено выступом, второе пазом, причем выступ одного ограничителя установлен в пазе другого ограничителя с возможностью перемещения [4]. На ограничителях установлены магниты, имеющие возможность контакта с герконами, расположенными на

корпусе стакана. Ограничители закреплены внутри корпуса посредством штоков. Прижатие ограничителей к соску обеспечивают пружины, расположенные на штоках, причем жесткость пружин может быть изменена посредством установок регулировочных шайб.

Этот дизайн позволяет создать более универсальный доильный стакан, способный адаптироваться к различным размерам сосков коров и обеспечивать эффективную и комфортную процедуру доения.

Доильный стакан (рисунок 2) выполнен в виде корпуса 1 верхняя часть которого оборудована присоском 2 с выступом 3. Нижняя часть, расположенная под соском 4 оснащена камерой 5. Подсосовая камера 5 оборудована патрубком 6 связанного с коллектором, и штуцером 7 с воздушным патрубком 8, который в свою очередь соединен с одной частью двухполупериодного пульсатора. Внутри корпуса 1 на штоках 9 расположены ограничители 10 и 11, выполненные в виде двух полуколец. Ограничитель 10 снабжен пазом 12, а ограничитель 11 оборудован выступом 13. Выступ 13 ограничителя 11 установлен в пазе 12 ограничителя 10 с возможностью перемещения. Ограничители 10 и 11 оборудованы магнитами 14 и 15. Корпус доильного стакана 1 снабжен катушками индуктивности 16 и 17, расположенными на одном уровне с магнитами 14 и 15. Между корпусом доильного стакана 1 на штоках 9 размещены пружины 18, с возможностью изменения их жесткости посредством установки регулировочных шайб 19.

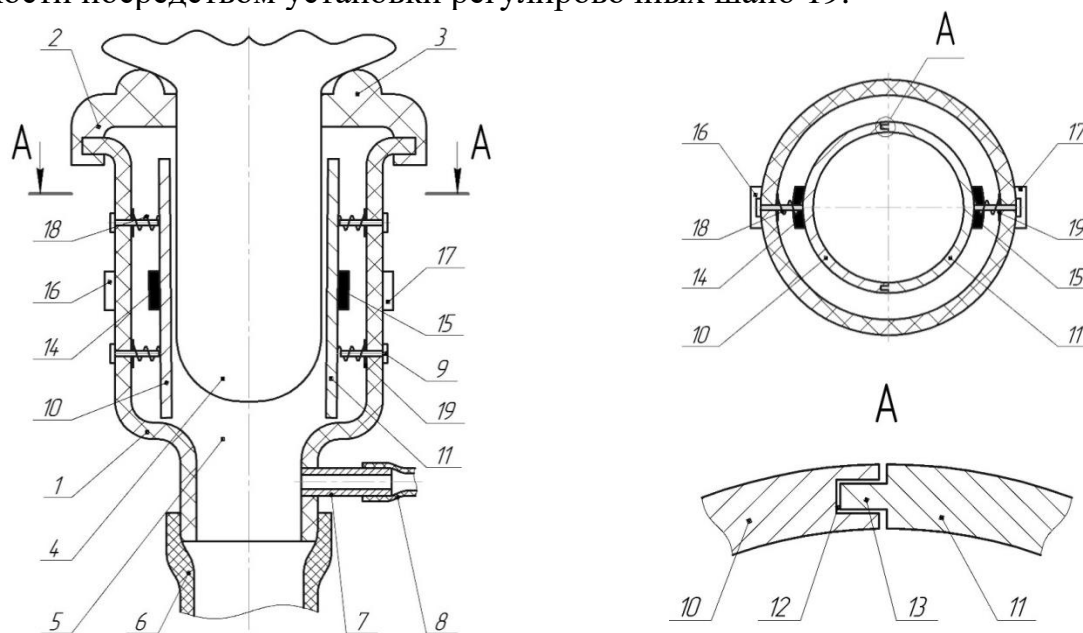


Рис. 2 – Конструктивно-технологическая схема доильного стакана

Доильный стакан работает следующим образом. В молокоотводящий патрубок 6, а, следовательно, и в подсосовую камеру 5 от коллектора подают вакуумметрическое давление. При этом такую же величину вакуумметрического давления от пульсатора по воздушному патрубку 8 и штуцеру 7 также подают в подсосовую камеру 5.

На катушки индуктивности 16 и 17 подают электрический ток. В результате воздействия электрического тока происходит притягивание магнитов 14 и 15, жестко закрепленных на ограничителях 10 и 11. Это приводит к тому, что ограничители 10 и 11 преодолеют усилие пружин 18 и разойдутся – выступ 13 переме-

стится в пазе 12. Далее оператор надевает доильный стакан на сосок вымени 4, подачу электрического тока на катушки индуктивности 16 и 17 прекращают и ограничители 10 и 11 под действием пружин 18 смыкаются, охватывая сосок вымени 4.

Начинается процесс доения. При такте «сосание» вакуумметрическое давление номинальной величины (например, 48 кПа) от коллектора по молокоотводящему патрубку 6 и от пульсатора по воздушному патрубку 8 и штуцеру 7 проникает в подсосковую камеру 5. При этом открывается сфинктер соска 4, молоко выдаивают из вымени и транспортируют по молокоотводящему патрубку 6 в коллектор и далее в молокоприемную емкость. При смене тактов в двухполупериодном пульсаторе по воздушному патрубку 8 и штуцеру 7 в подсосковую камеру 5 поступает атмосферный воздух, снижая в ней величину вакуумметрического давления до минимального значения (например, 33 кПа), наступает такт «отдых». Поступающий по воздушному патрубку 8 и штуцеру 7 атмосферный воздух способствует более быстрой эвакуации молока из подсосковой камеры 5 в молокоотводящий патрубок 6. Далее процесс повторяют.

Изменяя жесткость пружин 18 при помощи регулировочных шайб 19 регулируют усилие прижатия ограничителей 10 и 11 к соску 4. При работе выступ 3 на присоске 2 препятствует наплзанию доильного стакана на сосок вымени 4.

По завершению доения на катушки индуктивности 16 и 17 подают электрический ток, вызывающий притягивание магнитов 14 и 15. Это приводит к тому, что ограничители 10 и 11 преодолевают усилие пружин 18 и расходятся – выступ 13 перемещается в пазе 12. Оператор производит снятие доильного стакана с соска вымени.

Использование представленного доильного стакана позволит повысить молочную продуктивность и снизить заболеваемость вымени коров маститом, а его оригинальная конструкция – отказаться от размерного ряда стаканов для коров с различными диаметрами сосков вымени.

Список литературы

1. Парфенов Н.С. Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства [Текст] / Н.С. Парфенов. Рязань: ФГБОУ ВО Рязанский ГАУ, 2017. – 191 с.
2. Доильный аппарат с однокамерными стаканами Монография. ISBN 978-5-905563-95-9 [Текст] / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко и др. – Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2018. – 256 с.
3. Ужик В.Ф. Использование доильного аппарата с однокамерными доильными стаканами [Текст] / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов // Научно-технический прогресс в животноводстве – машинно-технологическая модернизация отрасли // Сб. науч. тр. X международной научно-практической конференции ГНУ ВНИИМЖ. Том 17, ч. 2. Подольск, 2007. с. 30–37.
4. Патент на полезную модель N. 183480 (RU) Доильный стакан [Текст] / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.В. Асыка МКИ А 01 J 5/08 – № 2018116718; Заяв. 04.05.2018; Опубл. 24.09.2018. Бюл. № 27.

Асыка А.В., преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ПУТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ДОЕНИЯ КОРОВ АДАПТИВНЫМИ МАНИПУЛЯТОРАМИ

Аннотация: В статье рассматриваются актуальные проблемы увеличения производства молока на современном этапе в России, значение применения средств автоматизации при машинном доении, как одно из направлений для решения обозначенной проблемы. Представлены основные пути для модернизации устаревшего оборудования на молочно-товарных фермах. Обозначены основные аспекты разработки переносного манипулятора для доения коров. На основании полученного опыта создания адаптивных машин для доения коров, была разработана блок-схема переносного манипулятора доения коров с адаптивным режимом работы по каждой доле вымени в отдельности и алгоритм его работы, которые и были положены в основу работы переносного манипулятора доения.

Ключевые слова: автоматизация, доильный аппарат, вакуумметрическое давление, манипулятор, режим доения.

Asyka A.V., teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

WAYS TO AUTOMATE MILKING COWS WITH ADAPTIVE MANIPULATORS

Abstract: The article discusses the actual problems of increasing milk production at the present stage in Russia, the importance of using automation tools in machine milking, as one of the directions for solving this problem. The main ways to modernize outdated equipment on dairy farms are presented. The main aspects of the development of a portable manipulator for milking cows are outlined. Based on the experience gained in creating adaptive machines for milking cows, a block diagram of a portable cow milking manipulator with an adaptive mode of operation for each udder lobe separately and an algorithm for its operation were developed, which were the basis for the operation of the portable milking manipulator.

Keywords: automation, milking machine, vacuum pressure, manipulator, milking mode.

На сегодня АПК России нуждается в увеличении производства молока. Один из способов решения данной проблемы – это повышение эффективности машинного доения коров. Необходимость обновления применяемых преимущественно морально устаревших и физически изношенных машин и оборудования на молочно-товарных фермах и комплексах.

Важным условием эффективного производства молока на молочно-товарных фермах является мониторинг состояния дойного стада, качества получаемой продукции, исправности технологического оборудования. Выполнить поставленные задачи по повышению производительности молочного животноводства возможно, за счет применения современного технологического оборудования, в котором главная роль принадлежит автоматизации. Под автоматизацией подразумевается использование манипуляторов, позволяющих без участия операторов выполнять более половины технологических операций по доению коровы без ущерба для животного.

По результатам литературных источников можно сказать, что роботы-дойеры намного эффективнее в работе, чем традиционные доильные установки. Однако наиболее экономичными из установок является доильная установка типа «Елочка», следующая за ней по целесообразности – «Карусель».

В зависимости от конструктивно-режимных параметров манипуляторы в разной степени влияют на интенсивность молокоотдачи и физиологическое здоровье вымени коровы и, как следствие, на эффективность и продуктивность машинного доения.

Основная характеристика животного – это интенсивность молокоотдачи, поэтому доильный аппарат должен реагировать, прежде всего, на изменение этого показателя. Такой адаптивный доильный аппарат должен обеспечивать: автоматический контроль за интенсивностью выведения молока по каждой доле вымени в отдельности; автоматизация режима функционирования доильного аппарата с учётом физиологических особенностей животных; стабилизация вакуума в доильных стаканах [1].

Наиболее рациональный путь повышения эффективности отрасли молочного скотоводства по нашему мнению – применение имеющихся в хозяйствах технологий содержания коров с использованием существующих доильных установок, комплектуемых адаптивными доильными аппаратами [2].

На основании полученного опыта создания адаптивных машин для доения коров, была разработана блок-схема переносного манипулятора доения коров (Рис. 1) и алгоритм его работы, которые и были положены в основу работы переносного манипулятора доения коров. Был разработан переносной манипулятор, включающий доильный аппарат, тросом связанный с пневмоцилиндром, который посредством скобы, (с возможностью качания) прикреплен к стойке, блок управления, который посредством разъема прикреплен к молокопроводу и вакуумпроводу доильной установки, включающий молоколовушку с поплавком, посредством молочной трубки соединяемую с молокоприемной камерой коллектора, а также снабженный электрогенератором двухполупериодный пульсатор.



Рис. 1 – Блок-схема переносного манипулятора доения коров

Предложенный переносной манипулятор для доения коров обеспечивает возможность изменения режима доения в зависимости от интенсивности молокоотдачи по каждой доле вымени в отдельности (изменение величины вакуумметрического давления в подсосковом пространстве доильного стакана) и автоматического снятия подвесной части доильного аппарата с вымени животного.

Для снижения величины вакуумметрического давления и улучшения условий транспортировки молока на участке доильный стакан-коллектор в конструкции доильного аппарата предусмотрен перепускной клапан, обеспечивающий периодический впуск воздуха. Однако, во избежание вспенивания молока, и, как следствие, ухудшение его качества, скорость молока не должна превышать 1,5 м/с. При этом в под-сосковой камере доильного стакана должно сохраняться вакуумметрическое давление, необходимое для удержания доильного аппарата на вымени животного.

Экспериментальные исследования переносного манипулятора доения коров показали, что при использовании предложенной конструкции характерна более высокая пиковая интенсивность молоковыведения по вымени, равная 2,9 кг/мин, против 2,3 кг/мин при применении доильного аппарата АДУ–1-03 [3, 4, 5]. У экспериментального доильного аппарата более полная выдоенность вымени (98% и 96% соответственно). Выше и средняя интенсивность молоковыведения, составляющая для экспериментального переносного манипулятора 1,6 кг/мин, против 1,4 кг/мин для АДУ–1-03.

Анализ результатов исследований влияния экспериментального переносного манипулятора на здоровье животных по сравнению с аппаратом АДУ–1-03 показал, что он более безопасен (уровень заболеваемости вымени коров маститом за время его испытаний был ниже на 18...22%). Это объясняется использованием пониженного вакуумметрического давления в подсосковых камерах доильных стаканов в начале и по завершению процесса доения. Вследствие адекватности режима доения повышается молочная продуктивность коров. За 90 дней производственных испытаний животные опытной группы по молочной продуктивности превзошли коров контроля на 4,9%.

Список литературы

1. Чехунов О.А. Доильный аппарат с управляемым режимом [Текст] / О.А. Чехунов, А.В. Асыка // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке», посвященной 30-летию кафедры технической механики и конструирования машин. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – с. 602–606.
2. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет: Монография [Текст] / В.Ф. Ужик. – Белгород: БелГСХА, 2009. – 485 с.
3. Мартынов Е.А. Адаптивные доильные аппараты [Текст] / А.Е. Мартынов // Сб. : Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: Материалы XX Международной науч.-произв. конф.- Белгород: Белгородский ГАУ, 2016. - С. 43–44.
4. Автоматизация доения коров с применением манипуляторов доения [Текст] / Мартынов Е.А., Чехунов О.А. // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2015. - № 3 (19). - С. 51–53.

Бахарев Д.Н., д.т.н., доцент¹, **Глущенко Е.И.**, аспирант¹,
Швыдченко С.А., заведующий отделением²

¹ ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

² СПб ГБПОУ «Колледж метрополитена», Санкт-Петербург, Россия

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ БЕСКАРКАСНЫХ АРОЧНЫХ АНГАРОВ

Аннотация. Обоснована целесообразность очистки внешней поверхности бескаркасных арочных ангаров от снежного покрова и акцентировано внимание на отсутствии профессиональных средств механизации для данного процесса. Предложена конструктивно-технологическая схема очистителя.

Ключевые слова: Сложнопрофильная арочная конструкция, снег, очиститель, конструктивно-технологическая схема.

Bakharev D.N., DSc (Eng), associate professor¹, **Gluschenko E.I.**, graduate student¹, **Shvydchenko S.A.**, head of the department²

¹ Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

² College of Metro and Railway Transport, St. Petersburg, Russia

DESIGN AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF EQUIPMENT FOR CLEANING FRAMELESS ARCHED HANGARS

Abstract. The expediency of cleaning the outer surface of frameless arched hangars from snow cover is substantiated and attention is focused on the lack of professional means of mechanization for this process. The design and technological scheme of the cleaner is proposed.

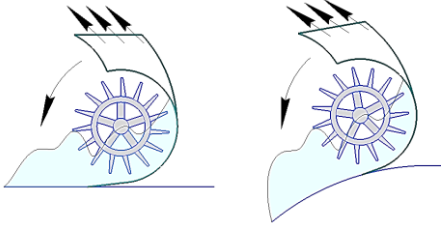
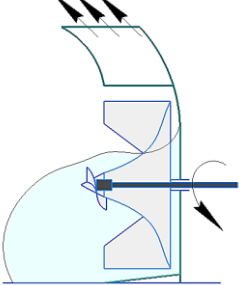
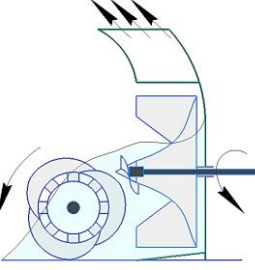
Keywords. Composite arched structure, snow, cleaner, design and technological scheme.

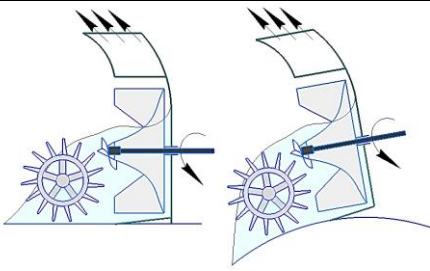

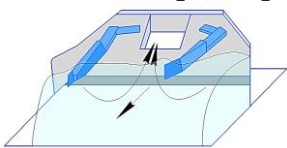
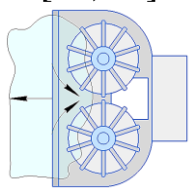
На современном этапе развития производственных процессов в разных отраслях промышленности повсеместно используют бескаркасные ангары, выполненные из последовательно соединённых сложнопрофильных арок. Их применяют в качестве производственных и промышленных помещений (склады, цеха, заводы), сельскохозяйственных строений (хранилища, коровники, свинарники, птичники и т.д.), гаражей и сервисных мастерских, железнодорожных депо, ангаров для спецтехники и т.д.

Такие конструкции экономически целесообразны, отличаются ремонтно-пригодностью, простотой и удобством эксплуатации. Однако у бескаркасных арочных зернохранилищ есть один существенный недостаток, требующий скорейшего решения. Данные хранилища не способны выдерживать высокую снеговую нагрузку и разрушаются [1, 2]. Поэтому такие хранилища должны быть обеспечены эффективными средствами механизированного удаления снежного

покрова. Для разработки данных спецсредств сделан анализ принципов действия существующих конструкций снегоочистителей (таблица 1).

Таблица 1 – Анализ принципов действия существующих конструкций снегоочистителей.

Тип конструкции и форма обрабатываемой поверхности	Особенности	Авторы и исследователи
<p data-bbox="284 555 555 595">Фрезерный [3, 4]</p>  <p data-bbox="201 835 363 954">Горизонтальная плоскость</p> <p data-bbox="424 835 624 913">Арочная поверхность</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="703 506 1169 622">1. Способен перемещаться по криволинейным траекториям. <li data-bbox="703 633 1169 880">2. Рабочие органы могут быть выполнены из эластичных полимеров, что позволяет подстраиваться под форму обрабатываемой поверхности. <li data-bbox="703 891 1169 1003">3. Позволяет очищать сложнопрофильные арочные конструкции. 	<p data-bbox="1201 611 1425 902">Кухар И.В., Мартыновска С.Н. Ермилов А.Б. Бакатин Ю.П. Хрусталеv В.В.</p>
<p data-bbox="312 1021 523 1061">Роторный [5]</p>  <p data-bbox="201 1361 635 1397">Горизонтальная плоскость</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="703 1021 1169 1227">1. Лопасти ротора могут быть гибкими или пружинными, что исключает повреждение рабочего органа льдом. <li data-bbox="703 1238 1169 1384">2. Конструкция характеризуется как технически простая. 	<p data-bbox="1201 1104 1425 1305">Грязнов П.А. Милькин С.И. Тазеев Р.Т. Прокофьев В.В.</p>
<p data-bbox="260 1440 579 1480">Шнекороторный [6]</p>  <p data-bbox="201 1765 635 1800">Горизонтальная плоскость</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="703 1408 1169 1653">1. Спираль шнека может быть гибкой, что позволяет обходить небольшие выступы на обрабатываемой плоской поверхности не разрушая их. <li data-bbox="703 1664 1169 1742">2. Комбинированный рабочий орган. <li data-bbox="703 1753 1169 1865">3. Позволяет работать с плотным снежным покровом и со снежно-ледовой коркой. 	<p data-bbox="1201 1619 1425 1655">Целищев В.А.</p>
<p data-bbox="233 1966 611 2007">Фрезерно-роторный [7]</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="703 1883 1169 2000">1. Способен перемещаться по криволинейным траекториям. <li data-bbox="703 2011 1169 2069">2. Лопасти ротора могут 	<p data-bbox="1201 1944 1425 2022">Сидоров И.Н. Фирсов О.Н.</p>

 <p>Горизонтальная плоскость</p> <p>Арочная поверхность</p>	<p>быть гибкими или подпружиненными, что исключает повреждение рабочего органа льдом.</p> <p>3. Комбинированный рабочий орган.</p> <p>4. Позволяет работать с плотным снежным покровом и со снежно-ледовой коркой.</p>	
<p>Скребковый [8]</p>  <p>Горизонтальная плоскость</p> <p>Арочная поверхность</p>	<p>1. Способен перемещаться по криволинейным траекториям.</p> <p>2. Лента со скребками выполнена гибкой, что исключает повреждение рабочего органа льдом.</p> <p>3. Позволяет работать с плотным снежным покровом или со снежно-ледовой коркой.</p>	Танский В.В.
<p>Лаповый [9, 10]</p>  <p>Горизонтальная плоскость</p>	<p>1. Применяется только на ровной плоской поверхности.</p> <p>2. Позволяет работать с плотным снежным покровом или со снежно-ледовой коркой.</p>	Родионов Г.В., Борисов А.М., Бедило П.С.
<p>С подгребающими дисками [10, 11]</p>  <p>Горизонтальная плоскость</p>	<p>1. Применяется только на ровной плоской поверхности.</p> <p>2. Позволяет работать с плотным снежным покровом или со снежно-ледовой коркой.</p>	Родионов Г.В., Борисов А.М., Бедило П.С.

На основании проведенного анализа предлагается следующая конструктивно-технологическая схема (рисунок 1).

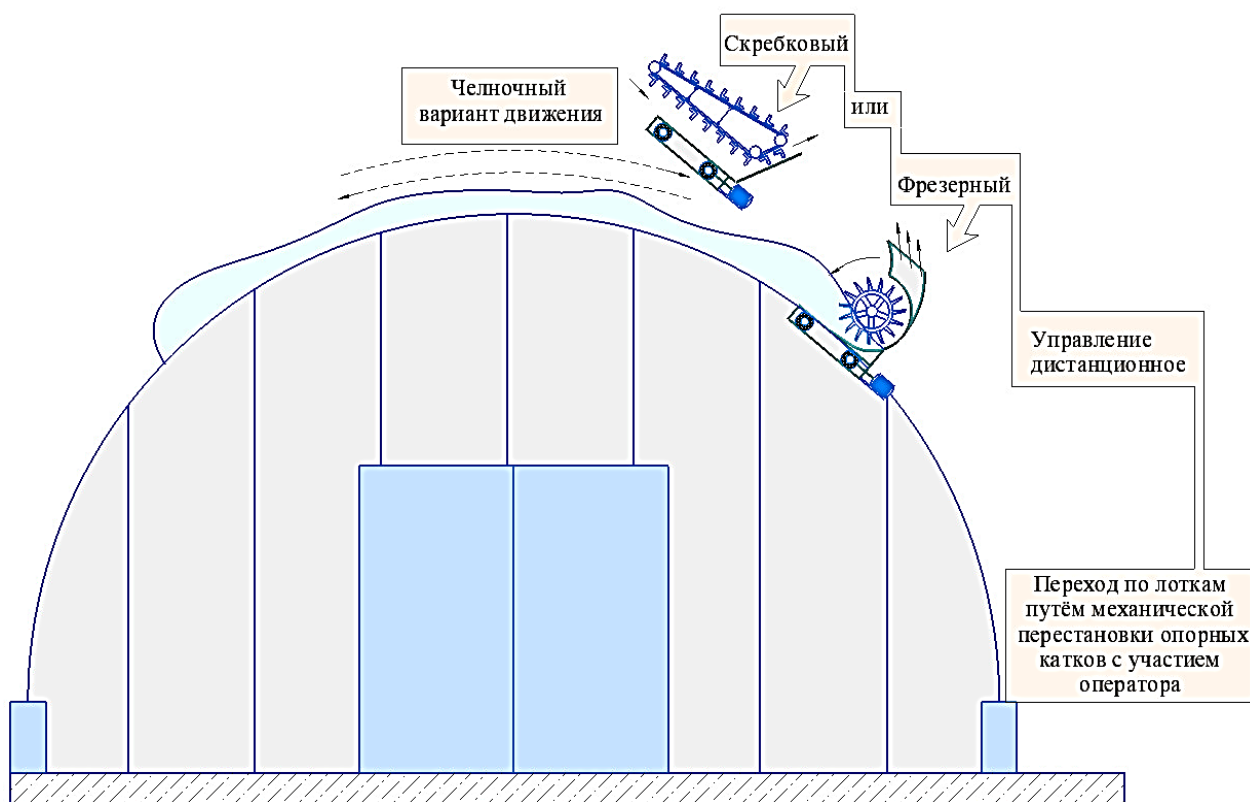


Рис. 1 – Конструктивно-технологическая схема оборудования для механизированного удаления снежного покрова

Следовательно, для условий очистки бескаркасных арочных ангаров по функциональным характеристикам наиболее целесообразными являются фрезерные и скребковые типы очистителей.

Список литературы

1. Русских А.В., Портнягин Д.Г. Оценка несущей способности П-образных арочных профилей для возведения бескаркасных арочных покрытий под климатические условия Республики Хакасия // Инженерный вестник Дона. 2022. № 4 (88). С. 309–324.
2. Уласевич В.П., Жданов Д.А. Деформационный расчет бескаркасных арочных покрытий из стальных тонкостенных холодногнутох профилей // Вестник Брестского государственного технического университета. Строительство и Архитектура. 2015 № 1 (91). С. 66–73.
3. Кухар И.В., Мартыновская С.Н. Машины и оборудования для очистки дорог и площадок в зимнее время // Эпоха науки. 2019. № 17. С. 66–70.
4. Пат. 2032787 РФ, МПК E01H 5/08 (2006.01). Фрезерный снегоочиститель / Ермилов А.Б., Бакатин Ю.П., Хрусталеv В.В. Заявитель и патентообладатель Московский государственный автомобильно-дорожный институт. – № 92014559/11: заявл. 25.12.1992: опубликовано 10.04.1995.
5. Пат. 58559 РФ, МПК B01H 5/04 (2006.01). Роторный снегоочиститель / Грязнов П.А., Милькин С.И., Тазеев Р.Т., Прокофьев В.В. Заявитель и патентообладатель ООО «Металлист». – № 2006120185/22: заявл. 08.06.2006: опубликовано 27.11.2006.
6. Пат. 127762 РФ, МПК E01H 5/09 (2006.01). Снегоочиститель шнекороторный навесной / Целищев В.А. Заявитель и патентообладатель Целищев Владимир Александрович. № 2012146844/13: заявл. 11.06.2006: опубликовано 05.10.2012.

7. Пат. 2752830 РФ, МПК E01H 5/09 (2006.01). Фрезерно-роторный снегоочиститель / Сидоров И.Н., Фирсов О.Н. Заявитель и патентообладатель ООО «Механический завод». № 2021103002: заявл. 09.02.2021: опубликовано 09.08.2021.

8. Пат. 205380 РФ, МПК E01H 5/00 (2006.01). Снегоуборочная машина / Танский В.В. Заявитель и патентообладатель СиБАДИ. № 2021110016: заявл. 12.04.2021: опубликовано 13.07.2021.

9. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф. Моделирование процесса работы ориентирующе-дозировочного устройства для початков сортовой и гибридной кукурузы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4 (44). С. 6–13.

10. Борисов А.М. Сельскохозяйственные погрузочно-разгрузочные машины / А.М. Борисов, М.Н. Фатеев, А.Х. Гохтель. М. : Машиностроение, 1973. 160 с.

11. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Черников Р.В. Пневматическая система дифференцированного обмолота кукурузы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13, № 4. С. 42–47.

Борозенцев В.И., к.т.н., доцент.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКЦИИ КОЛЛЕКТОРА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

Аннотация: в статье обоснована необходимость разработки доильного аппарата, обеспечивающего высокую пропускную способность и стабильность вакуума по соскам, обеспечивающего полное и безопасное выдаивание коров.

Предложена новая конструкция коллектора доильного аппарата с верхним отводом молока в молокопровод.

Ключевые слова: доильный аппарат, молоко, доение, корова, коллектор, вакуум, молокоотдача, сильфон.

Borozentsev V. I., Ph. D., associate Professor
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

ON THE JUSTIFICATION OF THE COLLECTOR DESIGN MILKING MACHINE

Abstract: the article substantiates the need to develop a milking machine that provides high throughput and stability of the vacuum over the teats, ensuring complete and safe milking of cows.

A new design of the milking machine collector with an upper milk discharge into the milk line has been proposed.

Key words: milking machine, milk, milking, cow, collector, vacuum, milk ejection, bellows.

С постоянным ростом продуктивности коров возрастает интенсивность молокоотдачи, особенно у высокопродуктивных коров, и возникает проблема эвакуации молока из коллектора доильного аппарата, вследствие переполнение молочной камеры коллектора происходит обратный отток молока, спадание подвесной части с вымени, дестабилизация вакуума в подсосковой камере доильных стаканов, напозание доильных стаканов. Все это негативно влияет на здоровье вымени коровы и качество получаемого молока. Помимо этого, при использовании доильных аппаратов с низкой пропускной способностью на высокоудойных коровах наблюдается неполное выдаивание животного, что приводит к снижению продуктивности коров.

Особенностью процесса эвакуации молока из вымени коровы является то, что он строго ограничен по времени и продолжается 3-5 минут. В связи с этим при разработке средств механизации доения коров следует обратить внимание на то, что за этот период должно быть выведено молоко из вымени. Поэтому доильный аппарат должен соответствовать по пропускной способности моло-

коотдаче коровы. В этот интервал времени функционируют не только все элементы молочной железы коровы, но и гипофиз, а концентрация гормона окситоцина достигает пиковых значений в крови, причем держится максимальная концентрация всего 2 минуты, после начинает разлагаться. Таким образом, все физиологические механизмы коровы, связанные с выведением молока, функционируют 3-5 минут. Важно укладываться в эти промежутки времени, чтобы машинное доение не доставляло дискомфорт корове, что негативно скажется на будущих удоях [1, 2, 3].

В период интенсивной молокоотдачи у коровы при выходе молока из коллектора, в нижней части молочного шланга может образоваться молочная пробка, которая перекрывает доступ разряжения из молокопровода в подсосковые камеры доильных стаканов, что приводит к резкому снижению разряжения. Это влияет на возможное торможение рефлекса молокоотдачи и колебание с дестабилизацией вакуумного режима доения [4].

Перспективным направлением в создании доильных аппаратов является разработка доильных аппаратов, справляющихся с большими потоками молока от высокоудойных коров, обеспечивающими полное и безопасное выдаивание, при этом имея стабильный вакуум под сосками вымени коровы.

Известно несколько путей решения проблем полного и быстрого выдаивания животных – использование коллекторов с повышенным объемом молоко-сборной камеры, увеличение диаметров молочных шлангов и трубок, доение при повышенном вакууме, коллекторы с верхней эвакуацией молока.

Один из наиболее распространенных способов увеличения пропускной способности доильных аппаратов заключается в увеличении объемов коллектора, а в частности его молоко-сборной камеры. Однако увеличение объема коллектора ведет к увеличению размеров и массы подвесной части доильного аппарата, что негативно отражается на физиологической приспособленности доильного аппарата к вымени коровы.

Использование коллектора с верхней эвакуацией молока обеспечивает производителям молока возможность работы с большими потоками молока при минимальных колебаниях уровня вакуума на концах сосков. Верхний отвод молока позволяет молоку проходить через отсасывающую трубку, не наталкиваясь на препятствие в виде клапана и не теряя скорости, что увеличивает пропускную способность доильного аппарата [5].

Транспортирующая способность доильного аппарата так же можно увеличить, обеспечив впуск воздуха в коллектор. Коллектор доильного аппарата выступает в роле смесителя молока и воздуха, из которого в дальнейшем получившаяся смесь эвакуируется в молокопровод или доильное ведро [6].

Поступление воздуха в коллектор благотворно сказывается на пропускной способности доильного аппарата. При этом каждому типу доильных аппаратов соответствует своя оптимальная подача воздуха. Транспортировка молока из коллектора по молочному шлангу до молокопровода или доильного ведра, связана с образованием молоковоздушной смеси, которая имеет как положительные стороны, так и отрицательные.

В своих исследованиях Стерхов А.А. считает, что самый неблагоприятный режим работы доильного аппарата наблюдается без впуска воздуха в коллектор. При впуске воздуха от 2 до 6 л/мин стабильность работы повышается, однако наблюдаются колебательные движения жидкости в молочном шланге, что неблагоприятно сказывается на качестве молока. При подаче воздуха в коллектор свыше 8 л/мин появляется риск спадания подвесной части с вымени коровы, и повышается обсемененность молока бактериями. Поэтому оптимальным рекомендуется считать расход воздуха коллектора от 6 до 8 л/мин. Причем чем выше молокоотдача у коровы, тем выше потребление воздуха [7].

Для стабильной работы коллектора при доении требуется определенное соотношение между молоком и поступающим воздухом, данное соотношение оценивается коэффициентом k . Он показывает долю воздуха по отношению к молоку в смеси и носит название абсолютного воздушного фактора.

Исследованиями Кузьмина А.Е., Стерхова А.А. и Проничева Н.П. доказано, что рекомендуемое значение k лежат в пределах от 1,5 до 3,5 и с увеличением плотности смеси молока с воздухом повышает пропускную способность коллектора [7, 8, 9].

Кроме того, исследованиями установлено, что высота установки отсасывающей трубки от дна молокоборной камеры коллектора с ростом величины вакуума, пропускной способности по молоку, плотности молоковоздушной смеси и коэффициента подачи увеличивается. Так же от высоты поднятия отсасывающей трубки относительно дна молокоборной камеры коллектора зависит и остаток молока в коллекторе после завершения доения, вследствие чего высота должна быть минимальной [5].

Поэтому предлагается в конструкцию коллектора внести устройство, обеспечивающее изменение положения отсасывающей трубки относительно дна молокоборной камеры коллектора, в зависимости от интенсивности молокоотдачи животных. Тем самым мы обеспечим рекомендуемое значение k – абсолютного воздушного фактора, в заданных пределах (от 1,5 до 3,5) и как следствие обеспечивается максимальная пропускная способность доильного аппарата во время доения.

Устройство для перемещения отсасывающей трубки содержит корпус с расположенным внутри исполнительным элементом, выполненным в виде сильфона, который одним концом соединен с корпусом, а другим с отсасывающей трубкой. В молочной камере коллектора расположен поплавок, в верхней части содержащий магнит и содержит отверстие, внутри которого расположена отсасывающая трубка. На корпусе коллектора установлен пневмоэлектрореле, который электрически соединен с герконом и источником электрической энергии, а также вакуумшлангами с вакуумпроводом и сильфоном. В корпусе сильфона расположена пружина, диаметр которой превышает диаметр сильфона, взаимодействующая с отсасывающей трубкой и тем самым обеспечивает ее нижнее положение (исходное положение), то есть минимальном расстоянии ее торца от дна молокоприемной камеры коллектора.

В начале доения поплавок находится в нижнем положении, и эвакуация молока происходит через минимальное кольцевое пространство, образованное

отсасывающим патрубком и дном молокоприемной камеры. С увеличением интенсивности молокоотдачи поплавок с магнитом всплывает и его магнитное поле воздействуя на геркон, замыкая его контакты. При этом электрическая энергия поступает к пневмоэлектроклапану, который срабатывает и обеспечивает подачу вакуума из вакуумпровода в сильфон механизма перемещения. При этом сильфон сжимается и, преодолевая сопротивление пружины, поднимает отсасывающую трубку и тем самым увеличивает кольцевое пространство, через которое поступает молоко в отсасывающую трубку. В конце доения при снижении интенсивности молокоотдачи поплавок опускается вниз, магнитное поле магнита не воздействует на геркон, его контакты размыкаются, и электрическая энергия не поступает к пневмоэлектроклапану. Вследствие этого происходит отключение сильфона от вакуума и под действием пружины отсасывающий патрубок занимает нижнее положение.

Таким образом, предлагаемый доильный аппарат обеспечивает быстрый и полный вывод молока из вымени животного, и сокращает вредное воздействие на вымя от колебания вакуума под соском при различных фазах доения.

Список литературы

1. Велиток И.Г. Физиология молокоотдачи при машинном доении / И.Г. Велиток. – Новосибирск: Зап. – Сиб. кн. изд – во, 1996. – 87 с.
2. Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Склярв А.И., Борозенцев В.И. Доильный аппарат с однокамерными доильными стаканами и управляемым режимом доения / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов., А.И. Склярв, В.И. Борозенцев // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии - 2004. Т. 13. № 2. С. 197–202.
3. Ужик В.Ф., Перельгин С.Г., Борозенцев В.И. Обоснование конструктивных параметров доильных аппаратов с управляемым режимом доения / В.Ф. Ужик, С.Г. Перельгин, В.И. Борозенцев // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии - 1992. № 1. С. 118–124.
4. Бабкин В.П. Колебания и изменение физико-механических свойств молока в молокопроводах доильных установок/ В.П. Бабкин // Сб. научн. работ Саратовского с.-х. ин-та.- Вып.43.-1975. – С. 238-248.
5. Панферов Н.С. Доильный аппарат с верхней эвакуацией молока/ Н.С. Панферов // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей в 3 кн./ IX Международная научно-практическая конференция, Барнаул : РИО АГАУ, 2014. Кн. 3. – С. 51–52.
6. Савран В.П., Борш А.В. Доение новотельных коров на установках «Елочка» при пониженном вакууме/ В.П. Савран, А.В. Борш // Животноводство. – 1980.– №2. – С. 57–58.
7. Стерхов А.А. Эффективность функционирования доильного аппарата с прямоточным смешиванием молока и воздуха в коллекторе/ А.А. Стерхов // Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Новосибирск, 1992. – 188 с.
8. Кузьмин А.Е. Гидравлическая характеристика доильных установок / А.Е. Кузьмин. – Иркутск изд-во Иркут ун-та., 1997. – 176 с.
9. Проничев Н.П. Методы и технические средства повышения эффективности машинного доения коров/Н.П. Проничев // Дис. докт. сельхоз. наук. – М., 1997. – 353 с.

Борозенцев В.И., к.т.н., доцент.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ПЕРЕДВИЖНОЙ МАНИПУЛЯТОР ДОЕНИЯ КОРОВ

Аннотация: в статье обоснована необходимость разработки передвижного манипулятора доения коров для линейных доильных установок типа «молокопровод», обеспечивающего автоматизацию заключительных операций машинного доения коров, при привязной технологии содержания животных. Предложена новая конструкция передвижного манипулятора доения.

Ключевые слова: доение, корова, доильный стакан, молоко, вакуум, молокоотдача, механизм додаивания, геркон.

Borozentsev V. I., Ph. D., associate Professor
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

MOBILE COW MILKING MANIPULATOR

Abstract: the article substantiates the need to develop a mobile cow milking manipulator for linear milking installations of the “milk pipeline” type, ensuring automation of the final operations of machine milking of cows, with tethered technology for keeping animals. A new design of a mobile milking manipulator is proposed.

Key words: milking, cow, teat cup, milk, vacuum, milk ejection, milking mechanism, reed switch.

На молочную продуктивность животных влияет множество факторов, в том числе и применяемое доильное оборудование. Несомненно, прогрессивная технология содержания животных – беспривязно-боксовая с доением животных в доильных залах на автоматизированных доильных установках автоматами доения, которые позволяют исключить ошибки оператора доения в оценке степени выдоенности животного и своевременности снятия доильного аппарата с вымени и тем самым исключить негативные влияния вакуума при передержках доильных стаканов на сосках вымени [1, 2].

Однако в России и в Белгородской области достаточно широко применяется привязная технология содержания коров, с доением на линейных доильных установках типа «молокопровод».

Следует заметить, что некоторые доильные установки зарубежного производства для доения коров, при привязной технологии содержания, комплектуются переносными манипуляторами доения, но они только отключают и снимают доильный аппарат с вымени, не выполняя машинное додаивания [3].

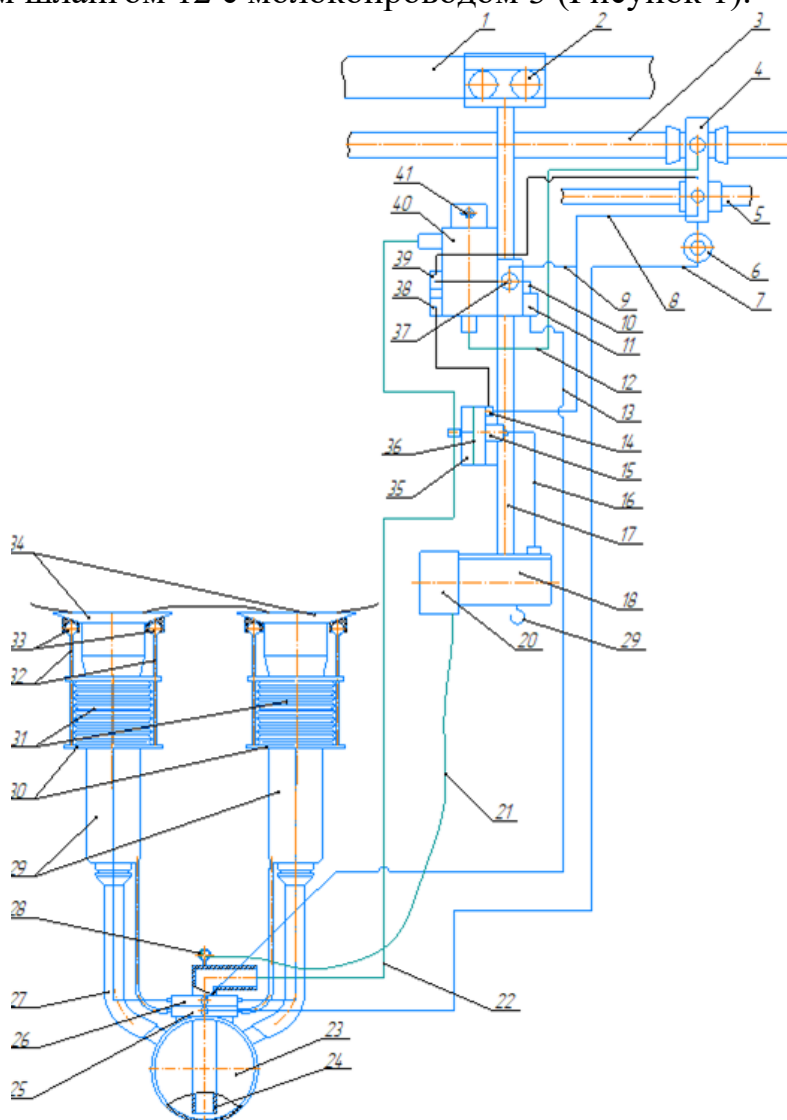
Однако ряд исследователей считают, что в алгоритм управления процессом доения следует ввести режим машинного додаивания, так как в конце доения внутривыменное давление снижается и вследствие наползания доильного

стакана, у основания соска смыкаются внутренние ткани. Цистерна соска перестает сообщаться с цистерной доли и происходит преждевременное окончание доения и снятие доильного аппарата с вымени манипуляторами доения [4, 5].

Многочисленными исследованиями установлено, что машинное додаивание необходимо выполнять по каждой доли вымени индивидуально, чтобы исключить болевые ощущения, зачастую возникающие при выполнении машинного додаивания в целом по вымени. Так как установлено, что максимальная разность по перемещению доильного стакана, при его оттягивании, между долями вымени исследуемых коров изменялась в интервале от 2 до 32 мм [6, 7].

Поэтому предлагается применить для доения коров на линейных доильных установках типа «молокопровод», разработанный передвижной манипулятор доения, алгоритм управления которого обеспечивает машинное додаивание каждой доле вымени индивидуально и снятие доильного аппарата, в зависимости от интенсивности молокоотдачи в целом по вымени [8, 9].

Разработанный передвижной манипулятор состоит из датчика потока молока 40 (поплавкового типа) с одной стороны соединенный молочным шлангом 22 с молокоотводящим патрубком 24 коллектора 23 доильного аппарата 27, а с другой молочным шлангом 12 с молокопроводом 3 (Рисунок 1).



1 – подвесная дорога; 2 – ходовые ролики; 3 – молокопровод; 4 – разъем; 5 – вакуумпровод; 6 – пульсатор; 7, 8, 9, 10, 13, 16 – вакуумшланг; 11 – регулятор вакуума; 12, 22 – молочный шланг; 14, 37 – электромагнитный клапан; 15 – клапан; 17 – держатель; 18 – пневматический двигатель; 19 – крюк; 20 – барабан; 21 – трос; 23 – коллектор; 24 – молокоотводящий патрубок; 25 – распределитель переменного вакуума; 26 – распределитель; 27 – доильный аппарат; 28 – кольцо; 29 – доильный стакан; 30 – механизм додаивания; 31 – гофра; 32 – шток; 33 – шарнир; 34 – упор; 35 – пневмозажим; 36 – мембрана; 38, 39 – геркон; 40 – датчик потока молока; 41 – стартовая скоба.

Рис. 1 – Передвижной манипулятор доения коров

Держатель 17 соединён с подвесной дорогой 1 с возможностью перемещения посредством ходовых роликов 2, к которому прикреплены датчик потока молока 40, пневмозажим 35 и пневматический двигатель 18, барабан 20 которого тросом 21 соединен с кольцом 28, жестко прикрепленным к коллектору 23.

Датчик потока молока 40 содержит два вертикально расположенных геркона 38 и 39. Геркон 39 электрически соединен с электромагнитным клапаном 37, который с одной стороны соединен вакуумшлангами 9 и 8 с вакуумпроводом 5, а с другой вакуумшлангом 10 с регулятором вакуума 11 и далее вакуумшлангом 13 с распределителем 26 и далее с механизмом додаивания 30 каждого доильного стакана 29. Геркон 38 электрически связан с электромагнитным клапаном 14, который вакуумшлангом 8 соединен с вакуумпроводом 5. Клапан 15 пневмозажима 36 вакуумшлангом соединен с пневматическим двигателем 18.

Каждый доильный стакан 29 содержит механизм додаивания 30, исполнительный элемент которого выполнен в виде сильфона 31, соединенного штоками 32 посредством шарниров 33 с упором 34.

Принцип работы заключается в следующем. Оператор перемещает по подвесной дороге 1 манипулятор к стоящему в ряду животному и выполняет операции по подготовке вымени к доению. Затем подсоединяет посредством разъема 4 датчик 40 к молокопроводу 3 и вакуумпроводу 5, при этом герконы 39 и 38 электрически подсоединяются к источнику электрической энергии и устанавливает посредством стартовой скобы 41 датчик потока молока 40 в стартовое положение. Снимает с крюка 29 корпуса пневматического двигателя 18 доильный аппарат 27 и устанавливает доильные стаканы 29 на соски вымени. Начинается доение. Молоко из коллектора 23 через молокоотводящий патрубок 24 по молочному шлангу 22 поступает в датчик потока молока 40 и далее в молокопровод 5. При снижении интенсивности потока молока до 500...550 мл/мин., магнит поплавка (на схеме не показан) воздействует на верхний геркон 39, который замыкает электрическую цепь, и электрическая энергия поступает к электромагнитному клапану 37. При этом он срабатывает, и вакуум через вакуумрегулятор 11 поступает в механизм додаивания 30 каждого доильного стакана 29. При этом сильфоны 31 сжимаются и через штоки 32 воздействуют на упоры 34, которые взаимодействуют с околососковым пространством вымени и происходит оттягивание доильных стаканов 29, с усилием 7 Н, то есть выполняется машинный додой каждой доли вымени индивидуально.

При снижении интенсивности потока молока до 200 мл/мин. поплавки в датчике 40 занимают нижнее положение и его магнит воздействует на нижний геркон 38, который замыкает электроцепь и напряжение поступает к электро-

магнитному клапану 14. При этом он срабатывает, и вакуум поступает в пневмозажим 35, мембрана 36 прогибается, пережимая молочный шланг 22 и поступление вакуума в подсосковые камеры доильных стаканов 29 прекращается. При этом вакуум из клапана 15 поступает в пневматический двигатель 18, его ротор начинает вращать барабан 20, который при вращении натягивает на себя трос 21 и происходит снятие доильного аппарата 27 с вымени животного.

Применение разработанных передвижных манипуляторов позволит снизить заболеваемость коров маститом повысить их молочную продуктивность.

Список литературы

1. Кирсанов В.В. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок за / В.В. Кирсанов // Достижения науки и техники АПК. 2010. – № 1. С. 64–65.
2. Велиток И.Г. Физиология молокоотдачи при машинном доении / И.Г. Велиток. – Новосибирск : Зап. – Сиб. кн. изд – во, 1996. – 87 с.
3. Юлдашев Ф.Ф. Эффективность зарубежных манипуляторов доения коров / Ф.Ф. Юлдашев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2005. - № 5. – С. 55–57.
4. Бойнович М.К., Линьков Н.С. Элементы автоматизации доения коров / М.К. Бойнович, Н.С. Линьков // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 1. С. 19–21.
5. Мартынов Е.А. Переносной адаптивный манипулятор доения коров / Е.А. Мартынов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 11. – С. 15–16.
6. Юлдашев Ф.Ф. Эффективность доения и автоматического машинного додаивания коров на различных установках / Ф.Ф. Юлдашев // Доклады РАСХН. 1995. №3. С. 45–47.
7. Борозенцев В.И. К разработке алгоритма управления манипулятора доения коров / В.И. Борозенцев // Теоретический и научно-практический журнал «Инновации в АПК: проблемы и перспективы». 2021. №4 (32). С.73–80.
8. А.с. № 1777550 SU, МПК F01 J7/00. Доильная установка. / Заявители: В.Ф. Ужик, В.И. Борозенцев – заявл. 22.05.1990; опубл. 23.11.1992 г. 9 с.: 7 ил.
9. А.с. № 1699385 A1 SU, МПК A01 J7/00. Манипулятор доильной установки. / Заявители: В.Ф. Ужик, В.И. Борозенцев, А.В. Бурменко. 4768190; заявл. 11.12.1989; опубл. 23.12.1991 г. 10 с.: 5 ил.

Воронин В.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия
Чехунов О.А., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ДРОБИЛКИ ЗЕРНА

Аннотация: Предложена конструкция ударно-центробежной дробилки зерна, позволяющая улучшить пропускную способность и самоочистку рабочих органов; дано теоретическое обоснование ее основных кинематических параметров.

Ключевые слова: зернофураж, ударно-центробежная зернодробилка, рабочие органы, диск, нож.

Voronin V.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University, Voronezh, Russia

Chekhunov O.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

THEORETICAL JUSTIFICATION OF A SHOCK-CENTRIFUGAL GRAIN CRUSHER

Известно, что без подготовленного к скармливанию зернофуража невозможно составить ни один сбалансированный рацион практически для всех сельскохозяйственных животных. Основной операцией для подготовки фуражных кормов является операция измельчения [1]. Проведенные многочисленные исследования позволили установить оптимальные значения частиц фуражных кормов для каждого вида животных, несоблюдение которых приводит к снижению продуктивности животных до 20-35% [2, 3].

Перспективным направлением для измельчения зернофуража являются ударно-центробежные дробилки. В сельском хозяйстве они малоприменимы вследствие малой изученности и адаптации под измельчение кормов. В сравнении с молотковыми дробилками ударно-центробежные характеризуются существенным снижением таких показателей как удельные затраты энергии, металлоемкости, уровнем шума и вибраций [4].

Наиболее перспективной схемой, ввиду большей интенсивности воздействия рабочих органов на измельчаемый материал, является схема, при которой измельчение частиц зерна происходит быстро вращающимися навстречу друг другу рабочими органами. Рабочие органы в ударно-центробежных зернодробилках различают плоской геометрической формы, прямоугольной, треугольной и цилиндрической формы в сечении [5].

Рассмотрим достаточно распространенную схему ударно центробежного двухдискового измельчителя с плоскими рабочими органами (рисунок 1). Измельчитель состоит из двух соосно расположенных и вращающихся навстречу друг другу дисков. На внутренних поверхностях дисков выполнены кольцевые канавки в виде чередующихся выступов и впадин треугольной формы, угол при вершинах выступов чаще всего равен углу впадин. На внутренних поверхностях дисков выполнены радиальные канавки, в которых установлены ножи, по форме копирующие кольцевые канавки дисков и выступающие над их поверхностью. Измельчаемый материал через полый вал одного из дисков направляется в центральную часть измельчителя. При вращении дисков навстречу друг другу измельчаемые частицы попадают под действие встречных рабочих кромок ножей и, перемещаясь от центра к периферии измельчителя, измельчаются.

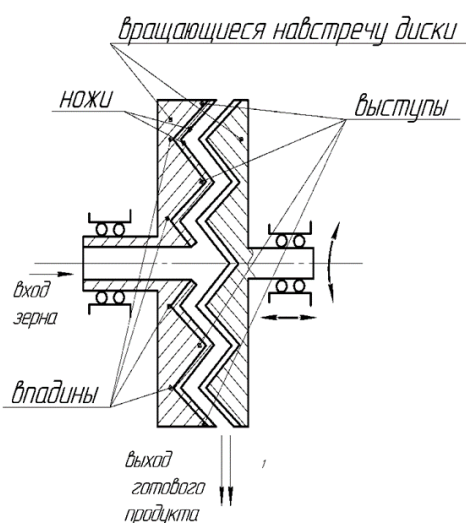


Рис. 1 – Схема двухдискового ударно-центробежной зернодробилки

Для определения относительной скорости движения зерна в первой фазе входа в междисковое пространство и контакта с ножом (момент разгона) прием способ разложения показательной функции в ряд Тейлора (рисунок 2) [6]. Представим дифференциальное уравнение движения частицы в следующем виде:

$$m\ddot{x} = mr\omega^2 \cos \psi - 2m\omega f\dot{x} + mr\omega^2 f \sin \psi - mgf, \quad (1)$$

где $fm g$ – сила трения частиц о внутреннюю поверхность диска, Н;

$2fm\omega v_r$ – сила трения частиц о поверхность ножей от кориолисовой силы, Н;

$mr\omega^2$ – центробежная сила, Н;

$\dot{x} = dx / dt = v_r$ – скорость относительного движения частицы по поверхности ножа, м/с;

ψ – угол установки ножа к радиусу ротора, град.

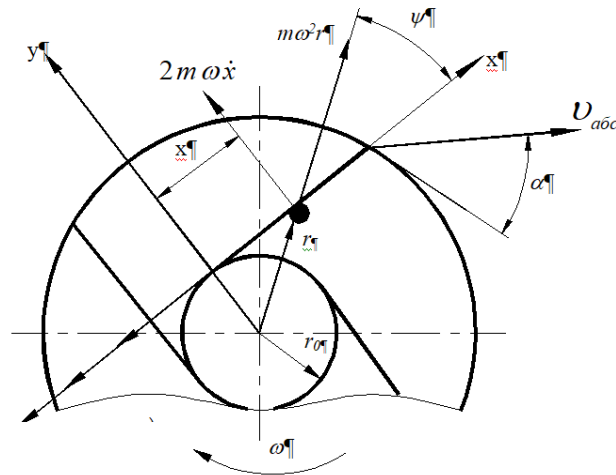


Рис. 2 – Схема сил, действующих на частицу зерна в момент разгона в ударно-центробежном роторе

Пренебрегая массой частицы и выполнив соответствующие преобразования запишем уравнение в следующем виде:

$$\ddot{x} + 2\omega\dot{x} - \omega^2 r_0 (\cos \psi_0 - f \sin \psi_0) = 0. \quad (2)$$

Выполним решение уравнения (2) в общем виде:

$$x = A_0 \left[1 + \frac{1}{k_1 + k_2} (k_2 e^{k_1 t} - k_1 e^{-k_2 t}) \right], \quad (3)$$

$$\dot{x} = A_0 \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} (e^{k_1 t} - e^{-k_2 t}), \quad (4)$$

Значение функции e^{kt} изменим, разложив в ряд Тейлора [6]:

$$e^{kt} = 1 + \frac{kt}{1!} + \frac{k^2 t^2}{2!} + \frac{k^3 t^3}{3!} + \dots + \frac{k^n t^n}{n!};$$

$$e^{-kt} = 1 - \frac{kt}{1!} + \frac{k^2 t^2}{2!} - \frac{k^3 t^3}{3!} + \dots \pm \frac{k^n t^n}{n!}.$$

Запишем решение формулы (3), учитывая формулу (5) в следующем виде:

$$x = A_0 \left\{ 1 + \frac{1}{k_2 + k_1} \cdot k_2 (1 + K_1 t + \frac{1}{2} k_1^2 t^2) - k_1 (1 - k_2 t + \frac{1}{2} k_2^2 t^2) \right\}. \quad (6)$$

Из формулы (6) выразим время t [7]:

$$t = \sqrt{\frac{2x}{A_0 \cdot k_1 \cdot k_2}}. \quad (7)$$

Выражение, позволяющее определить относительную скорость движения частицы (v_r , м/с) на определенной длине ножа L при ее разгоне с учетом ввода k_1 и k_2 , имеет следующий вид:

$$v_r = \omega (\sqrt{2 \cdot A_0 \cdot L} - 2 \cdot L \cdot f). \quad (8)$$

Абсолютную скорость вылета частицы (v_{abc} , м/с) с первого диска в момент разгона ножом можем найти с помощью векторов скорости:

$$v_{abc} = \sqrt{v_r^2 + v_{окр}^2 + 2v_r v_{окр} \sin \psi} . \quad (9)$$

Величину угла выхода частицы с диска определим следующим образом:

$$\alpha = \arctg \frac{v_r \cdot \cos \psi}{v_{окр} + v_r \cdot \sin \psi} . \quad (10)$$

Таким образом получены зависимости, позволяющие определить: относительную скорость движения частицы (v_r , м/с) на определенной длине ножа L при ее разгоне; абсолютную скорость вылета частицы (v_{abc} , м/с) с первого диска в момент разгона ножом; величину угла выхода частицы с диска.

Список литературы

1. Механизация и автоматизация животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, А.И. Склярков [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – 76 с.
2. Пестис В.К. Кормление сельскохозяйственных животных / В.К. Пестис – Минск : ИВЦ Минфина, 2009. – 540 с.
3. Макарецов Н.Г. Кормление животных / Н.Г. Макарецов – Калуга : Ноосфера, 2012. – 640 с.
4. Федоренко И.Я. Особенности механического удара в измельчителях фуражного зерна / И.Я. Федоренко, С.В. Золотарев., А.А. Смышляев // Вестник Алтайской науки. Вып. 1. Т.2. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, – 2001. С. 126–129.
5. Сыроватка В.И. Теория измельчения зерна в разгонном диске измельчителя / В.И. Сыроватка, В.А. Денисов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. –1981. № 1. С. 20–24.
6. Золотарев С.В. Ударно-центробежные измельчители фуражного зерна (основы теории и расчета) / С.В. Золотарев – Барнаул : ГИПП «Алтай», 2002. – 200 с.
7. Чехунов О.А. Определение основных конструктивно-режимных параметров молотковой зернодробилки для фуражного зерна / О.А. Чехунов, В.В. Воронин, А.В. Ворохобин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. – № 2 (30). – С. 45–56.

Добрицкий А.А., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация: экспериментально подтверждена возможность псевдооживления семян тыквы с высокой влажностью. Предложен способ сушки семян тыкв с высокой начальной влажностью в кипящем слое.

Ключевые слова: сушка, семена, бахчевые культуры, тыква, влажность, псевдооживленный слой, кипящий слой.

Dobrickiy A.A., Ph.D., Associate Professor
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

STUDY OF THE MELON CROPS SEEDS DRYING PROCESS OF SEEDS

Abstract: the possibility of fluidization of pumpkin seeds with high humidity has been experimentally confirmed. A method for drying melon crops seeds with high initial moisture in a boiling layer is proposed.

Keywords: drying, seeds, melon crops, pumpkin, moisture, fluidized bed, boiling layer.

Свежесобранные семена бахчевых культур, полученные в результате обмола и выделения из плодов, имеют большую влажность, поэтому семена подлежат немедленной сушке. Сушка семян осуществляется двумя методами: в естественных условиях (на открытом воздухе или под навесом); искусственным путем (с помощью различных средств и устройств). При больших масштабах целесообразна механизация процесса сушки семян бахчевых культур.

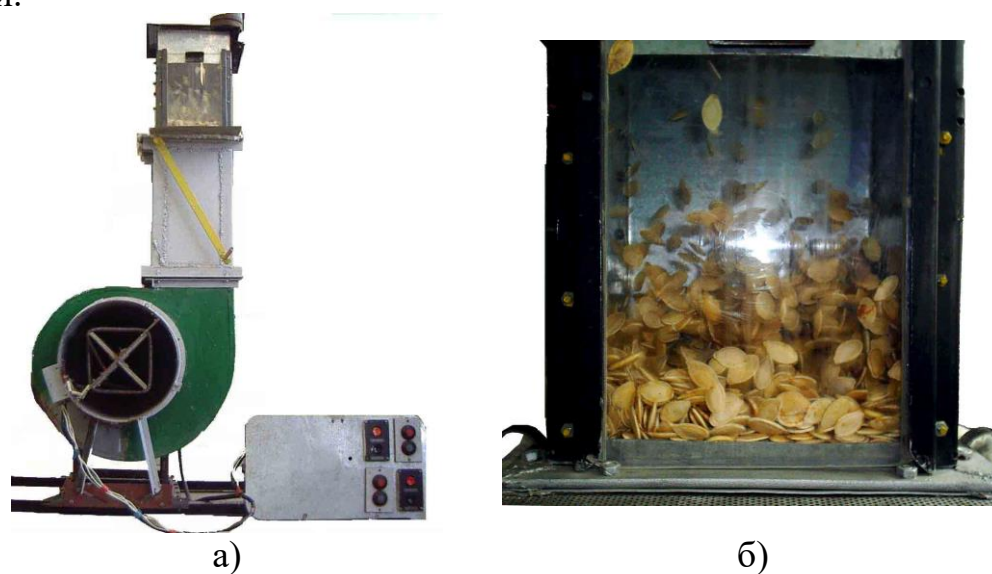
Семена бахчевых культур в процессе послеуборочной обработке должны быть доведены, в зависимости от назначения, до определенных кондиций: не выше 11% влажности для арбуза, тыквы – до 10%, дыни – до 9% [1]. К основным особенностям технологического процесса сушки высоковлажных семян бахчевых культур относится [1-3]: высокая стартовая влажность, затрудняющая прохождение потока теплоносителя через слой семян; в процессе сушки слой семян покрывается коркой и ухудшает теплообмен; требуется предварительное обезвоживание семян перед сушкой; перегрев семян приводит к недопустимому растрескиванию оболочки. Исходя из вышеперечисленных особенностей сушки, семена бахчевых культур пропускают через существующие сушилки и сушильное оборудование в несколько циклов, что естественно увеличивает трудоемкость процесса.

Перспективным является возможность применения сушки семенного материала бахчевых культур в псевдооживленном (разрыхленном) состоянии [3], при котором слой высушиваемого продукта подвергается тепловой обработке

как слой, так и каждое отдельное семя, позволяя значительно интенсифицировать процесс тепло- и массообмена [3, 4].

Для подтверждения возможности сушки семян бахчевых культур в псевдооживленном состоянии проведены лабораторные исследования, цель которых являлось: подтвердить возможность псевдооживления семян тыквы с высокой начальной влажностью; установить максимальную влажность, при которой возможно осуществлять псевдооживление семенного слоя; установить продолжительность сушки семян тыквы до кондиционной влажности 10%.

Исследования проводились на экспериментальной установке (рисунок 1), которая позволяет имитировать реальный процесс сушки в псевдооживленном состоянии.



а) общий вид; б) процесс псевдооживления семян тыквы в камере сушки

Рис. 1 – Экспериментальная установка

Установка включает решетчатую камеру сушки с прозрачным окном, вентилятор, газораспределительную камеру с заслонкой, электрокалорифер и измерительную аппаратуру.

При проведении эксперимента использовались семена тыквы сорта «Серая Волжская» с начальной влажностью 95% (влажность, отнесенная к абсолютно сухому веществу), температура сушильного агента находилась в интервале от 20 до 50°C, высота насыпного слоя семян составляла 35 мм, скорость сушильного агента 2,3 м/с. Процесс псевдооживления семян тыкв показан на рисунке 1 б).

По результатам проведенного эксперимента получена зависимость влажности семян от времени сушки, которая представлена на рисунке 2. Исходя из полученной зависимости видно, что при температуре сушильного агента 50°C время сушки до кондиционной влажности 10% составила 32 минуты.

При сушке семян тыкв с высокой влажностью (влажность соответствует влажности семян после семевыделения) сразу применялась высокая предельно допустимая температура сушильного агента (50°C), что привело к недопустимому растрескиванию семян. Поэтому был проведен повторный эксперимент, целью которого являлось изыскание способа устранения этого недостатка.

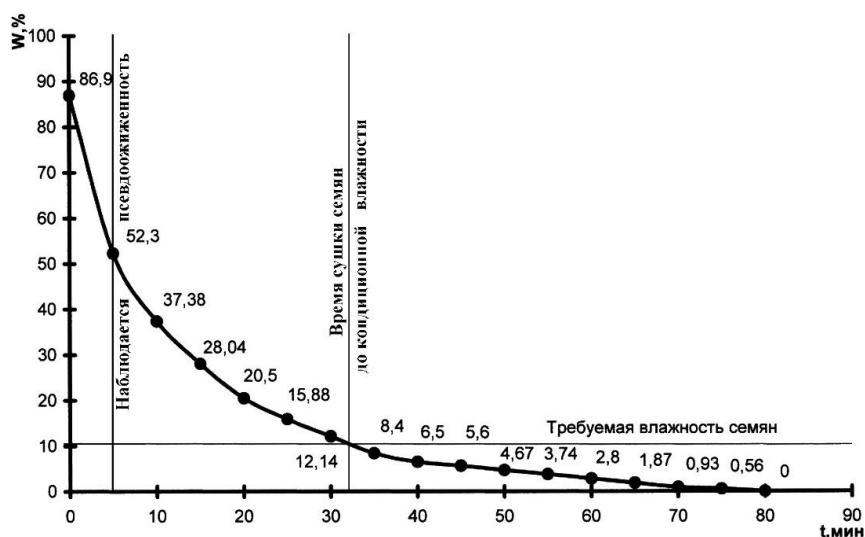


Рис. 2 – График зависимости влажности семян от времени сушки.

Предлагаемый способ сушки семян тыквы включал:

- сушку путем вентилирования слоя семян при комнатной температуре сушильного агента (20°C) до 50% влажности семян;
- дальнейшая сушка семян в псевдооживленном слое с 50% влажностью семян тыкв с постепенным увеличением температуры сушильного агента (до 50°C) до завершения сушки.

По результатам второго эксперимента получена зависимость влажности семян тыкв от периода времени вентилирования и сушки с постепенным увеличением температуры сушильного агента не превышающей предельно допустимую температуру нагрева семян, которая представлена на рисунке 3.

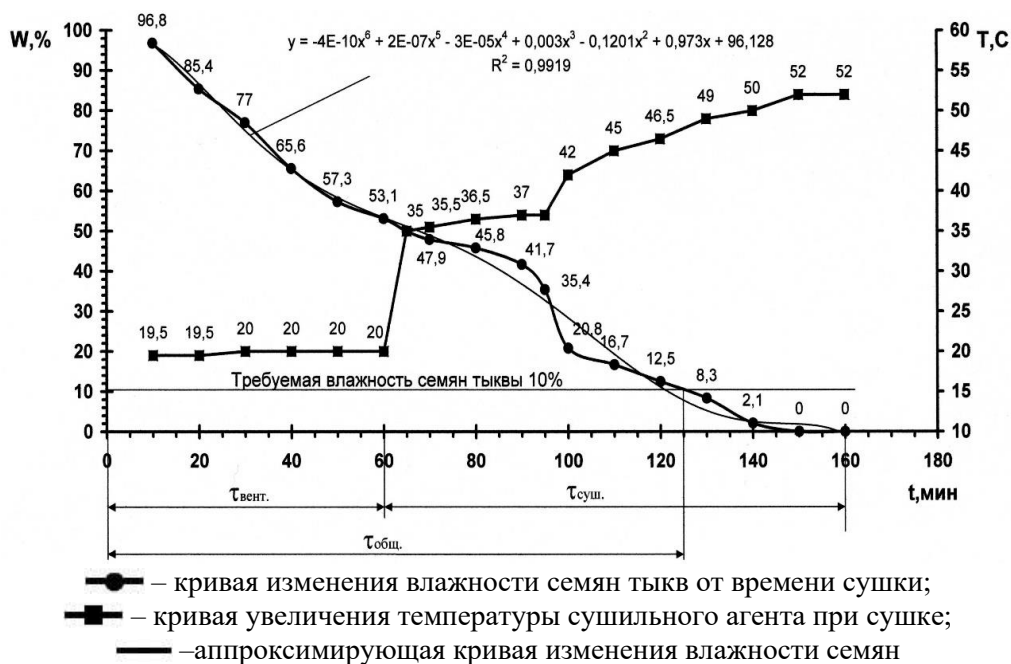


Рис. 3 – График зависимости влажности семян тыкв от периода времени вентилирования и сушки

Общая продолжительность сушки семян $\tau_{\text{суш}}$ при увеличении температуры с 35°C до 52°C составила 100 минут. Продолжительность сушки до кондиционной 10% влажности семян потребовалось 65 минут. Общее время сушки семян с вентилированием $\tau_{\text{общ}}$ (до 10% влажности семян) составил 125 минут.

Из построенного графика видно, что время продувания слоя семян $\tau_{\text{вент}}$ при комнатной температуре 20°C до влажности семян 52,1% составляет 60 минут. В процессе проведения эксперимента при вентилировании семян производилось перемешивание через каждые 10 минут для устранения слипания семенного слоя. Если в процессе вентилирования семян применять постоянное ворошение семенного слоя, то значительно уменьшится время вентилирования до 50% влажности семян. Процесс псевдооживления наблюдается сразу после вентилирования слоя при 52,1% влажности семян.

Выводы:

1. Экспериментально подтверждена возможность сушки семян бахчевых культур с высокой начальной влажностью в псевдооживленном слое.

2. Установлена максимальная влажность, при которой устойчиво наблюдается процесс псевдооживления слоя семян тыкв.

3. Экспериментально установлена возможность сушки семян тыквы с высокой влажностью в два этапа: сушка при температуре сушильного агента 20°C до 50% влажности семян; сушка с постепенным увеличением температуры сушильного агента (с 35°C до 50°C) до 10% кондиционной влажности семян.

4. Первый этап сушки происходит эффективно при принудительном ворошении семян, второй при псевдооживлении. Это целесообразно учитывать при разработке новых конструктивно-технологических схем сушилок.

Список литературы

1. Совершенствование технологического процесса сушки семян тыквы / В.А. Евсюков, А.А. Чекановкин, А.В. Фесенко, С.П. Тарасов // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики «Луганский национальный аграрный университет». – 2019. – № 7-2. – С. 524–532.

2. Добрицкий А.А. К особенностям сушки высоковлажных семян бахчевых культур / А.А. Добрицкий // 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. 139–140.

3. 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.

4. Патент № 2788274 С1 Российская Федерация, МПК F26B 17/04, F26B 20/00, F28D 7/00. Сушилка пророщенного зерна: № 2022106785: заявл. 15.03.2022; опубл. 17.01.2023 / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, Е.А. Мартынов [и др.].

Заседов Б.А., студент, **Ковалев С.В.**, к.т.н.,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯМ КОРНЕПЛОДОВ

Аннотация: рассмотрены требования, предъявляемые к измельчителям корнеплодов.

Ключевые слова: измельчитель корнеплодов, недостатки, требования.

Zasedov B.A., student, **Kovalev S.V.**, Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

REQUIREMENTS FOR SHREDDERS OF ROOT CROPS

Abstract: the requirements for shredders of root crops are considered.

Keywords: shredder of root crops, disadvantages, requirements.

Существенным недостатком существующих малогабаритных измельчителей кормов является их низкая универсальность, малая вместимость загрузочного бункера и недостаточные размеры загрузочного окна у большинства конструкций, что вызывает необходимость предварительного разрезания корнеплодов на части; в некоторых конструкциях нет возможности регулировки крупности измельчаемых частиц; в измельчителях корнеплодов с электроприводом из-за высокой частоты вращения рабочих органов присутствует переизмельченность корнеплодов, что приводит к излишней потере сока.

Анализ существующих конструкций позволил сделать вывод о том, что новый измельчитель корнеплодов должен удовлетворять следующим требованиям:

конструкция измельчителя корнеплодов должна обеспечивать возможность быстрой и легкой замены изношенных частей, особенно рабочих органов и их элементов;

конструкция измельчителя корнеплодов должна обеспечить быстрое и легкое изменение крупности измельченных частиц;

измельченный материал необходимо немедленно удалять из камеры измельчения для того, чтобы избежать переизмельчения и потерь сока, а также лишних затрат энергии;

измельчитель должен обладать минимальной удельной материалоемкостью и энергоемкостью;

измельченная масса не должна терять сок, более чем регламентировано зоотехтребованиями.

Сравнительную оценку измельчителей корнеплодов можно провести по удельной энерго- и материалоемкости, и количеству ступеней измельчения.

Удельную энергоёмкость можно определить по известной формуле [1]:

$$\varepsilon_y = \frac{N}{Q}, \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}, \quad (1)$$

где N – мощность, потребная на привод измельчителя, кВт;

Q – производительность измельчителя, т/ч.

Удельную материалоемкость можно определить по известной формуле:

$$M_y = \frac{M}{Q}, \text{ кг}\cdot\text{ч/т}, \quad (2)$$

где M – масса измельчителя, кг;

Q – производительность измельчителя, т/ч.

Список литературы

1. Арнаутов В.И. Исследование и совершенствование рабочих органов машин для мелкого измельчения сочных кормов: Автореф. дис... канд. техн. наук: / Харьковский институт механизации и электрификации сельского хозяйства – Харьков, 1968. – 30 с.
2. Вольвак С.Ф. Классификация способов измельчения и конструкций измельчителей корнеплодов / С.Ф. Вольвак, С.В. Ковалев // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету: Технічні науки. – 2006. – № 68 (91). – С. 77–80.
3. Вольвак С.Ф. Построение расчетной модели функционирования одноступенчатого измельчителя корнеплодов / С.Ф. Вольвак, С.В. Ковалев // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету: Технічні науки. – 2008. – № 91. – С. 117–121.

Казakov К.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

БИОГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация: В составе биогазовой установки выделяется несколько последовательных комплексов: комплекс гомогенизации; комплекс анаэробного сбраживания; комплекс фильтров и газгольдеров; комплекс когенерации; комплекс трубопроводов; комплекс автоматизации; комплекс применения и фасовки удобрений.

Ключевые слова: биогаз, метан, анаэробное сбраживание.

Kazakov K.V., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

BIOGAS COMPLEX EQUIPMENT

Abstract: The biogas plant consists of several sequential complexes: homogenization complex; anaerobic digestion complex; complex of filters and gas tanks; cogeneration complex; pipeline complex; automation complex; complex of application and packaging of fertilizers.

Keywords: biogas, methane, anaerobic digestion.

Биологическим газом (биогазом) называют газ, который получается в процессе утилизации навоза. Газ состоит из CO₂ (40 %) и метана (60 %). Аналогичный состав имеют болотный газ, шахтный, канализационный и метан.

Для переработки таких отходов животноводства и птицеводства, как навоз и помет, в биогаз, необходимо особое оборудование – биореактор, метантенк, биогазовая установка.

Биогазовая технология – анаэробное сбраживание. В основе биогазовой технологии лежит процесс биохимической и термической обработки предварительно подготовленных отходов в бескислородной среде под влиянием определенных видов бактерий. По пищевым потребностям бактерии разделяются на три типа: 1 вид – гидролизные или ацетогенные. Этому виду принадлежат протеолитические, целлюлолитические, облигатные анаэробы, факультативные анаэробы. К 2-му виду относят – гомоацетатные бактерии. К 3-му виду относят метаногенные бактерии – хемолитотрофные бактерии 3 стадии, перерабатывающие оксид углерода и водород на метан и воду стадия А, и бактерии стадии В – ниткоподобные палочки, коки и ланцетоподобные, которые перерабатывают муравьиную и уксусную кислоты, а также метанол на метан и оксид углерода. Органические соединения (белки, углеводы, жиры), которые присутствуют в биомассе, начинают распадаться на простейшие органические соединения (аминокислоты, сахара, жирные кислоты) под действием гидролитиче-

ских ферментов. Эта стадия называется гидролизом и протекает под воздействием ацетогенных бактерий. На второй стадии происходит гидролизное окисление части простейших органических соединений под воздействием гетероацетогенных бактерий, в результате которой получается ацетат, диоксид углерода и свободный водород. Другая часть органических соединений с полученным на 2 стадии ацетатом образует простейшие органические кислоты. Полученные вещества являются питательной средой для метанобразующих бактерий 3 стадии. Третья стадия протекает по двум процессам, вызванные различной группой бактерий. Эти две группы бактерий преобразуют питательные соединения 2-й стадии в метан CH_4 , воду H_2O , диоксид углерода. В результате использования биогазовой технологии получается биогаз, содержащий более 70% метана и жидкий эффлюент. Биогаз можно использовать для получения тепловой или электрической энергии. Путем удаления CO_2 и прочих примесей, биогаз можно преобразовать в биометан и использовать в качестве моторного топлива. Эффлюент применяется в качестве органического удобрения, при необходимости с помощью сепаратора делится на твердую и жидкую фракции. Эффлюент, полученный из некоторых видов отходов (например: барда, жом, дробина) может использоваться в качестве корма скота и птицы.

В составе биогазовой установки выделяется несколько последовательных комплексов: комплекс гомогенизации – для измельчения и подготовки сырья; комплекс анаэробного сбраживания – для переработки сырья; комплекс фильтров и газгольдеров – для сбора и очистки биогаза; комплекс когенерации – для преобразования газа в энергию; комплекс трубопроводов; комплекс автоматизации; комплекс применения и фасовки удобрений [1].

Комплекс подготовки сырья включает в себя насосы с функцией дополнительного измельчения для загрузки сырья из приемка фермы в станцию подготовки навоза; станцию подготовки навоза, в которую попадает сырьё в самом начале для доведения до заданной влажности, подогрева массы до технологической температуры, внесения закваски и микроэлементов, насосную станцию – систему перемешивания сырья в станцию подготовки навоза и подачи подготовленного сырья в биореактор [2].

Комплекс анаэробного сбраживания является основным в составе оборудования и его центральным моментом служит биореактор – ёмкостное оборудование, в котором поэтапно происходит анаэробный процесс преобразования подготовленной массы в биогаз и эффлюент.

Комплекс автоматизации, система автоматизированного управления операциями загрузки сырья, выгрузки готового эффлюента, запуска когенерационной установки и конденсационных котлов, а также отображения текущего процесса со всеми контролируемыми параметрами; сигнализация о неисправностях в оборудовании и аварийных ситуациях.

Комплекс сбора и очистки биогаза, представлен фильтром очистки биогаза от сероводорода и воды, газгольдером (для временного хранения биогаза и сглаживания суточного выхода биогаза) и газодувкой (компрессор вихревой). Также, в комплекс по переработке органических отходов, входит когенераци-

онное оборудование для выработки электрической энергии и тепла и факельная установка, необходимая для аварийного сжигания биогаза.

Когда отходов большое количество, и они образуются непрерывно, то можно говорить уже не только о получении качественных удобрений, но и преобразовании получаемого биогаза с помощью когенерационной установки в тепловую и электрическую энергию.

Варианты применения биогаза: сжигание в газовом котле для получения водогрейного тепла; сжигание в газовой плите для приготовления пищи; сжигание в газовом электрогенераторе для получения электрической энергии; сжигание в когенерационной установке с одновременным получением тепла от охлаждения двигателя внутреннего сгорания и электрической энергии; очистка и компремирование до 200 атм. в баллонах высокого давления с целью заправки оборудованного автотранспорта газомоторным топливом [3].

Список литературы

1. Казаков К.В. Энергетический источник биогаза / К.В. Казаков, А.С. Колесников // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, Майский, 24 января 2018 года / Редакционная коллегия: С.В. Стребков (председатель), А.Г. Пастухов (заместитель председателя), А.П. Слободюк, Д.Н. Бахарев, Н.В. Водолазская, А.С. Колесников, И.Ш. Бережная, О.А. Шарая, А.Г. Минасян, Компьютерная верстка: Д. Н. Бахарев, Н. В. Водолазская, А. С. Колесников. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 494–497.

2. Беликов А.А. Технология получения биогаза из навоза сельскохозяйственных животных / А.А. Беликов, А.С. Колесников // Молодёжный аграрный форум - 2018: Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 20–24 марта 2018 года / Выпускающий редактор - Н.К. Потапов, Редакция: А.В. Турьянский (председатель), А.В. Колесников (заместитель председателя), В.Л. Аничин, И.А. Бойко, С.В. Стребков, В.И. Гудыменко, В.В. Концевенко, Е.Г. Котлярова, Д.П. Кравченко, П.П. Корниенко, Ю.Н. Литвинов, Н.В. Наследникова, Г.С. Походня, Л.А. Решетняк, В.А. Сыровицкий, А.В. Хмыров. Том 2. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 65.

3. Колесников А.С. Биогаз из отходов свеклосахарного производства / А.С. Колесников // 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. 33–34.

Казаков К.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЕЛЯТ

Аннотация: В статье рассмотрено оборудование для содержания телят на всех этапах их жизни и роста. Метод «холодного» содержания телят. Описаны конструкции индивидуальных домиков, ограждения, деревянного порога, групповых домиков и загона для телят.

Ключевые слова: содержание телят, индивидуальные домики, групповые домики.

Kazakov K.V., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

EQUIPMENT FOR CALVES

Abstract: The article discusses equipment for keeping calves at all stages of their life and growth. Method of “cold” keeping of calves. The designs of individual houses, fencing, wooden threshold, group houses and a pen for calves are described.

Keywords: keeping calves, individual houses, group houses.

На любой молочной ферме обязательно следует позаботиться о выращивании молодняка. Крепкие и здоровые телята в будущем покажут высокую продуктивность, а это отличная предпосылка для прибыльного животноводства. ООО «РусАгроСистема» г. Смоленск выпускает оборудование для телят на всех этапах их жизни и роста [1].

Чем многочисленнее поголовье КРС в молочном хозяйстве, тем ответственнее нужно подходить к вопросу механизации труда и оптимизации содержания животных. Круглогодичные отелы потребуют тщательно продуманной системы ухода за телятами, дорастивания их в благоприятных условиях. Правильно организованные системы содержания телят: уменьшают трудозатраты, снижают ежедневную рабочую нагрузку сотрудников фермы; изолируют молодняк от возможных источников инфекции; дают возможность правильно дозировать и разнообразить корм и добавки; способствуют укреплению здоровья телят и продуктивности их роста и развития.

В современном животноводстве лучше всего зарекомендовал себя метод «холодного» содержания телят, основанный на отлучении от матери после первых суток и поселении в необогреваемое помещение. В таких условиях у телят мобилизуются внутренние резервы организма, они растут более закаленными, устойчивыми к заболеваниям, лучше прибавляют в весе [2].

Для такого содержания животных нужно обеспечить домиками с возможностью нахождения на свежем воздухе.

Индивидуальные домики (идеальное жилище для телят с суточного возраста): выполнены из полиэстера – долговечные и прочные, пропускают свет в нужном количестве, им не свойственен парниковый эффект; мобильные; легкие в обслуживании; снабжены ограждением – животное может пребывать на свежем воздухе; избавляют от конкуренции за корм и тепло.

Индивидуальные домики для телят изготовлены из полиэстера, укрепленного стекловолокном. Корпус домика цельный и не имеет швов. Домик оборудован колесиками для транспортировки ограждения и домика совместно. Передняя часть ограждения съемная для запираения теленка в домике на момент очистки выгульной площадки. Домик имеет держатель для ведра с выпойкой, ведро с соской, деревянный порог, препятствующий вытаскиванию соломы из домика. Передняя стенка ограждения может быть переставлена таким образом, что теленок окажется запертым внутри загона. Затем внешнее ограждение можно повернуть вверх и освободить пространство около загона для чистки, пока теленок заперт под навесом [3].

Ограждение поднимается вверх на шарнирах. Когда ограда поднята, можно легко и быстро поменять солому и вычистить загон. Навес снабжен небольшими колесиками, что придает мобильность всей конструкции. Подняв ограждение, вы можете легко передвигать навес вместе с оградой и теленком.

Деревянный порог препятствует вытаскиванию соломы из домика. Он сделан из широкого бруса так, что теленок не может пораниться. Этот порог и широкий обод, на котором он крепится, обеспечивает высокий уровень устойчивости, делая домик фактически неразрушимым. Можно выдвинуть фронтальную загородку, тогда теленок окажется закрытым внутри домика. Из трех мест для кормления с передней стороны ограждения вы можете одновременно подавать молоко, корм и воду. Одновременно с сухим кормом теленок потребит достаточно жидкости, что необходимо для его оптимального развития и роста [4].

Групповые домики – модули для 15 телят разного возраста, начиная с 2-месячного. Их преимущества: позволяют создать и поддерживать подходящий микроклимат; способствуют активному движению, а значит, лучшему росту; несложная установка и транспортировка; уменьшение расходов на содержание молодняка. Модуль в армированном стеклопластике для 15–20 телят от 2 до 6-месяцев. Он может быть использован как крытое сооружение для выпаса животных, или как открытый манеж в комплекте с металлическим ограждением из оцинкованной стали со съемными передними воротами, вентиляционными отверстиями, держателями для воды и яслями для сена.

Загоны для телят – сборные конструкции из ламинированной влагостойкой фанеры, снабженные ведрами для выпойки и кормушками для корма. Продуманное устройство облегчает уход за животными [5].

Список литературы

1. ООО «РусАгроСистема» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rusagros.ru/ru/catalog/equipment-for-keeping-calves>.
2. Системы и оборудование для выращивания телят / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.В. Рыжков [и др.]. – Белгород : издательство Белгородской ГСХА, 2007. – 147 с.
3. Содержание телят. Современные технологии и средства механизации / О.А. Чехунов, В.Ф. Ужик, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2020. – 385 с. – ISBN 978-5-98242-303-0.
4. Теория и расчет адаптивного доильного оборудования для крупного рогатого скота / В.Ф. Ужик, О.В. Китаева, О.А. Чехунов [и др.]. – Москва; Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2020. – 520 с. – ISBN 978-5-00129-159-6.
5. Машины и оборудование в животноводстве: Учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 163 с.

Казакон К.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

КОРМОУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН GOMSELMASH FS80 PRO

Аннотация: Скашивание высокостебельных культур, в том числе кукурузы в любой фазе спелости зерна, подбор из валков подвяленных сеяных и естественных трав с одновременным измельчением и погрузкой в транспортные средства, всё это выполняет комбайн GOMSELMASH FS80 PRO.

Ключевые слова: комбайн, кормовая масса, жатка.

Kazakov K.V., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

FORAGE HARVESTER GOMSELMASH FS80 PRO

Abstract: Mowing tall crops, including corn at any stage of grain ripeness, selecting dried seeded and natural grasses from windrows with simultaneous chopping and loading into vehicles, all this is performed by the GOMSELMASH FS80 PRO combine harvester.

Keywords: combine, forage, reaper.

Холдинг «ГОМСЕЛЬМАШ» Республика Беларусь – один из крупнейших производителей сельскохозяйственной техники, входящий в число лидеров мирового рынка комбайнов и других сложных сельхозмашин, выпускает кормоуборочный комбайн GOMSELMASH FS80 PRO, который обеспечивает высокое качество измельчения в самых сложных условиях и эффективно работает со средними и крупными объёмами кормозаготовки [1].

Из кабины комбайна при помощи системы AUTOSHARP можно осуществлять автоматическую заточку ножей измельчающего барабана. AUTOSHARP повышает качество измельчения кормов и производительность комбайна, при этом в значительной мере снижается расход топлива. Количество циклов заточки задаётся с пульта управления в кабине.

Кроме того, управление системой автоматического подвода противорежущего бруса AUTOGAR осуществляется прямым образом из кабины, что существенно упрощает работу механизатора и облегчает поддержание высокого качества резки.

Передние вальцы питающего аппарата, изготовленные из высококачественной немагнитной нержавеющей стали, прекрасно себя зарекомендовали в самых сложных условиях уборки.

Привод нижних питающих вальцев осуществляется от мощного гидромотора через коробку передач. Благодаря данной схеме привода получается уверенный и бесперебойный старт растительной массы.

Многие решения в GOMSELMASH FS80 PRO направлены на возможность работы с наименьшими простоями. Это касается и системы DRUM PROTECT. Датчики металлодетектора и камнедетектора, установленные в переднем нижнем вальце, подают сигналы на электронный блок пульта управления, находящегося в кабине. Система мгновенно остановит привод валцов питающего аппарата, защищая питающий аппарат. С помощью механизма электрогидравлического реверса посторонний предмет будет быстро удалён обратным вращением валцов.

Прямоточная схема проводки массы – это кратчайший путь от валцов питающего аппарата до выхода из силосопровода с нарастающей скоростью потока. Такая схема определяет высокую пропускную способность при минимальном расходе топлива [2].

Универсальный измельчающий барабан MULTI DRUM с расположенными в 4 ряда ножами специально разработан для эффективного и экономного резания. За счёт особого угла расположения ножей по отношению к противорезущему брусу обеспечивается косой и чистый срез со снижением затрат энергии на процесс резки. Ножи благодаря углу наклона смещают массу от краёв к центру барабана, уменьшая трение массы о стенки технологического тракта, тем самым снижая износ и повышая эффективность технологического процесса. Ширина барабана в 780 мм позволяет беспрепятственно и с полной отдачей работать на скорости 12 км/ч.

Система прямого привода измельчающего барабана DIRECT DRIVE осуществляется непосредственно от коленвала двигателя. Такая схема гарантирует максимально высокий КПД силовой передачи и позволяет снизить удельное потребление энергии.

Плавная регулировка длины резки просто и удобно производится из кабины поворотом регулятора на пульте управления в двух диапазонах: 6-9 и 13-20 мм. Для более крупного измельчения предусмотрена возможность работы с 20 ножами на барабане и длиной резки 12-18 и 26-40 мм.

Для увеличения ресурса работы и уменьшения простоев на ремонт измельчающего аппарата предусмотрены специальные сменные листы измельчающего барабана и приёмной камеры из материала повышенной износостойкости QUARD 500.

Методы заготовки кукурузного силоса в настоящее время значительно отличаются в зависимости от региона и сельхозорганизации. Для комбайна GOMSELMASH FS80 PRO были разработаны три вида доизмельчающих устройств, возможность выбора которых поможет получить наилучший результат работы.

Доизмельчитель OPTI ROLL CRACKER с пилообразными валцами и оптимальным диаметром 196 мм позволяет эффективно осуществлять дробление зерна и расщепление стержней початков как при мелкой, так и средней резке.

Доизмельчитель MAX DISC CRACKER с увеличенным диаметром 200 мм и рифлёными дисками позволяет значительно увеличить рабочую поверхность, что даёт возможность эффективно дробить зёрна при более крупной резке.

Также благодаря повышенной рабочей зоне доизмельчителя повышается и его производительность без потери эффективности растирания и дробления.

Новое доизмельчающее устройство SHARKLAGE CRACKER с зубчатыми вальцами и винтообразной канавкой повышает эффективность дробления зерна даже при длине резки около 30 мм. Благодаря увеличенной разнице вращения вальцев зернодробилки SHARKLAGE CRACKER помимо идеального дробления зерна получается повышенный эффект растирания кормовой массы, что увеличивает поверхность измельчённого материала. Такой эффект также достигается и благодаря винтообразной канавке, которая одновременно даёт эффект поперечного и продольного трения.

Поддерживать высокий темп работы позволяет ускоритель выброса. Мощный поток измельченной массы исключительно плотно заполняет кузова транспортных средств, обеспечивая максимальное использование их объёма и сокращая количество рейсов на отвозке.

Силосопровод с углом поворота 210° позволяет избежать сложного маневрирования. Конструкция силосопровода разработана таким образом, чтобы поток кормовой массы направлялся по оптимальной дуге и на его транспортировку потреблялось минимальное количество энергии. Для увеличения ресурса работы силосопровода в местах наибольшей нагрузки в комбайне внедрены новые легкосъёмные пластины из износостойкой стали повышенной толщины. Подобные решения направлены на возможность максимальной отдачи КПД комбайна при минимальных простоях в самые сложные периоды уборки кормовых культур.

Повышение сохранности кормов и питательных веществ в них гарантирует система дозированного внесения консервантов, входящая в серийную комплектацию комбайна GOMSELMASH FS80 PRO. Биоконсерванты вносятся в измельченную массу из дополнительного бака объёмом 300 литров методом пневмораспыления, при этом контроль за расходом консервантов осуществляется автоматически [3].

Автоматическая централизованная система смазки ALS-SYSTEM, установленная на комбайне GOMSELMASH FS80 PRO, даёт возможность эффективно использовать рабочее время, сокращая количество простоев и время на техобслуживание.

Опционально оснащается комбайн системой удалённого мониторинга параметров и режимов работы HARVEST HUB. Система позволяет сохранять данные на сервере, что оптимизирует эксплуатацию техники.

Адаптеры, с которыми работает комбайн GOMSELMASH FS80 PRO, создают необходимые условия для высокой производительности и качественного измельчения: роторные жатки подают стебли кукурузы точно по направлению продольной оси питающего аппарата, а подборщики благодаря своей конструкции обеспечивают кратчайший путь подбираемой массы к вальцам.

Роторная жатка для уборки грубостебельных культур врежется в массив кукурузы, срезая стебли чисто и на одинаковой высоте. Стебли подаются к питающему аппарату только нижней частью. Это позволяет полностью избежать потерь початков, оставляя за машиной идеально убранное поле. На уборке ку-

курузы восковой спелости с твёрдыми стеблями и початками качество среза и равномерность подачи срезанной массы по-прежнему остаются стабильными. Для повышения удобства транспортировки комбайна разработана новая складная жатка для грубостебельных культур.

При работе GOMSELMASH FS80 PRO с подборщиком с копирующими колёсами рельеф поля копируется точно и без повреждения корневой системы растений. Конструкция подборщика обеспечивает кратчайший путь массы к питающему аппарату, повышая стабильность подбора. Подбирающее устройство расположено компактно под шнеком, поэтому при реверсе вальцев питающего аппарата масса удаляется прямо на поле. При этом дополнительная очистка не требуется. Повышенная надёжность работы комбайна обеспечивается при помощи нового подборщика с бездорожечным подбирающим устройством [4].

Применение в комбайне GOMSELMASH FS80 PRO жаток для трав с системой копирования рельефа поля и установкой высоты среза гарантирует одинаково ровный срез. Обгонная муфта шкива привода мотовила предотвращает повреждение мотовила при обратном вращении шнека.

Список литературы

1. Холдинг «ГОМСЕЛЬМАШ» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://gomselmash.by/produksiya/kormouborochnye-kombainy/kvk-800-palesse-fs80/>.

2. 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.

3. Практикум по сельскохозяйственным машинам: учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (профили подготовки: «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в АПК») / С.Н. Алейник, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 55 с.

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

Казakov К.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ВЕНТИЛЯЦИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

Аннотация: Вентиляция животноводческих ферм – это система, состоящая из различного оборудования и устройств, задачей которой является выведение переработанного загрязненного воздуха, приток свежего кислорода. Она обеспечивает комфортный микроклимат в коровнике, свинарнике, птичнике и прочих помещениях хозяйства.

Ключевые слова: вентиляция, микроклимат, циркуляция воздуха.

Kazakov K.V., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

VENTILATION OF ANIMAL FARMS

Abstract: Ventilation of livestock farms is a system consisting of various equipment and devices, the task of which is to remove processed polluted air and bring in fresh oxygen. It provides a comfortable microclimate in the cowshed, pigsty, poultry house and other premises of the farm.

Keywords: ventilation, microclimate, air circulation.

Система вентиляции животноводческих ферм должна быть спроектирована и смонтирована с учетом определенных норм. В результате поддерживать необходимый температурный режим, уровень влажности, кратность воздухообмена, которые будут приемлемыми для содержания животных. При этом отвечать всем требованиям пожарной и экологической безопасности [1].

Поголовье на животноводческих, птицеводческих и звероводческих фермах большую часть своей жизни проводит в помещении. Это обусловлено тем, что в последнее время все реже используют свободный выпас. Если даже животных и птиц выпускают на улицу, это делают ненадолго и не каждый день, так как зачастую не позволяют погодные условия. Именно поэтому очень важно, чтобы внутри помещения было качественное отопление, вентиляция и кондиционирование.

Кроме того, многие птицеводческие и звероводческие здания используют длиннопролетные строения. Если не будет эффективной вентиляции, воздух перестанет циркулировать. Это приведет к уменьшению прироста, как крупного рогатого скота, так и более мелких животных, птиц. На каждую особь выделяется всего несколько квадратных метров. Если даже чистить помещения ежедневно, в любом случае накапливается много экскрементов, выделяющих аммиак. Вдыхать его не только неприятно, но и опасно для здоровья [2].

Кроме того, животные и птица являются переносчиками болезнетворных бактерий, различных вирусов. Если вентиляция животноводческих ферм, хозяйств и комплексов будет отсутствовать, создастся оптимальная среда для их размножения и распространения. Это может привести не только к гибели всех животных, но и к инфицированию людей. Конечно, не все патогены переходят к человеку, но те, которыми все-таки можно инфицироваться, очень опасны.

Вентиляционная система обеспечивает и нормальные условия для людей. Ведь они тоже заходят в помещение. Без нее от запаха, шерсти, пыли, углекислого газа, вредных паров и т.д. внутри будет просто невозможно находиться.

В животноводстве могут быть использованы следующие виды систем: естественная вентиляция; искусственная (принудительная или механическая); комбинированная.

Работа системы естественной вентиляции основывается на перепадах давления внутри и снаружи зданий. Холодный воздух с улицы вытесняет теплый, который находится в птицеводческих и животноводческих помещениях. Благодаря этому осуществляется его естественная циркуляция [3].

Важно учитывать, что такая вентиляционная система будет эффективной только в том случае, если разница температуры снаружи и внутри составляет не менее $+8...+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Естественно, летом такого перепада не будет. Поэтому в помещении нет необходимой циркуляции воздушного потока, возникнет застой. Если монтируется система вентиляции такого типа, то необходимо предусмотреть открывающиеся форточки и окна. Через них будет поступать свежий воздух, выходить переработанный.

Когда на улице температура ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, необходимо контролировать приток кислорода при помощи заслонок. Он должен поступать в ограниченном количестве, так как тепла, которое выделяется телом животных, будет недостаточно для его обогрева. Также в качестве альтернативы можно предусмотреть отопление животноводческих помещений.

Принудительная вентиляционная система является более эффективным в сравнении с предыдущим. Она не зависит от окружающих условий, в том числе от температуры. Данная вентиляционная система будет справляться со своей задачей в любое время года. Циркуляция воздушного потока осуществляется за счет работы вентиляторов для животноводческих помещений. Они вдувают его внутрь или наоборот направляю наружу.

Обычно используют приточно-вытяжные. Монтируется две линии, одна из них необходима для обеспечения притока чистого воздуха, а вторая для вывода загрязненного. Как правило, обе используются одновременно для высокой эффективности.

Комбинированная объединяет в себе два вида вентиляции. То есть циркуляция воздуха может осуществляться как механическим, так и естественным образом за счет разницы температур снаружи и внутри построек.

Микроклимат объектов зависит от различных факторов: климат в конкретном регионе; близость водоемов, гидрогеологическая обстановка района; наличие растительности; погодные условия; время года и прочее.

Для создания оптимального микроклимата необходимо соблюдение следующих требований: обеспечение достаточного притока воздуха, который необходим для конкретного вида животных и птиц, содержащихся в помещении; эффективный вывод переработанного кислорода, содержащего пыль, грязь и т.д.; поддержание температурно-влажностного режима, предусмотренного санитарно-гигиеническими нормами.

Общие параметры микроклимата в животноводческих фермах: на 1 ц животной массы должно подаваться не менее 2-3 м³/ч воздуха. Это минимальное значение, которое необходимо для ассимиляции вредных веществ; на 1 ц массы взрослых животных должно поступать 8 м³/ч; на 1 ц молодняка нужно больше воздуха – 12 м³/ч; вентиляция в коровнике и прочих помещениях с КРС должна обеспечивать оптимальную температуру +10...+12°C; вентиляция в свинарнике создает подходящую температуру, которая составляет +14...18°C; температурный режим в овчарне должен быть +3...+6°C. Если в животноводческих фермах и комплексах содержится молодняк, то температура должна быть увеличена на +3...+5 градусов.

Регулирование вентиляции осуществляется в зависимости от погодных условий, подогрев поступающего воздуха осуществляется калориферами. Они устанавливаются в магистралях на пути притока воздушного потока, доводят его до необходимой температуры. Для экономии энергопотребления также можно установить рекуператоры. Это специальные устройства, которые позволяют использовать первичную тепловую энергию повторно [4].

В качестве альтернативного варианта калориферам систему изначально можно организовать теплообменной. В этом случае под перекрытиями находятся теплообменники. Воздушный поток при помощи вращения лопастей вентиляторов подается в них. Внутри он нагревается и поступает в помещения животноводческих ферм. Теплый воздух снаружи теплообменников вытесняется благодаря конденсации за счет перепада температурных режимов. Несомненным достоинством такой системы вентиляции животноводческих помещений является снижение энергопотребления в 30 раз. При этом удастся увеличить продуктивность животных на 20%.

Вентиляция животноводческих помещений, ферм и комплексов может создавать громкий шум. Это пугает животных, негативно сказывается на их продуктивности.

Расчет вентиляции животноводческих помещений коровника и любых других фермерских помещений имеет кратность воздухообмена 4-5. Под этим подразумевается, что за 1 час весь кислород должен обновиться 4-5 раз. Необходимо площадь помещения умножить на данное число. Полученная цифра будет необходимым значением производительности вентилятора или нескольких, если он установлен не один. Именно с таким показателем необходимо приобретать оборудование, добавив еще 10% запаса мощности.

Можно сделать вентиляционную систему животноводческого здания полностью автоматизированной. Для этого монтируются специальные устройства, которые будут контролировать воздухообмен. Они следят за состоянием филь-

трующих элементов, регулируют работу заслонок. Также автоматика позволяет включать/отключать вентиляторы в заданные временные отрезки [5, 6].

Также важно контролировать отопление животноводческих хозяйств. Перегрев также вреден для поголовья, как и переохлаждение.

Список литературы

1. Компания «Леман» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://lemanspb.ru/>.
2. Системы и оборудование для выращивания телят / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.В. Рыжков [и др.]. – Белгород : издательство Белгородской ГСХА, 2007. – 147 с.
3. Содержание телят. Современные технологии и средства механизации / О.А. Чехунов, В.Ф. Ужик, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2020. – 385 с. – ISBN 978-5-98242-303-0.
4. Теория и расчет адаптивного доильного оборудования для крупного рогатого скота / В.Ф. Ужик, О.В. Китаева, О.А. Чехунов [и др.]. – Москва; Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2020. – 520 с. – ISBN 978-5-00129-159-6.
5. Машины и оборудование в животноводстве: Учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов / Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 163 с.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019616838 Российская Федерация. Система мониторинга микроклимата помещения для содержания кур-несушек : № 2019615729 : заявл. 20.05.2019 : опубл. 30.05.2019 / Е.А. Мартынов, Е.Г. Мартынова, П.П. Корниенко, И.А. Байдина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина» (ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ).

Казакон К.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ЗЕРНОУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН GOMSELMASH GS2124

Аннотация: Зерноуборочный комбайн – это сложная зерноуборочная машина, выполняющая последовательно непрерывным потоком и одновременно: срезание зерновой культуры, подачу её к молотильному аппарату, обмолот зерна из колосьев, отделение его от вороха и прочих примесей, транспортировку чистого зерна в бункер и механическую выгрузку из него, всё это выполняет комбайн GOMSELMASH GS2124.

Ключевые слова: комбайн, соломоизмельчитель, система обмолота и сепарации, система очистки, точное земледелие.

Kazakov K.V., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

COMBINE HARVESTER GOMSELMASH GS2124

Abstract: A grain harvester is a complex grain harvesting machine that performs sequentially in a continuous flow and at the same time: cutting the grain crop, feeding it to the threshing apparatus, threshing grain from the ears, separating it from the heap and other impurities, transporting clean grain into the bunker and mechanically unloading it from it, all this harvester performs GOMSELMASH GS2124.

Keywords: combine, straw chopper, threshing and separation system, cleaning system, precision farming.

Холдинг «ГОМСЕЛЬМАШ» Республика Беларусь – один из крупнейших производителей сельскохозяйственной техники, входящий в число лидеров мирового рынка комбайнов и других сложных сельхозмашин, выпускает зерноуборочный комбайн GOMSELMASH GS2124 [1].

Система обмолота и сепарации HYBRID-FLOW обеспечивает повышенную производительность и качество вымолота даже на сложных хлебах. Высокий уровень автоматизации выполняемых процессов обеспечивает стабильную работу комбайна на любых агрофонах, исключая возможность ошибки комбайнера.

Благодаря одной из самых широких наклонных камер с рабочим углом наклона 35° происходит мощный и бесперебойный старт хлебной массы. Идеальная траектория подачи массы значительно снижает энергопотребление комбайна без потери его производительности.

Пропускная способность и высокая рабочая скорость – неотъемлемые составляющие высокой производительности комбайна. Работа на высоких скоростях до 10 км/ч, в тёмное время суток, на склонах и каменистых полях требует

большого внимания, но благодаря электрогидравлической системе копирования рельефа поля SELF-CONTOUR потери за жаткой заметно снижаются, и комбайнер может сфокусировать своё внимание на других важных вещах, не переживая за возможные потери. SELF-CONTOUR обеспечивает в полностью автоматическом режиме поддержание заданной высоты среза, давления на почву и положения жатки относительно почвы, как в продольном, так и в поперечном направлениях. Данные преимущества GOMSELMASH GS2124 позволяют эффективно загружать комбайн и получать максимальную экономическую выгоду от его использования.

Работать с наименьшими простоями, в самый сложный период уборки помогает цепочно-планчатый транспортер с использованием высококачественных цепей Iwis из легированных сталей.

Реверс транспортера наклонной камеры – без выполнения этой операции не обойтись, особенно в сложных условиях уборки. Применение гидромотора в конструкции наклонной камеры дает возможность бесступенчато реверсировать транспортер, помогая собрать урожай в сжатые сроки, экономя время на очистку наклонной камеры и адаптера [2].

Система удаления пыли DUST CONTROL улучшает обзорность и видимость жатки из кабины, что предоставляет возможность с большей точностью загружать всю длину жатки и раскрывать весь потенциал мощности GOMSELMASH GS2124.

Для ещё большего увеличения продуктивности на рабочем месте в комбайне GOMSELMASH GS2124 предусмотрен гидравлический мультиразъём подключения адаптеров, который сокращает время их агрегатирования, экономит силы и способствует быстрому началу уборки.

Основа комбайна GOMSELMASH GS2124 – это многократно подтвердившая свою эффективность на любых агрофонах и убираемых культурах двухбарабанная система обмолота и роторная сепарация, которые значительно повышают производительность комбайна без повреждения зерна и повышения энергопотребления.

Идеальное сочетание тангенциального вымолота и аксиальной сепарации – система HYBRID-FLOW. Система HYBRID-FLOW – это проверенная двухбарабанная схема обмолота с равномерным ускорением потока хлебной массы перед подачей на молотильный барабан, что дает быстрый и бережный обмолот зерна. Обороты барабанов легко адаптировать к различным культурам и условиям уборки. Частота вращения плавно регулируется в диапазоне от 518 до 1152 об/мин.

А также два высокопроизводительных ротора соломосепаратора диаметром 450 мм и длиной 4200 мм, которые вращаются во встречных направлениях, тем самым создавая большую центробежную силу, обеспечивают эффективное, быстрое и бережное выделение остаточного зерна.

Трёхкаскадная система очистки повышенной производительности площадью 5,8 м² с мощным пятисекционным вентилятором очистки 5D AIR FAN с равномерным распределением воздушного потока по решёткам удовлетворяет самые высокие требования к чистоте получаемого зерна.

В связи с высокой производительностью комбайна также увеличивается и сложность очистки хлебной массы. Благодаря вентилятору 5D AIR FAN очистка большого потока хлебной массы становится простым и эффективным процессом.

В системе очистки 5D AIR FAN воздушный поток направляется по двум отдельным каналам: верхний поток продувает перепад между стрясной доской и верхним решетом, уже на этой стадии удаляя значительную часть легких фракций. Нижний поток равномерно распределяется между решетками, завершая очистку зерна. Такой принцип очистки значительно повышает интенсивность и равномерность продувки, а в результате получается исключительно чистое зерно. Интенсивность воздушного потока и раскрытие жалюзи очистки регулируются из кабины, что значительно экономит время.

Разгрузка зернового бункера – неотъемлемая часть уборки урожая. За день данный процесс происходит в среднем до 30 раз [3].

Оптимальное соотношение характеристик зернового бункера GOMSELMASH GS2124 объемом 10 500 литров и скоростью выгрузки не менее 100 л/с способствует выгрузке в кратчайшие сроки, экономя драгоценное время.

Система PART-UNLOAD при необходимости позволяет немедленно прекратить процесс выгрузки, что минимизирует потери зерна в непредвиденной ситуации. Система OPTI-UNLOAD дает возможность осуществлять выгрузку зерна с выключенным приводом молотилки. За сезон уборки данная функция экономит большое количество топлива и продлевает ресурс молотильно-сепарирующего устройства комбайна.

В комбайне GOMSELMASH GS2124 предусмотрен соломоизмельчитель OPTI-CUT 92. На данный соломоизмельчитель установлено 92 ножа, которые осуществляют качественное и мелкое измельчение, а затем разброс незерновой части урожая. Полученный материал легко разлагается и отдаёт питательные свойства почве, тем самым увеличивая урожайность полей в следующих сезонах.

Для максимально эффективного использования пожнивных остатков урожая в GOMSELMASH GS2124 предусмотрен двухдисковый половоразбрасыватель UNI-SPREADER.

Регулировка частоты вращения двухдискового половоразбрасывателя от 400 до 800 об/мин помогает успешно производить разброс половы при уборке любых зерновых культур, не влияя на воздушные потоки очистки. А оптимальное расположение UNI-SPREADER над поверхностью поля дает возможность обходиться без дополнительных функций при воздействии ветра.

Когда необходимо убрать легкотравмируемые культуры, такие как кукуруза, подсолнечник и другие, задействуется понижающий редуктор, которым серийно комплектуется комбайн GOMSELMASH GS2124.

Автоматическая централизованная система смазки, установленная на комбайне GOMSELMASH GS2124, дает возможность эффективно использовать рабочее время, сокращая количество простоев и время на техобслуживание.

Также в комбайне GOMSELMASH GS2124 установлена инновационная очистка радиатора ARC-SYSTEM (Active Radiator Cleaning System). Очистка радиатора производится обратным воздушным потоком, создаваемым реверсивным вентилятором, который выдувает наружу весь мусор из зоны впуска воздуха, что повышает производительность комбайна и упрощает его техобслуживание.

Для производства большего количества продукции с минимальными затратами в комбайне GOMSELMASH GS2124 опционально предусмотрены электронные системы точного земледелия.

Главные цели точного земледелия: экономия средств производства; экономия рабочего времени техники и персонала; полное использование потенциала урожайности; повышение качества продукции; рост прибыли сельхозорганизаций за счёт повышения урожайности и снижения издержек производства [4].

Список литературы

1. Холдинг «ГОМСЕЛЬМАШ» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://gomselmash.by/produksiya/zernouborochnye-kombainy/zernouborochnyy-kombayn-gs2124/>.
2. 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.
3. Практикум по сельскохозяйственным машинам: учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (профили подготовки: «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в АПК») / С.Н. Алейник, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин [и др.]. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 55 с.
4. Технологии механизированных работ в растениеводстве: Практикум по дисциплине Технологии механизированных работ в растениеводстве для студентов среднего профессионального образования по направлению подготовки 35.02.07 – Механизация сельского хозяйства / О.А. Чехунов, Е.А. Мартынов, А.Н. Макаренко [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 86 с.

Казаков К.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ТРАКТОР КИРОВЕЦ К-525

Аннотация: Маленькие трактора незаменимы на небольших полях, где, не применяется крупногабаритная техника и необходимо большое количество разворотов. В этих условиях оптимально будет применение трактора КИРОВЕЦ К-525, обладающего всеми вышеперечисленными особенностями.

Ключевые слова: трактор, автоматическая трансмиссия, топливные баки, аккумуляторные батареи.

Kazakov K.V., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

TRACTOR KIROVETS K-525

Abstract: Small tractors are indispensable in small fields, where large equipment is not used and a large number of turns are required. In these conditions, it would be optimal to use the KIROVETS K-525 tractor, which has all of the above features.

Keywords: tractor, automatic transmission, fuel tanks, batteries.

АО «Петербургский тракторный завод» входит в Группу компаний ПАО «Кировский завод» – одно из старейших машиностроительных предприятий России, основано в 1801 году. Кировский завод является родоначальником отечественного тракторостроения: первые тракторы были изготовлены в 1924 году [1].

Шарнирно-сочлененные тракторы пятого тягового класса КИРОВЕЦ К-525 выпускаются с начала 2020 года. Удачное сочетание потребительских свойств с привлекательной ценой сделали эту модель настоящим бестселлером.

В основе трактора инновационный турбодизель Ярославского моторного завода мощностью 250 л.с. и трансмиссия Петербургского тракторного завода с автоматическим управлением.

Мощный высокопроизводительный трактор находится в дорожном габарите по ширине до 2,55 м, что делает его более мобильным и универсальным в сравнении с традиционными Кировцами [2].

КИРОВЕЦ К-525 имеет унифицированную с тракторами К-7М кабину, которая обладает отличной шумоизоляцией (уровень шума на рабочем месте не более 75 дБа), комфортом, обзорностью и эргономикой.

На протяжении двух лет эксплуатации тракторов модели К-525 конструкторы внимательно изучали все особенности работы тракторов в разных условиях, получали обратную связь от клиентов. Результатом стал комплекс обновлений, который внедряется с марта 2022 года.

Теперь у трактора КИРОВЕЦ К-525 новые топливные баки. При том, что их объем увеличен на 160 литров – с 500 до 660, измененная компоновка позволила

поднять нижнюю плоскость баков относительно поверхности. Увеличенный дорожный просвет дает дополнительные преимущества в проходимости и позволяет более уверенно работать с плугами в борозде [3].

Аккумуляторные батареи перенесены из-под кабины в зону переднего бампера. Такое расположение ящиков АКБ более удобно, доступ для обслуживания и замены аккумуляторов значительно облегчен.

Все тракторы КИРОВЕЦ К-525 оснащаются системой дистанционного контроля КИРОВЕЦ-АГРОМОНИТОР, позволяющей получать полную информацию о параметрах работы трактора в режиме онлайн.

Главным же обновлением является внедрение на КИРОВЦЕ К-525 автоматической коробки передач с инновационной системой управления трансмиссией КОМАНДПОСТ-4А. Впервые на российском тракторе применяется автоматическая трансмиссия собственной разработки и производства. И это не просто какой-то экспериментальный агрегат или опытная партия, речь о полномасштабном серийном производстве.

В автоматическом режиме управления механизатору достаточно задать ручкой акселератора требуемую скорость, а коробка сама будет переключать передачи, подстраиваясь под меняющуюся в зависимости от внешних условий нагрузку. При этом алгоритм стремится найти такую передачу, при которой двигатель будет работать в наиболее оптимальном режиме, обеспечивая высокую тягу при минимальном расходе топлива.

Вместе с новой коробкой передач трактор КИРОВЕЦ К-525 получил унифицированные с трактором К-7М органы управления трансмиссией. Вместо механического «шифтера», который применялся еще на самых первых версиях КОМАНДПОСТ, теперь установлена статическая рукоятка с кнопками.

КОМАНДПОСТ-4А делает управление трактором еще более легким и удобным, а также не позволит механизатору делать преднамеренные или непреднамеренные ошибки [4].

Список литературы

1. АО «Петербургский тракторный завод» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://kirovets-ptz.com/company/>.

2. 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.

3. Практикум по сельскохозяйственным машинам: учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (профили подготовки: «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в АПК») / С.Н. Алейник, А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 55 с.

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

Калинин А.Б., д.т.н., доцент, **Теплинский И.З.**, к.т.н., профессор,
Калинина В.А., соискатель
ФГБОУ ВО СПбГАУ, Санкт-Петербург, Россия

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ БИОЛОГИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Аннотация: в результате исследований был выполнен анализ почвенного состояния поля, предназначенного для посадки картофеля, на глубину корнеобитаемого слоя, который показал необходимость разуплотнения почвы на глубину более 50 см. Для этого предложено применить культиватор-глубококорыхлитель, оснащенного усовершенствованными рабочими органами и посевным модулем для высева вразброс сидеральных культур, а заделку значительного объема растительной массы сидератов выполнять комбинацией почвообрабатывающих машин, состоящую из водоналивного ножевого катка и культиватора-глубококорыхлителя.

Ключевые слова: почва, биологизированная обработка почвы, культиватор-глубококорыхлитель, сидеральные культуры, ножевой каток.

Kalinin A.B., Doctor of Tech.Science, Associate Professor,
Teplinsky I.Z., Ph.D., Professor, **Kaliina V.A.**, Applicant.
FSBEI HE SPbGAU, St. Petersburg, Russia

SELECTION AND JUSTIFICATION OF TECHNICAL MEANS FOR CARRYING OUT BIOLOGIZED TILLAGE

Abstract: as a result of the research, an analysis of the soil condition of the field intended for planting potatoes was carried out to the depth of the root layer, which showed the need to uncompact the soil to a depth of more than 50 cm. To do this, it is proposed to use a deep-ripper cultivator equipped with improved working body and a seeding module for scattered seeding of cover crops, and to incorporate a significant volume of green plant mass, use a combination of tillage machines consisting of a water-filled knife roller and a deep-ripper cultivator.

Keywords: soil, biologized tillage, deep-ripper cultivator, cover crops, knife roller.

В настоящее время повышение эффективности производства картофеля происходит за счет увеличения его урожайности на основе применения интенсивных технологий, которые предполагают формирование и поддержание мелкокомковатой почвенной структуры вследствие многократного воздействия на почву энергонасыщенных машинно-тракторных агрегатов (МТА) [1,2]. После многолетнего применения таких технологий в условиях ограниченного по времени севооборота в большинстве случаев наблюдается разрушение верхнего корнеобитаемого слоя и развитие на полях эрозионных процессов в результате

воздействия неблагоприятных погодных условий. Кроме этого, уплотняющее воздействие со стороны энергонасыщенных МТА и тяжелых транспортных агрегатов при повышенной влажности почвы приводит к формированию зон переуплотнения на глубине до 55 см [3, 4].

В результате проведения экспериментальных исследований почвенного состояния поля после уборки предшествующей культуры было установлено, что твердость почвы R на глубине 27 см становится выше значения 4,5 МПа (рисунок 1), при превышении которого развитие коревой системы картофеля внутри почвы становится невозможным [5, 6]. Высокая твердость почвы препятствует не только развитию корневой системы растений, но и затрудняет поступление влаги в нижние слои корнеобитаемого слоя при выпадении осадков [7, 8].

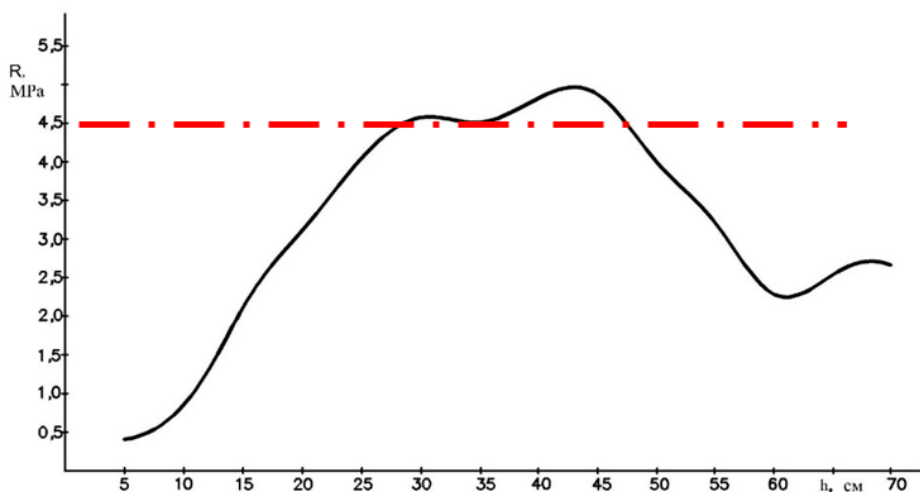


Рис. 1 – Изменение оценок математических ожиданий твердости почвы mR_i по глубине h поля в исходном состоянии перед началом проведения экспериментальных исследований

Одним из путей сохранения почвенных ресурсов и минимизации действия неблагоприятных погодных условий является использование элементов биологизированной технологии, которые предполагают применение сидеральных культур в дополнение к приемам безотвальной обработки почвы [9,10]. Однако для разуплотнения более глубоких слоев корнеобитаемого почвенного горизонта (свыше 40 см) предложено использовать биологический потенциал быстрорастущих сидеральных культур [11], корневая система которых обладает хорошей проникающей способностью.

Для эффективного применения биологизированной обработки почвы при возделывании картофеля необходимо обосновать рациональный комплекс технических средств, учитывающий особенности возделываемых сидеральных культур. В особой степени сложность вызывает отсутствие рекомендаций по эффективной заделке значительного объема высокостебельной массы сидеральных культур в период их цветения.

Глубокая обработка почвы в технологии возделывания картофеля является наиболее энергоемким технологическим процессом, поэтому на основе использования реологической модели почвенного состояния [12] было выполнено совершенствование рабочего органа за счет изменения формы его поверхности

для интенсификации крошения обрабатываемого слоя с минимальными затратами энергии. Однако, анализ рисунка 1 показал, что при настройке орудия на максимальную глубину обработки в 40 см невозможно выполнить разуплотнение почвы, где переуплотнение наблюдается на глубине до 50 см. Поэтому для разуплотнения более нижних слоев корнеобитаемого слоя использовались сидеральные культуры.

С целью снижения затрат времени на проведение посева сидеральных культур на культиватор-глубококорыхлитель предложено установить посевной модуль с автоматическим приводом высевающего аппарата. Посев сидератов производится вразброс под прикатывающие катки, используемые для настройки глубины обработки почвы культиватора-глубококорыхлителя.

Через 50-55 дней после посева редька масличная достигает высоты 120-130 см, а ее корневая система проникает на глубину более одного метра. Для качественной заделки растительной массы сидератов предложено выполнить их предварительное измельчение с помощью водоналивного ножевого катка. Конструкция такого катка, ножи которого установлены с шагом 17 см на барабане диаметром 600 мм, при наполнении водой позволяет не только гарантированно разрезать растительную массу сидератов на части длиной не более 17 см, но расплющивает их стебли для более быстрого разложения внутри почвы после заделки. Это связано с высокой удельной массой катка, которая при заполнении его водой составляет примерно 1т/м ширины захвата катка.

Для снижения числа проходов по полю во время заделки сидеральных культур составлен комбинированный агрегат, который включает в себя ножевой каток, установленный на фронтальную навеску трактора, и культиватор-глубококорыхлитель на задней навеске трактора. Каток производит измельчение растительной массы, а культиватор-глубококорыхлитель выполняет ее заделку и устраняет уплотнение почвы, созданное ходовой системой трактора. На рисунке 2 показано состояние почвы, подготовленной под посадку картофеля, после применения предлагаемого комплекса машин для биологизированной обработки почвы.

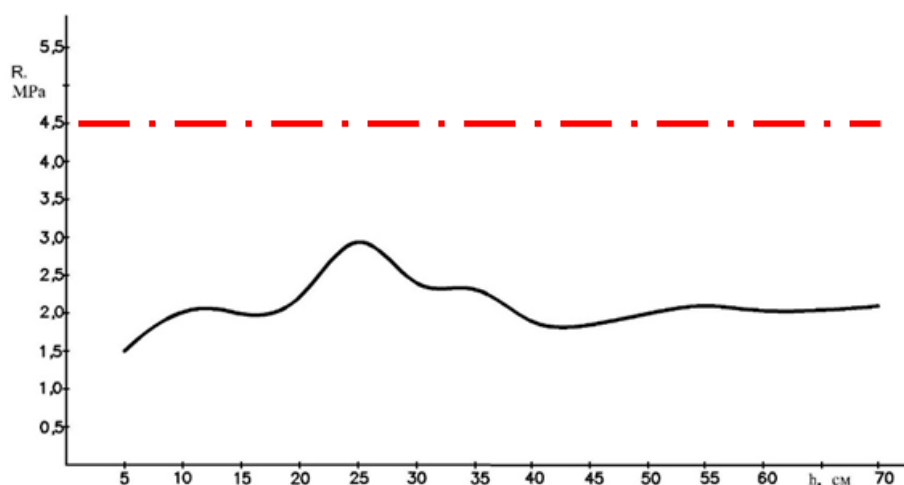


Рис. 2 – Изменение оценок математических ожиданий твердости почвы m_{Ri} по глубине h поля после применения биологизированной обработки почвы

Анализ рисунка 2 показал, что применение предлагаемого комплекса машин позволило полностью устранить уплотнения в корнеобитаемом слое и создать условия для реализации биологического потенциала картофеля, корневая система которого способна проникать на глубину свыше 1 м. Для наиболее полной реализации биологического потенциала картофеля необходимо при возделывании картофеля минимизировать зоны уплотнения почвы при воздействии МТА и своевременно устранять их после выполнения весенне-полевых работ [13].

Список литературы

1. Картофель: (возделывание, уборка, хранение): [научно-практическое руководство] / Д. Шпаар [и др.]; под общей редакцией Д. Шпаара. – 4-е изд., дораб. и доп. – Москва : ДЛВ Агрodelo : Буки Веди, 2022. – 439 с.
2. Конкурентоспособные технологии семеноводства, производства и хранения картофеля: науч.изд. –М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 236 с.
3. Stafford J.V., Hendrick J.G. *Dynami Sensing of Soil Pans. Transaction of the ASAE* 1988, Vol 31 (1). – pp. 9-13. DOI: 10.13031/2013.30656.
4. Алдошин Н.В., Дидманидзе Р.Н. Инженерно-техническое обеспечение качества механизированных работ: монография / Н.В. Алдошин, Р.Н. Дидманидзе. М. : Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 188 с.
5. Медведев, В.В. Твердость почвы. – Харьков, Городская типография. – 2009. – 152 с.
6. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов. – М. : КолосС, 2011. – 443 с.
7. Калинин А.Б. Методы и средства управления режимами влагообеспечения в технологии возделывания картофеля / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский // Картофель и овощи. – 2022. – № 2. – С. 28–32.
8. Kalinin A. Substantiation of tillage methods aimed at rational usage of water resources / A. Kalinin, I. Teplinsky, A. UstroeV // *Engineering for Rural Development: Proceedings, Jelgava, 23–25 May, 2018. Vol. 17. – Jelgava: Latvia University of Agriculture, 2018. – P. 392-399.*
9. Труфанов В.В. *Глубокое чизелевание почв.* – М. : Агропромиздат, 1989. – 142 с.
10. Давлетшин М.М. Мударисов С.Г и др. Чизельные плуги и глубокихлители. Уфа. БГАУ, 2014. – 152 с.
11. Почвозащитное земледелие на склонах / Под ред. А.Н. Каштанова; Сост.: А.С. Извеков, Ю.А. Никитин. – М. : Колос, 1983. – 527 с.
12. Калинин А.Б. Реологическая модель почвы как объекта формирования требуемой плотности в заданном слое / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский, О.В. Смелик // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.* – 2012. – № 29. – С. 248–255.
13. Assessment of operational effectiveness of inter-row soil loosening in organic potato cultivation / A.A. UstroeV, A.B. Kalinin, G.A. Loginov, P.P. Kudriavtsev // *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства.* – 2017. – No. 93. – P. 43–48.

Колесников А.С., к.т.н., доцент, **Цыганков А.В.**, аспирант
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация: в результате исследований рассмотрена возможность вторичной переработки свекловичного жома для получения пектина и других белок-содержащих веществ.

Ключевые слова: свекловичный жом, пектин, комбикорм, растительный белок.

Kolesnikov A.S., Ph.D., Associate Professor, **Tsygankov A.V.**, graduate student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

RECYCLING OF AGRICULTURAL WASTE

Abstract: as a result of research, the possibility of recycling beet pulp to obtain pectin and other protein-containing substances was considered.

Keywords: beet pulp, pectin, compound feed, vegetable protein.

Для того чтобы сельское хозяйство было продуктивной отраслью, необходимо сбалансированное питание животных. Только в условиях хорошего питания и содержания будут проявляться генетически заложенные возможности животного, что напрямую будет отражаться на производительности этих животных. Комбикорма – это основа питания сельскохозяйственных животных [1]. Так как процесс получения животного белка более трудоемкий и затратный. Поэтому для решения данной проблемы производить комбикорм стали из растительных компонентов [2].

В современном мире, благодаря новейшим технологиям, процессу разработки технологии получения комбикормов из растительного сырья проявляется серьезный интерес и уделяется должное внимание. Главная задача любого производства комбикормов, чтобы кормовая база полностью соответствовала потребностям животных во всех необходимых их организму содержанию в кормах питательных веществ и других важных элементов. Обеспечить такое сбалансированное питание могут комбикорма, которые созданы с учетом достижений современной биохимии и физиологии животных.

Современные ученые каждый день стараются модернизировать, упростить и удешевить процесс получения комбикормов. Так большое внимание стали уделять вторичной переработке. Очень часто после производства продуктов питания остается значительное количество отходов. Почему бы не использовать их вторично для получения другого продукта. Такой процесс не только защитит окружающую среду, но и сэкономит средства на производство другого продук-

та. Так как сырьем для производства нового продукта станут отходы от предыдущего производства. Такая технология вторичного производства получила широкое распространение не только в нашей стране, но и во всем мире [3].

На территории нашей Белгородской области выращивают много сахарной свеклы для получения из нее пищевого сахара. Отходом данного производства является свекловичный жом. Данный вид отходов очень хорошо отходит для вторичной переработки и получения из него комбикормов для полноценного и сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных.

Процесс вторичной переработки является значимой ветвью в сфере производства. Особенно актуальна эта тема при получении продуктов из растений. Возьмем, к примеру, свекловичный жом. Он бывает в двух своих состояниях: в сыром виде и в высушенном. Это продукт уже переработанного продукта – сахара. Следовательно, сырье является практически не затратным при его получении. Так как это, своего рода, отход производства другого продукта. Но очень ценный отход, с большим содержанием микроэлементов, аминокислот и белков, так необходимых для производства сельскохозяйственных кормов.

Для обогащения комбикормов в него добавляют витамины, минералы, микроэлементы и макроэлементы. Кормление животных таким сбалансированным питанием является залогом нормального роста и развития животных в сельском хозяйстве. Комбикорм представляет собой однородную массу, которая уже полностью готова к использованию. Комбикорма выпускают в брикетах, гранулированном или рассыпном виде [4].

В этом процессе производства следует уделить большое внимание и срокам хранения данного продукта. Комбикорм – продукт натуральный, а значит и портится он достаточно быстро. Для того чтобы продлить сроки хранения такого продукта его надо высушить. Такой способ не только безопасный, но еще и полезный, он увеличивает кормовую ценность получаемого продукта. Комбикорм в высушенном состоянии становится более транспортабельным. Получается, процесс сушки не только полезен, но еще и удобен.

Важно не упустить и еще один момент в применении процесса сушки комбикорма – это сохранение его вкусовых качеств. Свекловичный жом имеет сладковатый вкус и при перемешивании его с комбикормом, комбикорм приобретает новые вкусовые свойства. Животным очень нравится такой комбикорм со сладковатым привкусом, и едят они его с большим удовольствием.

Так как на производство комбикорма из свекловичного жома процесс очень экономичный, такой вид кормления является преобладающим. Им заменяют большую часть овса и ячменя, на производство которых уходит значительно больше ресурсов. Польза от такого питания сохранится, а затраты в разы снизятся. Это значительный плюс в производстве комбикормов из свекловичного жома. Также в последнее время все чаще комбикорма из жома свеклы стали использовать в питании не только крупного рогатого скота, но и других сельскохозяйственных животных. И такое питание с каждым днем только растет в спросе.

В процессе переработке свекловичного жома выявили, что используя данный метод можно получать продукты со значительным содержанием белка, та-

кие как пектин или дрожжи [5].

Такое получение пектина очень экономично и приносит значительную прибыль. В нашей области пока пектин не производят, и его приходится импортировать из других стран. Получают пектин из отходов яблок и цитрусовых, из выжимок этих плодов. В нашей стране нет достаточного количества садов, где выращиваются яблоки и цитрусовые, следовательно, и сырья на данное производство не хватает. Важное значение имеет и климат, на территории нашей страны нет достаточных территорий для выращивания цитрусовых в нужных объемах для производства пектина [6, 7].

Пектин является очень полезным продуктом, он достаточно востребован на рынке и в пищевой промышленности, и поэтому очень важно настроить производство такого полезного продукта в нашей стране. Что если для производства пектина использовать свекловичный жом. Но для такого производства и оборудование должно соответствовать необходимым для данного процесса производства требованиям. А с оборудованием возникают определенные проблемы, которые предстоит решить в рамках диссертационной работы аспиранта.

Список литературы

1. Региональное кормопроизводство / В.Н. Наумкин, А.Н. Крюков, А.Г. Демидова и др. – СПб. : Лань, 2020. – 328 с.
2. Коломейченко, В.В. Кормопроизводство / В.В. Коломейченко. – СПб. : Лань, 2015. – 656 с.
3. Куликов А.В. Технология получения пищевого пектина из свекловичного жома / А.В. Куликов, К.В. Казаков // 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. 19.
4. Казаков К.В. Теоретические основы сушки свекловичного жома вторичным теплоносителем / К.В. Казаков, А.С. Колесников, А.Г. Минасян // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 4 (36). – С. 30–41.
5. Крамаренко А.С. Сушка свекловичного пектина / А.С. Крамаренко, К.В. Казаков // Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 28–29 марта 2019 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – С. 26.
6. Совершенствование технологии сушки свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников, В.В. Билько // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 4. – С. 43–44.
7. Лазаренко А.А. Технология получения пищевых волокон из свекловичного жома / А.А. Лазаренко, К.В. Казаков // 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. 20.

Колесников А.С., к.т.н., доцент, **Набоков А.В.**, аспирант
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ СНИЖЕНИЯ ДЕФИЦИТА КОРМОВОГО ЖИВОТНОГО БЕЛКА

Аннотация: в результате исследований рассмотрена возможность снижения дефицита кормового животного белка за счет увеличения объемов производства мясокостной муки.

Ключевые слова: мясокостная мука, комбикорм, мясокомбинат, утилизация.

Kolesnikov A.S., Ph.D., Associate Professor, **Nabokov A.V.**, graduate student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

PROSPECTS FOR REDUCING THE DEFICIENCY OF FEED ANIMAL PROTEIN

Abstract: as a result of research, the possibility of reducing the deficiency of animal feed protein by increasing the production volume of meat and bone meal was considered.

Key words: meat and bone meal, compound feed, meat processing plant, recycling.

Мясокостная мука – один из важнейших биологически активных продуктов, применяемых для подкормки животных, птиц, рыб и растений. Продукт востребован благодаря пищевой ценности, натуральному происхождению и простоте в использовании. Сырьём для производства мясокостной муки служат отходы боя и падежа сельскохозяйственных животных и птицы, непригодные для производства пищевой продукции для человека. Мука представляет собой сухой, рассыпчатый порошок от серого до коричневого цвета, с достаточно приятным ароматом [1].

Данный продукт имеет различные сферы применения, но основным является использование в качестве главного компонента комбикормов для всех видов сельскохозяйственных животных, птиц и рыб.

Общий годовой объём отходов животного происхождения в нашей стране по данным Росстата близок к 5 млн. т. В то же время дефицит пищевого белка составляет более 1 млн. т, кормового белка – 770 тыс. т [2].

Актуальность дополнительного расширения отрасли получения мясокостной муки продиктована следующими проблемами в сфере переработки отходов животного происхождения:

- нерациональная утилизация отходов производства мяса и мясных продуктов;
- несовершенство технологических операций при переработке сырья на мясокомбинатах;
- дефицит кормового животного белка в сельском хозяйстве.

Для решения поставленных проблем необходимо наращивать, модернизировать и открывать новые производственные мощности, которые должны быть тесно связаны с мясоперерабатывающей промышленностью.

Для производства мясокостной муки применяют различные технологические линии, среди которых можно выделить:

- К7-ФКЕ (Россия);
- В2-ФЖЛ (Россия);
- Centrimille компании Alfa-Laval (Швеция);
- StorkDuk (Голландия).

Наличие на рынке двух российских технологий и уход производителей зарубежной техники негативно сказывается на отрасли мясокостной муки. Однако, такая ситуация может стать благоприятным условием для роста количества и качества отечественных технологий и применяемого оборудования.

На одном уровне по востребованности продукции могут находиться специализированные заводы, сырьё на которые свозится за сотни километров, и относительно небольшие мясокомбинаты по переработке собственного сырья.

В данный момент, на территории Российской Федерации имеются следующие действующие заводы по производству мясокостной муки: вентсанутильзавод Орловский (Орловская область); компания «Протеин» (Московская область); Дубово-Уметский вентсанутильзавод (Самарская область), Советский ветсанутильзавод (Республика Марий Эл); «Сария Биоиндастриз Волга» (Республика Татарстан); компания «Абиогруп» (Вологодская область); ветсанутильзавод Кормиловский (Омская область); компания «Риалсиб» (Новосибирская область); компания «Премикс» (Краснодарский край); Кубанская экологическая компания (Краснодарский край) [3].

Как видно, из представленного списка всего два предприятия относятся к центральному федеральному округу. А поскольку Белгородская область относится к аграрным областям с высоким уровнем развития сельскохозяйственного животноводства и птицеводства, то для нашей области вопрос утилизации отходов переработки мяса животных и птицы является наиболее актуальным.

Наши отечественные производители пока не могут обеспечить потребности в муке для кормов. До последнего времени наблюдался рост производства в отрасли, но темпы его невысоки, поэтому часть муки закупалась за рубежом.

Мясокостная мука российского производства представлена на внутреннем рынке в размере 69,4% от его объёма, в основном это куриная и мясная мука. Импорт составляет 30,6% с преобладанием муки из КРС. На рынке мясокостной муки прогнозируется стабильный рост спроса на 2...3% из-за стабильного развития животноводства [4].

Производство мясокостной муки позволит не только снизить дефицит кормового белка в комбикормах, но и поспособствует снижению экономических рисков для предприятий по разведению сельскохозяйственных животных в случае непредвиденных обстоятельствах. В качестве аргумента в пользу создания новых производств можно привести, рассматривая последствия то и дело возникающих эпидемий африканской чумы свиней (АЧС). Во время вспышки АЧС многие хозяйства понесли огромные затраты на сжигание и захоронение мертвых животных. Лишь компания «Русском-Агро» вывезла свиней на вентсанутильзавод Кормиловский, где и проводилась глубокая термообработка. При температуре выше 70 градусов вирус погибает, поэтому мука получилась безопасная. В результате завод получил хороший продукт – качественную мясокостную муку и плату за услугу утилизации заражённого поголовья.

Вывод о необходимости перерабатывающих предприятий не обсуждается. Подобные производства необходимы в любых масштабах.

Оптимальный вариант, когда мини-заводы по переработке животных отходов располагаются в каждом сельском поселении. В этом вопросе много организацион-

ных сложностей, но с участием и заинтересованностью государства он вполне решаем [5].

Рынки сбыта готовой продукции постоянно требуют дополнительного объема, поскольку мясокостная мука широко используется как ингредиент корма для домашних питомцев – собак и кошек. С уходом зарубежных производителей такого продукта перед российскими производителями открывается громадное окно возможностей, которое потребует все большего количества качественной мясокостной муки.

До недавнего времени мясные холдинги рассматривают муку всего лишь как продукт утилизации ненужных им отходов. Поэтому переборкой сырья не занимаются, качество для них – вторично. Однако сейчас, появляется все больше продукции под брендами отечественных агрохолдингов, занимающихся переработкой мяса животных и птицы. Например, агрохолдинг «Мираторг» в 2019 году представил корм для домашних животных. Завод в Курской области выпускает корма от стандарт-сегмента до сегмента супер-премиум, используя только сырье собственного производства.

Несмотря на серьезные сложности, прорыв в качестве российской муки намечается. Уже работают инновационные технологии производства, разрабатываются нормативы продукции, совершенствуется отечественное оборудование.

Актуальность технологий переработки различных отходов животноводства и растениеводства раскрыта в большом количестве работ ученых из Белгородского государственного аграрного университета [6, 7].

Таким образом, можно сделать вывод, что получение мясокостной муки путем переработки отходов мясных заводов, агропромышленных холдингов по выращиванию животных и птицы позволит снизить дефицит кормового белка и повысит рентабельность предприятия, а также минимизирует убытки от возникновения непредвиденных ситуаций.

Список литературы

1. Хохрин С.Н. Кормопроизводство и кормление сельскохозяйственных животных: учебник для спо / С.Н. Хохрин, Ю.П. Савенко. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 300 с.
2. Федеральная служба государственной статистики: сайт. – Москва, 2023 – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 10.11.2023).
3. Мясокостная мука: технология производства из отходов, состав и применение: электронный журнал. – URL: <https://rcycle.net/othody/pishhevye/myasokostnaya-muka-tehnologiya-proizvodstva-iz-othodov-sostav-i-primeneniye>.
4. Инновационная технология производства мясокостной муки / О. Сороко, С. Протасов, А. Дементьев, А. Дук, О. Желткевич // Наука и инновации. – 2014.– №136. – С. 70–72.
5. Системы и оборудование для выращивания телят / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.В. Рыжков [и др.]. – Белгород : издательство Белгородской ГСХА, 2007. – 147 с.
6. Совершенствование технологии сушки свекловичного жома / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.С. Колесников, В.В. Билько // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 4. – С. 43–44.
7. Казаков К.В. Энергетический источник биогаза / К.В. Казаков, А.С. Колесников // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Междунар. научно-практич. конф., посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, Майский, 24 января 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, 2018. – С. 494–497.

Макаренко А.Н., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН АРМИРОВАНИЕМ

Аннотация: Одним из направлений решения проблемы повышения качества производимого крошения, во время обработки почвы, является применение дополнительных крошащих элементов, формируемых наплавкой из твердых износостойких покрытий.

Ключевые слова: обработка почвы, рабочий орган, крошащий элемент, предел прочности, тяговое сопротивление.

Makarenko A.N., Ph.D., Associate Professor
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Belgorod State
Agricultural University, Belgorod, Russia

FORMING THE SURFACE OF WORKING ORGANS OF SOIL TILLAGE MACHINES WITH REINFORCEMENT

Abstract: One of the ways to solve the problem of improving the quality of crumbling produced during soil cultivation is the use of additional crumbling elements formed by surfacing from hard wear-resistant coatings.

Keywords: tillage, working body, crumbling element, tensile strength, traction resistance.

Каким образом добиться деформации пласта, не изменяя полностью всю конструкцию рабочего органа? Это можно сделать путем применения дополнительных крошащих элементов. Простейший крошащий элемент может быть выполнен в виде валика определенного сечения на поверхности рабочего органа почвообрабатывающей машины, а нанести его можно, например, способом ручной электродуговой наплавки твердосплавным материалом, слабо подверженным абразивному износу. В зависимости от вида выполняемых рабочим органом операций схем нанесения может быть бесконечно много. Известны способы нанесения и вдоль режущей кромки лемехов плуга [1], вдоль режущей кромки крыльев культиваторной лапы [2, 3], точечного выполнения валиков на лапах рыхлителей [4]. При этом выполнение дополнительных крошащих элементов зачастую не только оказывает влияние на деформацию пласта, но и придает рабочему органу дополнительные свойства (повышение прочности, улучшение противоизносных свойств, облегчение конструкции или самоформирование рабочей поверхности в процессе работы) [5, 6].

Все перечисленное заслуживает определенного внимания и в определенных условиях может принести неплохой результат.

Рассмотрим способ получения дополнительных крошащих элементов, приведенный в монографии [7], согласно которого валик (элемент) выполняется вдоль режущей кромки рабочего органа типа культиваторная лапа, ручной электродуговой наплавкой твердосплавным электродом. Здесь определяются показатели долговечности, но ничего не говорится о прочностных характеристиках полученного дополнительного деформатора и не описано влияние его параметров на тяговое сопротивление рабочего органа.

Объектом исследования являлось покрытие, нанесенное способом ручной электродуговой наплавки наплавочными электродами марки Т590-0-НГ Г-П40 на материал рабочего органа, выполненного из стали марки Ст. 3. Перед наплавкой с поверхности детали были удалены продукты коррозии. Наплавку проводили электродами диаметром 4 мм при постоянном токе ($I=200$ А) обратной полярности. Горение дуги устойчивое, без затухания. Наплавляемый слой гладкий, без пор, раковин и следов разбрызгивания. Растекание хорошее. Адгезия наплавленного слоя с основным материалом хорошая. Отслаивания и непровара нет. Образцы готовили с одно- и последовательным двухслойным наплавлением. При однослойной наплавке толщина наплавленного слоя составила 3 мм, при двухслойной - 5,5 мм. Толщина основного металла 8 мм. Один электрод стандартной длины (≈ 460 мм) позволяет наплавить валик сечением 8×3 мм и длиной ≈ 920 мм.

При чрезмерном перегреве детали наплавляемый слой, ввиду повышенной плотности по сравнению с основным материалом, проникает в глубь последнего. При малой толщине детали, возможно, его появление на другой ее стороне. После наплавки охлаждение детали проводили на воздухе. При охлаждении на поверхности наплавленного слоя образуется незначительное количество термических усадочных трещин (≈ 1 на 100 мм наплавляемой поверхности). Микротвердость наплавленного слоя определяли с помощью микротвердомера ПМТ-3 при нагрузке 100 г на микрошлифе образца, вырезанного из наплавленной детали. На рисунке 1 представлено изменение микротвердости по глубине наплавленного слоя. Плавное снижение твердости в переходной зоне обеспечивает эластичное соединение подложки и наплавляемого металла, что препятствует отслаиванию и скалыванию покрытия. Установлено, что средняя микротвердость наплавленного слоя составляет при однослойной наплавке составляет 930 кг/мм² и 1231 кг/мм² – при двухслойной. Микротвердость основного материала Ст. 3 составляет 197 кг/мм². Таким образом, твердость режущей кромки рабочих органов почвообрабатывающих машин после наплавки возрастает в 4,7...6,2 раза. Твердость наплавленного слоя по Роквеллу составляет 51...55 HRC (Таблица 1).

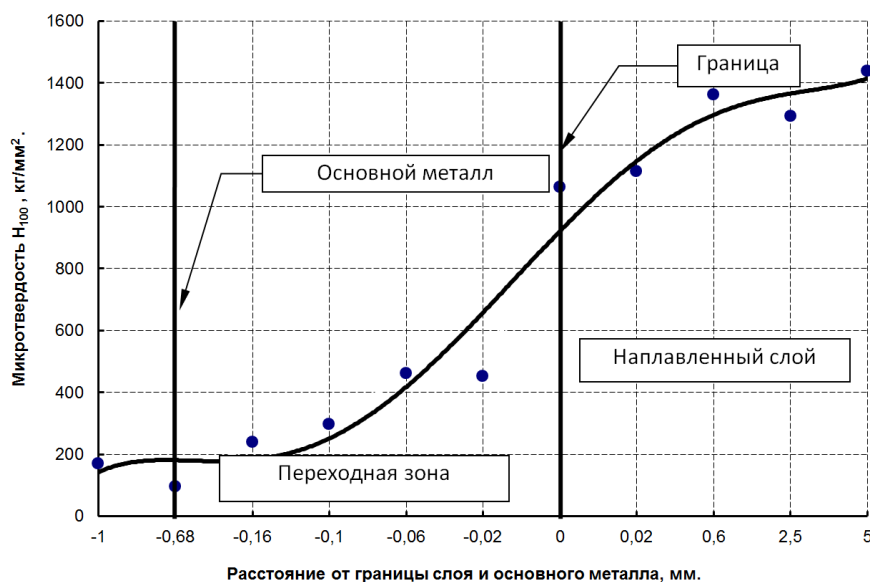


Рис. 1 – Изменение микротвердости по толщине наплавленного слоя

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов на твердость

№ образца	№ повторности	Твердость HRCэ	Описательная статистика	
1	1	51	Среднее	53.133
	2	52	Стандартная ошибка	0.322
	3	52	Медиана	53.0
2	1	54	Мода	53.0
	2	53	Стандартное отклонение	1.246
	3	53	Дисперсия выборки	1.552
3	1	55	Экцесс	-0.811
	2	52	Асимметричность	0.225
	3	53	Интервал	4.0
4	1	54	Минимум	51.0
	2	55	Максимум	55.0
	3	53	Сумма	797.0
5	1	53	Счет	15.0
	2	52	Наибольший(1)	55.0
	3	55	Наименьший(1)	51.0

Наплавку контрольных образцов производили в лаборатории сварки с применением режимов наплавки и наплавочных материалов установленных для получения износостойких покрытий. Ширина каждой пластины не менее 150 мм.

На основании выше сказанного можно сделать вывод, что использование метода крошащих элементов при проектировании поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин, является перспективным и заслуживает отдельного внимания.

Список литературы

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

2. Макаренко А.Н. Повышение долговечности лап культиватора КШУ-12-01 // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 4 (20). С. 3–11.
3. Макаренко А.Н., Мартынова И.В. Рабочий орган культиватора // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 1 (21). С. 39–53.
4. Мартынова И.В., Макаренко А.Н. К обоснованию формы культиваторной лапы с криволинейной поверхностью // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 10 января 2017 г.). – Ч. I. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 131–134.
5. Джабборов Н.И., Федькин Д.С. Основы оценки энергоэффективности технологических процессов и технических средств обработки почвы // Молочнохозяйственный вестник. 2014. № 4 (16). – С.76–83.
6. Джабборов Н.И., Федькин Д.С. Террадинамика почвообрабатывающих машин // Молодой ученый, № 11, 2015. – с. 311–315.
7. Бондарев А.В., Борозенцев В.И., Макаренко А.Н. и др. Повышение эффективности крошения почвы стрельчатой лапой и ее долговечности при формировании геометрии рабочей поверхности армирующей наплавкой: монография. Москва; Белгород : ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. – 149 с.

Мачкарин А.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ ЖИДКОГО НАВОЗА

Аннотация: в статье речь идет о системе утилизации жидкого навоза с наименьшими затратами при внутрипочвенном внесении его на поля.

Ключевые слова: навоз, удобрение, утилизация, внесение, почва.

Machkarin A.V., Ph.D, Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

LIQUID MANURE DISPOSAL SYSTEM

Abstract: the article deals with the system of utilization of liquid manure at the lowest cost with its intra-soil application to the fields.

Keywords: manure, fertilizer, utilization, application, soil.

В комплексной системе утилизации жидкого навоза наиболее затратным является внесение его на поля. Это связано с перемещением больших объемов отходов на значительные расстояния, необходимостью применения мощной техники, ограниченными интервалами времени, когда можно осуществлять внесение и т.д. Ощутимого снижения расходов можно достичь за счет предварительного разделения навоза на жидкую и твердую фракции [1].

Предварительное разделение навоза на фракции является основой любой экономически обоснованной технологии его утилизации. Главными ее преимуществами считаются сокращение периода выдерживания навоза с 12 до 6-9 месяцев, уменьшение объема лагун в 1,5-2 раза, снижение инвестиций, исключение заиливания лагун и уход от регулярного перемешивания отходов. При перекачке жидкой фракции навоза производительность шланговых систем (ШС) увеличивается на 30-40%, объем внесения возрастает до 300 м³/га, появляется возможность использовать для перекачки насосы без измельчителей, что обеспечивает значительное снижение прямых производственных затрат на внесение [2].

При разделении навоза питательные вещества перераспределяются между твердой и жидкой фракциями. В жидкой фракции остаются растворенные вещества, а также часть нерастворимых, содержащихся в мелких частицах, прошедших через ячейки сит сепараторов. Концентрация питательных веществ зависит от применяемого оборудования для разделения. Меньшая – в случае использования декантеров, а большая – шнековых сепараторов. Поскольку в жидкой фракции количество азота значительно меньше, чем в неразделенном навозе, появляется возможность увеличения ее внесения на 1 га. В связи с этим она в большем объеме вносится на ближних полях, а твердую фракцию после компостирования перевозят на дальние поля. А так как твердой фракции по объему

в 6-7 раз меньше, чем жидкого навоза, транспортные затраты существенно снижаются [3].

Внесение жидкой фракции на ближние поля обеспечивает уменьшение длины шланговых линий, повышает производительность системы перекачивания и уменьшает сроки внесения удобрений в почву.

Использование инжекторных аппликаторов для внесения навоза в почву имеет ряд преимуществ. Одним из основных преимуществ является улучшенное распределение питательных веществ, поскольку навоз помещается непосредственно в почву, где он становится более доступным для корней растений. Это может привести к более эффективному использованию питательных веществ и повышению урожайности. Кроме того, инжекторные аппликаторы помогают уменьшить запахи и стоки, связанные с поверхностным внесением навоза, а также минимизировать объем нарушения почвы и эрозии [4]. Шланговая система для внесения навоза в поля представлена на рисунке 1.



Рис. 1 – Шланговая система для внесения навоза в поля

Существует несколько типов инжекторных аппликаторов, включая дисковые, культиваторные инжекторы и глубокорыхлитель, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения.

Дисковые инжекторы являются наиболее распространенным типом и подходят для большинства почвенных условий.

Глубина внесения жидкого навоза на поля является важным моментом для обеспечения оптимального распределения питательных веществ, роста культур и защиты окружающей среды. Соответствующая глубина внесения зависит от нескольких факторов, включая тип почвы, вид культуры и содержание питательных веществ в навозе.

В целом, жидкий навоз следует вносить на глубину 10-15 сантиметров ниже поверхности почвы, чтобы обеспечить распределение питательных веществ в корневой зоне культуры. Такая глубина помогает минимизировать потери питательных веществ вследствие улетучивания стока и выщелачивания, одновременно уменьшая запах и потенциальное загрязнение поверхностных и грунто-

вых вод. Однако оптимальная глубина может варьироваться в зависимости от типа почвы, системы земледелия и содержания питательных веществ в навозе.

Если в навозе много питательных веществ, например, азота или фосфора, может потребоваться корректировка глубины внесения, чтобы предотвратить вымывание в грунтовые или поверхностные водные источники. В таких случаях можно использовать инъекционные аппликаторы для внесения навоза непосредственно в почву, что еще больше снижает вероятность потери питательных веществ.

Важно отметить, что на глубину внесения навоза также может влиять тип почвы и применяемые методы обработки. Например, более тяжелые почвы могут потребовать более глубокого внесения для обеспечения надлежащего распределения питательных веществ, в то время как легкие почвы могут выиграть от более мелкого внесения для предотвращения потери питательных веществ. Правильная глубина внесения жидкого навоза на поля имеет решающее значение для максимального усвоения питательных веществ культурами при минимизации возможности загрязнения окружающей среды. Для этого следует использовать соответствующее оборудование, чтобы обеспечить оптимальную глубину внесения для конкретных условий почвы и навоза [5].

В целом, внесение жидкого навоза в поля – полезная практика для оздоровления почвы, снижения зависимости от синтетических удобрений и защиты окружающей среды. Однако важно обеспечить ответственное и устойчивое применение этой практики, принимая во внимание состояние почвы и сельскохозяйственных культур, содержание питательных веществ в навозе и потенциальное воздействие на окружающую среду.

Список литературы

1. Технологии и средства механизации уборки, переработки и утилизации навоза / А.Н. Макаренко, С.А. Булавин, В.Н. Любин [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2013. – 334 с.
2. Системы и оборудование для выращивания телят / С.А. Булавин, К.В. Казаков, А.В. Рыжков [и др.]. – Белгород : издательство Белгородской ГСХА, 2007. – 147 с.
3. Булавин С.А. Обоснование формы лагуны для получения однородной массы жидких стоков / С.А. Булавин, А.В. Мачкарин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2. – С. 72–76.
4. Мачкарин А.В. Теоретические исследования вибросмешивания сыпучих кормов / А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 3 (23). – С. 43–55.
5. Алейник С.Н. Теоретические исследования процессов переработки и внутрипочвенного внесения жидкого навоза / С.Н. Алейник, А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 1 (25). – С. 9–28.

Мачкарин А.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ТРЕБОВАНИЯ К СЕЯЛКАМ NO-TILL

Аннотация: в статье речь идет о специализированных сеялках, способных работать в системе No-Till, а также о предъявляемых к ним требованиям и конструктивных особенностях.

Ключевые слова: система No-Till, сеялка, сошник, внесение, почва.

Machkarin A.V., Ph.D, Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

REQUIREMENTS FOR NO-TILL SEEDERS

Abstract: the article deals with specialized seeders capable of working in the No-Till system, as well as the requirements and design features imposed on them.

Keywords: No-Till system, seeder, coulter, application, soil.

В последнее десятилетие в России активно внедряется система, кардинально отличающаяся от традиционной вспашки полным отказом от любой обработки почвы. При этом поверхность почвы укрывается мульчей: специальными измельченными растительными остатками. Речь идет о технологии нулевой обработки почвы или No-Till [1].

Сегодня в России остро стоит вопрос о повышении продуктивности сельского хозяйства, о необходимости введения в оборот залежных и бросовых земель. На государственном уровне планируется введение до 12 млн га таких земель к 2030 году. Поэтому далее мы будем говорить о специализированных сеялках, способных работать в системе No-Till и вводить залежные поля. Ведь именно они способны наилучшим образом и минимальными усилиями решить эту, казалось бы, сложную и дорогостоящую задачу [2].

Таким образом, к сеялкам No-Till предъявляется два основных требования:

– качественное внесение посевного материала в твердую почву на заданную глубину и последующее его укрытие.

– минимальное повреждение почвы и воздействие на нее.

К второстепенным требованиям относятся:

– способность копировать неровности поля (муравейники, кротовые и мышиные норы и др.);

– ремонтпригодность и доступность узлов;

– энергопотребление сеялки.

Из этих требований видно, что сеялка No-Till должна обладать рядом важных характеристик (конструктивных особенностей), которые состоят в следующем [3].

1. Сеялка No-Till должна обладать большим весом по сравнению с сеялкой для традиционной системы земледелия. Это нужно для обеспечения качественного врезания сошников в почву, так легкая сеялка поднимется вверх не зависимо от мощности прижимного механизма и сошники не смогут положить посевной материал на требуемую глубину [4].

2. Наличие мощного прижимного механизма. Существуют также комбинированные прижимные механизмы гидроцилиндров и пружин. В таком механизме усилие на сошник создается пружинами, а их сжатие регулирует гидроцилиндр.

3. Механизм навески сошника. Как и сам сошник этот механизм должен быть прочнее, чем у традиционной сеялки. Конструктивно различают два основных вида такой навески. Первый вид, так называемый маятниковый. (рисунок 1).

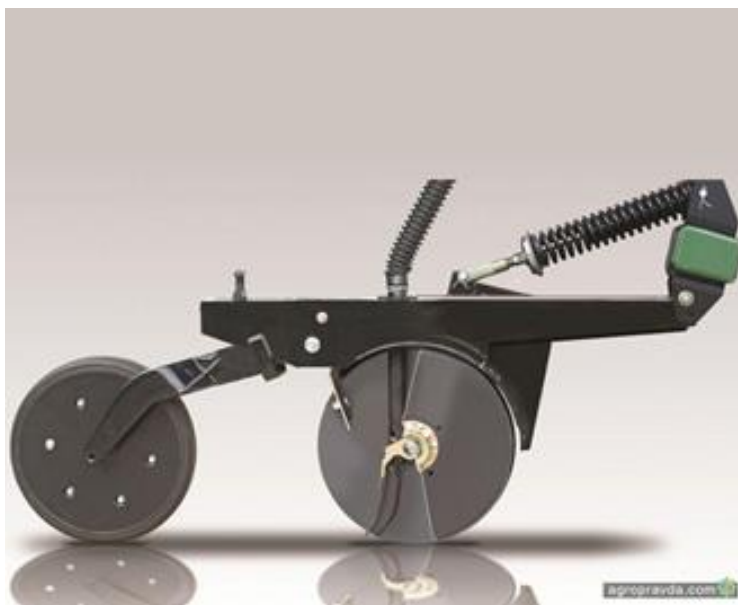


Рис. 1 – Маятниковая навеска

Он представляет из себя балку с одной осью вращения и установленной сверху давящей пружиной или гидроцилиндром. Достоинства этого вида состоят в простоте конструкции, легком ремонте и малом количестве расходных материалов. Сеялка с этим типом сошником хорошо копируют большие неровности полей, так как имеют большой рабочий ход. Недостатком является движение сошника по радиусу при копировании неровностей поля, что снижает точность расстановки семян. Чтобы уменьшить кривизну движения сошника его балку делают длинной, это приводит к увеличению габаритов сеялки. Второй тип - параллелограмм.

Параллелограммная конструкция сложнее и состоит из двух поперечных балок и четырех точек вращения, но она больше распространена. Это связано с его параллелограммным соединением. Преимущество которого заключается в том, что перемещение сошника при копировании почвы происходит вертикаль-

но – вверх-вниз, что в свою очередь повышает точность посева. Поэтому параллелограммную расстановку (рисунок 2) часто используют сеялки для пропашных культур, когда требуется расстановка посевного материала на равное расстояние между семенами. Анкерные сошники не могут нормально работать, если они работают на маятниковом креплении. Достоинствами является точность посева семян и малые габариты. К недостаткам относится сложность конструкции и ремонта из-за большого количества трущихся пар, также сравнительно малый рабочий ход при копировании поверхности [5].



Рис. 2 – Параллелограммная навеска

4. Наличие прикатывающих колес. Прикатывающие колеса очень важны так как они выполняют две функции засыпают борозду и уплотняют почву над семенами. Их существует несколько видов, а подбор зависит от типа почвы.

5. Сеялка должна иметь минимальное давление на почву. Это достигается путем увеличения ширины сеялки, а также увеличением давления в рабочих колесах.

6. Расходные материалы. Они должны быть доступны и иметь аналоги у других производителей. Это необходимо для того, чтобы можно было, ожидая оригинальную деталь, не теряя времени использовать сеялку. Например, каждая компания делает диски, которые используются в конкретной сеялке, что не совсем удобно при поиске запчастей. Также желательно, чтобы подшипники были распространенной модели.

7. Высокий клиренс. Клиренс особенно важен в транспортном положении. Когда сеялку перевозят между полями, то, чем клиренс выше, тем большей проходимостью обладает сеялка. Вместе с увеличением клиренса растут требования по прочности и надежности всей транспортной системы.

Таким образом, если сеялка соответствует изложенным выше требованиям, то она качественно произведет посев по технологии No-Till. Следует отметить, что процесс посева по No-Till -технологии принципиально отличается от посева

по традиционной технологии и многое зависит от мотивации и знаний механизатора.

Список литературы

1. Justification of constructive and technological parameters of vibrating seeding unit / A. Machkarin, A. Ryzhkov, O. Chehunov, A. Makarenko // Engineering for Rural Development : 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 130-135.

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

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

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

5. Ryzhkov A.V. Comparative analysis of soil discarding by spherical disks / A.V. Ryzhkov, A.V. Machkarin, K.V. Kazakov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 апреля 2021 года. – Michurinsk, 2021. – P. 012138.

Минасян А.Г., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЕГМЕНТА

Аннотация: приведены результаты оценки напряженно-деформированного состояния предложенного конструктивно-технологического решения применения предварительно напряженных сегментов для пресс-валковых измельчителей на основе теории сопротивления материалов.

Ключевые слова: пресс-валковый измельчитель, предварительно напряженный сегмент, напряжения, износостойкость.

Minasyan A.G., phd, associate professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE SEGMENT

Abstract: the results of the evaluation of the stress-strain state of the proposed structural and technological solution for the use of prestressed segments for press roll grinders based on the theory of material resistance are presented.

Keywords: press roller shredder, prestressed segment, stresses, wear resistance.

Сопоставительный системный анализ помольных агрегатов, применяемых в том числе в АПК показал, что наиболее актуальным направлением повышения их эффективности является реализация стадийности технологии с вынесением процесса тонкого измельчения материалов в пресс-валковых измельчителях (ПВИ), реализующих принцип объемно-сдвигового деформирования (ОСД) шихты [1]. Реализация перспективного направления возможна лишь при разработке конструктивно-технологических мероприятий, обеспечивающих снижение абразивного износа рабочих поверхностей сегментов ПВИ [2]. Анализ работоспособности предлагаемых технических решений проводят путем оценки напряженно-деформированного состояния элементов изделий с учетом условий их закрепления и нагружения [3, 4].

Одним из эффективных конструктивных решений по ПВИ является применение предварительно напряженных сегментов (ПНС) в измельчительных барабанах (рисунок 1) [5]. Применение разработанной конструкции ПВИ с ПНС позволит: интенсифицировать процесс измельчения за счет более развитой рабочей поверхности валков с повышенным коэффициентом трения; реализовать возможность измельчения шихты с широким диапазоном полифракционного состава; снизить износ поверхности валков за счет создания предварительного напряжения сжатия на поверхностных слоях выступающих и утопленных сегментов; повысить ремонтпригодность ПВИ за счет быстрого мон-

тажа и демонтажа элементов; обеспечить заданный уровень эксплуатационной надежности измельчителя за счет исключения самопроизвольной разборки элементов.

Напряженно-деформированное состояние сегментов (рисунок 2) можно представить как криволинейную балку с защемлением в средней части.

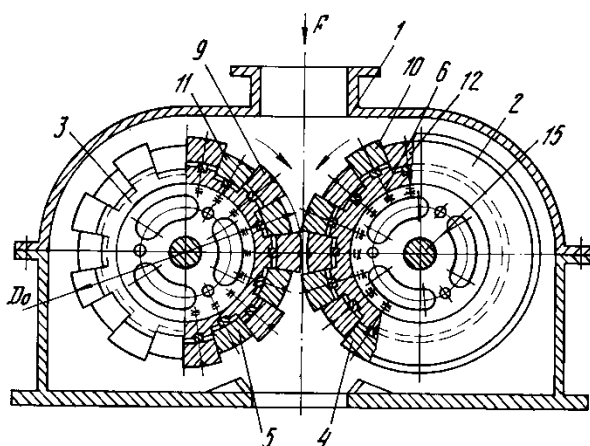


Рис. 1 – Схема ПВИ с ПНС

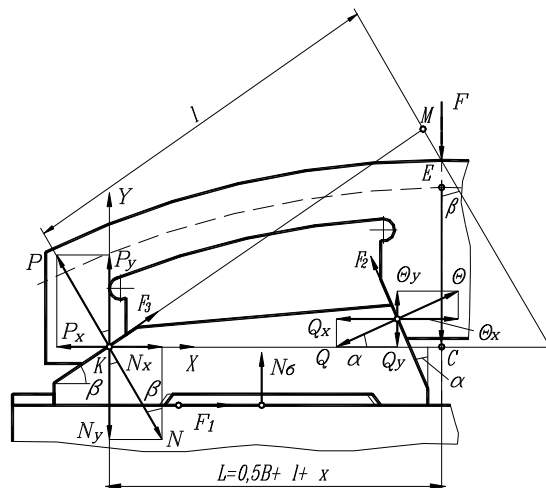


Рис. 2 – Расчетная схема сегмента

Усилие болтовой затяжки F вызывает появление следующих реакций: - со стороны клина θ , численно равное результирующему усилию Q ; - со стороны горизонтальной плоскости посадочного барабана – N_B и сил трения F_1 и F_2 .

Условия равновесия сил, действующих на среднюю часть сегмента, можно представить в виде

$$\begin{cases} \theta \cos \alpha - F_2 \sin \alpha + F_1 = 0 \\ \theta \sin \alpha + F_2 \cos \alpha - F + N_B = 0 \end{cases} \quad (1)$$

так как $F_1 = f_1 \cdot N_B$; $F_2 = f_2 \cdot \theta$, где f_1 и f_2 – коэффициенты трения скольжения, то уравнение (1) можно записать в виде

$$\begin{cases} \theta \cos \alpha - f_2 \theta \sin \alpha + f_1 N_B = 0 \\ \theta \sin \alpha + f_2 \theta \cos \alpha - F + N_B = 0 \end{cases}$$

Подставляя значение $N_B = F - \theta(\sin \alpha + f_2 \cos \alpha)$ из второго выражения в первое и полагая, что $f_1 = f_2 = f$ (при трении стали о сталь), получим

$$\theta = \frac{f \cdot F}{2f \cdot \sin \alpha - \cos \alpha (1 - f^2)} \quad (2)$$

Условия равновесия сил, действующих на краях сегмента, представляются в следующем виде

$$\begin{cases} N \sin \beta + F_3 \cos \beta + F_1 - Q_x = 0 \\ F_3 \sin \beta - N \cos \beta + N_3 = 0 \end{cases}$$

Выполняя определенные преобразования и решая систему уравнения, получим

$$N \sin \beta + f \cdot N \cos \beta + f \cdot N \cos \beta - f \cdot N \sin \beta = Q \cos \alpha,$$

откуда

$$N = \frac{Q \cdot \cos \alpha}{2f \cdot \cos \beta + \sin \beta(1 - f^2)}. \quad (3)$$

Полагая, что $Q=\theta$, а $N=P_\Sigma$, и подставляя значение (2) в (3), получим

$$P_\Sigma = N = \frac{f \cdot F \cdot \cos \alpha}{[2f \cdot \cos \beta + \sin \beta(1 - f^2)] \cdot [2 \sin \alpha - \cos \alpha(1 - f^2)]}. \quad (4)$$

Для определения условий работы ПНС произведем проверочный расчет напряженного состояния сегмента.

Изгибающий момент, действующий в опасном сечении, равен

$$M_{изг} = P_\Sigma \cdot \ell = \frac{\ell \cdot f \cdot F \cos \alpha}{K}, \quad (5)$$

где $K = [2f \cdot \cos \beta + \sin \beta(1 - f^2)] \cdot [2 \sin \alpha - \cos \alpha(1 - f^2)]$.

Значение ℓ находим при рассмотрении подобных треугольников ΔKMN и ΔECN

$$\ell = (L + \delta \cdot \operatorname{tg} \beta) \cos \beta.$$

Тогда выражение (5), примет вид

$$M_{изг} = \frac{(L + \delta \cdot \operatorname{tg} \beta) \cos \beta \cdot fF \cos \alpha}{K}, \quad (6)$$

где $L=0,5 B + \Delta \ell + \Delta X$ — геометрический размер (рисунок 3), $\Delta \ell = \frac{d \cdot \cos \beta}{2 \cos \beta_x}$; а

значение ΔX находим из расчета геометрического профиля ПНС, угол

$$\beta_x = \arccos \frac{B}{2R} - \beta.$$

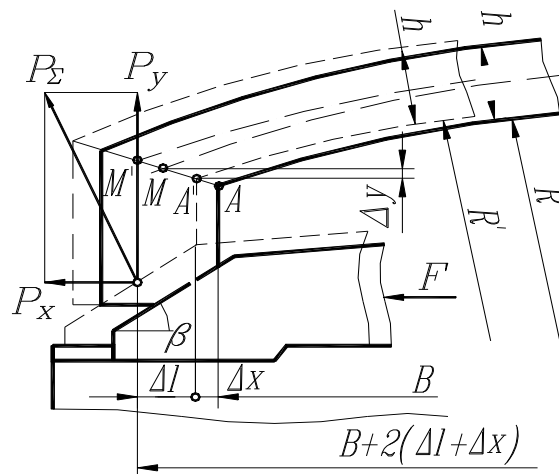


Рис. 3 – Расчетная схема сегмента с посадочным барабаном

Под воздействием поперечной силы P_y в сегменте возникают касательные напряжения τ

$$\tau = \frac{P_y \cdot S_z}{J_z \cdot b}, \quad (7)$$

где S_z — статический момент площади сечения A сегмента относительно оси Z , м^3 , определяемый по формулам:

$$S_Z = \int_A y dA, \quad S_Z = \sum_{i=1}^n A_i y_i.$$

Осевой момент инерции сечения сегмента определяем по формулам:

$$J_z = \int_S y^2 dA, \quad J_z = \sum_{i=1}^n A_i y_i^2.$$

Нормальные напряжения от продольной составляющей P_x равны

$$\sigma_x = \frac{P_x}{A}, \dots\dots\dots(8)$$

а от действия изгибающего момента $M_{изг}$ составляют

$$\sigma = \frac{M_{изг} \cdot y}{S_{H.C.} \cdot \rho}, \dots\dots\dots(9)$$

где y – расстояние от рассматриваемого до нейтрального слоя, м; $S_{H.C.}$ – статический момент площади поперечного сечения относительно нейтральной оси, м³; ρ – радиус кривизны рассматриваемого слоя, м.

Для наружного слоя сегмента нормальные напряжения σ от действия $M_{изг}$ с учетом выражений (8) и (9) определяются формулой

$$\sigma_n = \frac{M_{изг} \cdot y_n}{S_{H.C.} \cdot R_n}, \dots\dots\dots(10)$$

и для внутреннего слоя сегмента

$$\sigma_{вн} = \frac{M_{изг} \cdot y_{вн}}{S_{H.C.} \cdot R_{вн}} \dots\dots\dots 1)$$

Суммарные нормальные напряжения от действия нормальной силы P_x и изгибающего момента $M_{изг}$:

– для наружного слоя $\sigma_{\Sigma n} = \sigma + \sigma_n, \dots\dots\dots(12)$

– для внутреннего слоя $\sigma_{\Sigma вн} = \sigma_{вн} - \sigma \dots\dots\dots(13)$

Анализируя напряженно-деформированное состояние сегмента, отмечаем, что в его поперечных сечениях возникает поперечный изгиб, поэтому при оценке прочности необходимо вычислить эквивалентные нормальные напряжения по третьей теории прочности с учетом уравнений (8), (10), (11) и максимального значения по уравнениям (12) и (13) на основании формул

$$\sigma_{экв} = \sqrt{\sigma_{\Sigma}^2 + 4\tau^2}, \quad (14)$$

$$\sigma_{экв}^{max} \leq \sigma_{adm}. \quad (15)$$

Рассмотрим расчет силовых факторов, составляющих напряжений и оценку напряженного состояния ПНС для ПВИ со следующими характеристиками: $D_{cp} \times B = 0,475 \times 0,25$ м; $\delta = 6,25 \cdot 10^{-3}$ м; $d = 13,5 \cdot 10^{-3}$ м; $b = 40 \cdot 10^{-3}$ м; $\beta = 30^\circ$; $\alpha = 30^\circ$; $f = 0,12$; $F = 10$ кН, а результаты расчетов сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты оценки напряженного состояния

Силовые факторы	Обозначение	P_x , кН	P_y , Н	P_{Σ} , Н	$M_{изг}$, Нм
		Значение	5,06	8,76	10,1
Геометрические характеристики	Обозначение	$b \times h$, мм	A , м ²	S_z , м ³	I_z , м ⁴
		Значение	$40 \times 13,5$	$0,54 \cdot 10^{-3}$	$0,911 \cdot 10^{-6}$

Составляющие напряжений	Обозначение	σ_x , МПа	τ , МПа	σ_n , МПа	$\sigma_{вн}$, МПа
	Значение	9,36	0,798	-7,02	7,10
Суммарные напряжения	Обозначение	$\sigma_{\Sigma n}$, МПа		$\sigma_{\Sigma вн}$, МПа	
	Значение	2,34		16,5	
Эквивалентные напряжения	Обозначение	$\sigma_{\text{ЭКВ}(\Sigma n)}$, МПа		$\sigma_{\text{ЭКВ}(\Sigma вн)}$, МПа	
	Значение	2,83		16,6	

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1) оценка напряженно-деформированного состояния ПНС в ПВИ показывает наличие в поверхностных слоях рабочих поверхностей сегмента постоянно действующих сжимающих напряжений, величина которых составляет около 3% от допускаемых значений для материала, при этом прочность ПНС не снижается;

2) наличие сжимающих напряжений в поверхностных слоях рабочих поверхностей ПНС, создает условия для борьбы с адсорбционной и коррозионной усталостью материала валков, тем самым повышая их износостойкость;

3) перспективы обеспечения работоспособности ПВИ возможны путем разработки конструкционных, технологических и эксплуатационных мероприятий в отношении рабочих поверхностей сегментов барабанов должны быть направлены, в первую очередь, на повышение их износостойкости.

Список литературы

1. Севостьянов В.С. Совершенствование техники предварительного измельчения клинкера в валковых прессах / В.С. Севостьянов, В.З. Пирочкин, А.О. Лебедев и др. // Труды ВНИИЦеммаш. – Тольятти, 1988. № 31. – С. 18–26.

2. Севостьянов В.С. Расчет условий самофутеровки конических валков пресс-валкового измельчителя / Севостьянов В.С., Калашников А.Т., Минасян А.Г. / Машины и комплексы для новых экологически чистых производств строительных материалов. – Белгород : БТИСМ, 1994. – С. 14–21.

3. Розин А.Я. Определение напряженного состояния и прочности монтажных соединений тонколистовых конструкций при изменении последовательности сборки и сварки / А.Я. Розин, В.А. Шатилов, В.В. Логунов // Технология машиностроения. – 2012. – № 7. – С. 33–36.

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

5. Пат. № 2085287. Россия. Пресс-валковый измельчитель / В.С. Севостьянов, А.Г. Минасян и др; Оpubл. в БИ, 1997, № 21.

Немцев И.С., аспирант
ФГБОУ ВО СПбГАУ, г. СПб, Пушкин, Россия
Теплинский О.И., аспирант
АОУ ВО ЛО «ГИЭФПТ», г. Гатчина, Ленинградская обл., Россия

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАШИН ХИМИЗАЦИИ ПУТЕМ ЦИФРОВОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИХ ДОЗИРУЮЩИХ СИСТЕМ

Аннотация: интенсивное использование удобрений и пестицидов в современных технологиях производства продукции растениеводства определяют высокие требования по достижению точности и безопасности функционирования машин химизации. В результате анализа технологического процесса машин химизации было разработано универсальное цифровое устройство контроля и управления дозирующей системы. Алгоритм его работы позволяет повысить качество выполнения требуемых технологических операций и уменьшить расход химических средств, снижая риск химического загрязнения агроландшафтов.

Ключевые слова: машина химизации, дозирующая система, универсальный цифровой дозатор, допусковый контроль качества.

Nemtsev I.S., postgraduate
FGBOU VO SPbGAU, St. Petersburg, Pushkin, Russia
Teplinsky O.I., postgraduate
AOU VO "GIEFPT", Gatchina, Leningrad Oblast, Russia

IMPROVING THE FUNCTIONING QUALITY OF CHEMICALISATION MACHINES THROUGH DIGITAL MONITORING AND CONTROL OF THEIR DOSING SYSTEMS

Abstract: intensive use of fertilisers and pesticides in modern crop production technologies determine high requirements for achieving accuracy and safety of chemicalisation machines functioning. As a result of analysis of the technological process of chemicalisation machines, a universal digital device for monitoring and control of the metering system was developed. The algorithm of its operation allows to increase the quality of performance of required technological operations and reduce the consumption of chemical agents, reducing the risk of chemical pollution of agrolandscapes.

Key words: chemicalisation machine, dosing system, universal digital doser, tolerance quality control.

Современные интенсивные технологии производства продукции растениеводства предполагают при выполнении агрохимических и фитосанитарных работ применение различных химических средств в виде удобрений и пестицидов путём их внесения в почву или распределения по ее поверхности с помощью машин химизации. Технологический регламент выполнения данных работ определяет каче-

ственные параметры машиноиспользования и комплекс мероприятий по достижению точности и безопасности функционирования машин химизации в соответствии с заданными агротехническими требованиями допусками [1, 2] и нормативами техногенной безопасности [3].

Машины химизации являются сложными динамическими системами, работающими в условиях непрерывно изменяющихся, случайных внешних возмущений [4]. Поэтому выполнение предписанных требований может быть достигнуто только при высокой технологической надежности функционирования дозирующих и распределительных систем машин химизации [5, 6].

Важной задачей повышения качества рабочих процессов этих машин является создание интеллектуальных дозирующих устройств машин химизации на основе использования глобальных навигационных и геоинформационных систем, позволяющих обеспечить дифференцированное применение средств химизации [7]. Важным этапом разработки таких устройств является выбор и обоснование наиболее достоверного информативного показателя качества их функционирования.

С этой целью построим модель функционирования дозирующей системы. Несмотря на некоторые различия в выполнении технологических операций: поверхностного и внутрипочвенного внесения минеральных, органических удобрений и пестицидов) модель их функционирования может быть представлена в обобщенном виде, блок-схема которой показана на рисунке 1.

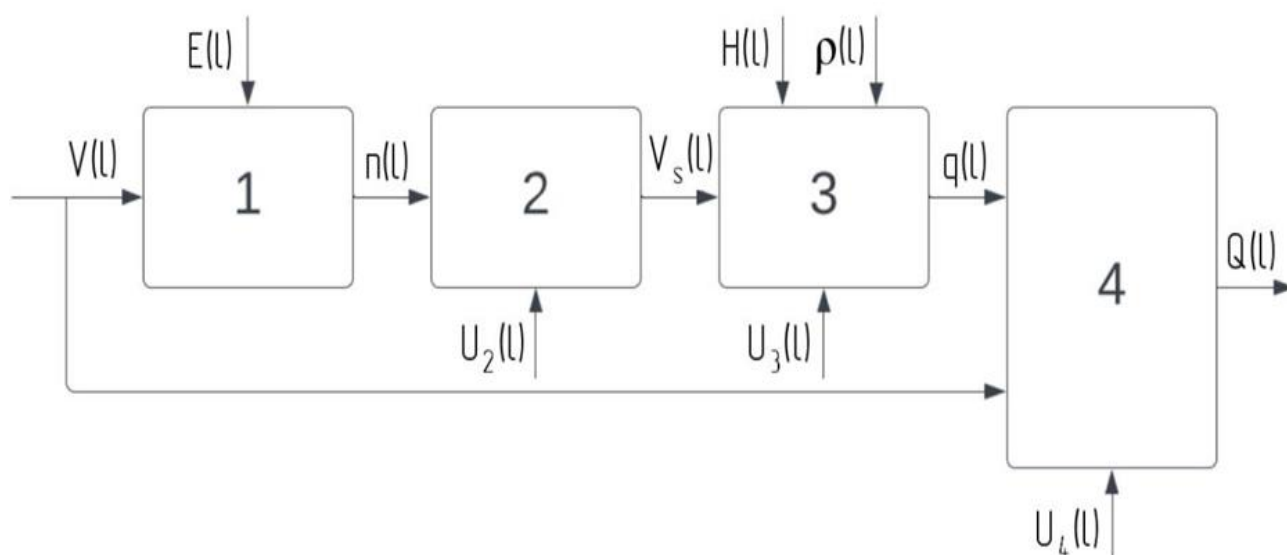


Рис. 1 – Обобщенная модель функционирования дозирующей системы машин химизации

Приводной механизм 1 преобразует случайных процесс скорости агрегата $V(l)$ в частоту вращения приводного вала $n(l)$. Возмущение $E(l)$, поступающее на элемент 1, формируется в зависимости от типа приводного механизма. При синхронном приводе $E(l)$ формируется вследствие скольжения опорно-приводных колес, при асинхронном – буксования. Элемент 2 является передаточным механизмом, преобразующим частоту вращения приводного вала $n(l)$ в скорость механизма $V_s(l)$, подающего препарат к дозатору 3. Выходным случайным процессом дозатора 3 является удельный расход препарата $q(l)$. Внешними воздействиями на дозатор 3 приняты уровень рабочего материала в бункере или баке машины $H(l)$ и

его объемная масса $\rho(l)$. При перемещении по полю машина химизации с помощью элемента 4 выполняет внесение поступающего от дозатора 3 препарата по ширине захвата. Выходным процессом элемента 4 является фактический расход препарата на гектар $Q(l)$. Настроечными параметрами являются воздействие U_1, U_2, U_3 , действующие соответственно на элементы 2, 3 и 4, и представляющие собой установочные значения передаточного механизма, дозатора и распределительного звена, соответствующие заданной норме расхода препарата Q_3 . Таким образом, информативным показателем для контроля процессов функционирования дозирующих систем машин химизации принят удельный расход препарата $q(l)$.

Проведенные исследования показали, что сложные условия функционирования машин химизации вызывают высокую зашумленность измерительных каналов [8]. Несмотря на это во многих существующих программно-аппаратных комплексах контроля дозирующих систем используются мгновенные оценки удельного расхода $q(l)$ для генерации управляющих воздействий. Это приводит к значительному снижению точности дозирования используемых препаратов.

Повышение точности оценки контролируемого процесса $q(l)$ может достигаться путем применения универсального цифрового устройства для контроля дозирующих систем машин химизации, разработанного в СПбГАУ [9]. Оно позволяет минимизировать влияние случайных, в вероятностно-статистическом смысле, явлений, протекающих внутри контрольно-измерительной аппаратуры, а также обеспечивает возможность дифференцированного внесения препаратов в зависимости от внутрипольной вариативности.

Универсальное цифровое устройство включает цифровой блок управления, взаимодействующий с бортовым компьютером трактора по протоколу ISOBUS. К бортовому компьютеру трактора подключены приемник GPS-ГЛОНАСС сигнала и модуль загрузки цифровых карт-заданий или онлайн сенсоры [10]. Со входом цифрового блока управления соединён датчик-расходомер, а с выходом – устройство управления дозатором, являющееся исполнительным механизмом для настройки и корректировки работы дозатора.

Движение машины химизации по полю сопровождается измерением мгновенной скорости агрегата посредством GPS-ГЛОНАСС приемника и датчика-расходомера за отрезок пути, соответствующий шагу контроля, и дальнейшей обработкой полученного мгновенного значения удельного расхода препарата процесса $q(l)$ по алгоритму скользящего среднего [11].

На основании значений усредненной величины расхода препарата q_c , мгновенной скорости агрегата, рабочей ширины захвата машины химизации цифровой блок управления вычисляет фактический расход препарата на гектар Q_Φ .

После чего цифровой блок управления сравнивает фактический расход препарата на гектар Q_Φ с допустимыми значениями. В случае выхода контролируемого параметра Q_Φ за пределы принятого допуска устройство управления дозатором выполняет поднастройку дозатора. Тем самым выполняется режим допускового контроля работы дозатора.

Применение предлагаемого устройства контроля дозирующей системы машин химизации с разработанным алгоритмом функционирования позволяет повы-

сить качество выполнения требуемых технологических операций и уменьшить расход химических средств, снижая риск химического загрязнения агроландшафтов.

Список литературы

1. Федоренко В.Ф. Повышение эффективности использования машинно-тракторного парка в современных условиях / В.Ф. Федоренко, А.А. Ежевский и др. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех». – 2015. – 336 с.
2. Алдошин Н.В. Инженерно-техническое обеспечение качества механизированных работ / Н.В. Алдошин, Р.Н. Дидманидзе. – М. : РГАУ-МСХА. – 2015. – 188 с.
3. Баранов Ю.Н. Теория и практика охраны труда в АПК / Ю.Н. Баранов, П.А. Пантюхин и др. – СПб. – 2015. – 744 с.
4. Лурье А.Б. Сельскохозяйственные машины / А.Б. Лурье, В.Г. Еникеев и др. – СПб. : СПбГАУ – 1998. – 368 с.
5. Калинин А.Б. Совершенствование методов мониторинга качества работы дозирующих систем машин химизации / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский и др. // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 6. – С. 94–98.
6. Смелик В.А. Выбор и обоснование метода оперативной оценки глубины заделки в почву удобрений и пестицидов в автоматизированной системе управления качеством и экологической безопасностью технологических процессов применения средств химизации / В.А. Смелик, О.Н. Первухина и др. // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сб. по матер. конф. – СПб. – СПбГАУ. – 2015. – С. 587–590.
7. Ружьев В.А. Эксплуатация транспортно-технологических комплексов в информационно-навигационных системах управления точными агротехнологиями / В.А. Ружьев, В.А. Смелик и др. // Технологии и средства механизации сельского хозяйства: сб. по матер. конф. – СПб. – СПбГАУ. – 2013. – С. 77–80.
8. Теплинский И.З. Контроль и управление мобильными машинами химизации/ Сельский механизатор. – 2004. – № 11. – С. 6–8.
9. Немцев И.С., Теплинский О.И. Универсальное цифровое устройство контроля дозирующих систем машин химизации // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сб. по матер. конф. – СПб. – 2022. – С. 208–211.
10. Патент на полезную модель № 207495 U1 РФ, МПК А01В 49/00, А01М 17/00, А01М 21/04. Устройство для обработки и обеззараживания почвы при формировании профилированной поверхности поля : № 2021117975 : заявл. 18.06.2021: опубл. 29.10.2021 / А.Б. Калинин, И.З. Теплинский и др.
11. Смелик В.А., Теплинский И.З. и др. Методология оперативной оценки состояния технологической системы при выполнении работ по химизации в сельскохозяйственной производственной среде // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 40. – С. 274–280.

Пастухов А.Г., д.т.н., профессор, **Бахарев Д.Н.**, д.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

МОДЕЛЬ САМОРАЗГРУЖАЮЩЕГОСЯ ВЕНТИЛИРУЕМОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ПОЧАТКОВ СЕМЕННОЙ КУКУРУЗЫ

Аннотация. Предложена конструкция саморазгружающегося вентилируемого контейнера для початков кукурузы, обеспечивающая минимизацию потерь зерна от несвоевременного вышелушивания и дробления при перемещении початков в пределах семенного завода.

Ключевые слова: саморазгружающийся вентилируемый контейнер, початки кукурузы, зерно, дробление.

Pastukhov A.G., DSc (Eng), professor,
Bakharev D.N., DSc (Eng), associate professor
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

MODEL OF SELF-UNLOADING VENTILATED CONTAINER FOR SEED CORN COBS

Abstract. The design of a self-unloading ventilated container for corn cobs is proposed, which minimizes grain losses from untimely exfoliation and crushing when moving the cobs within the seed plant.

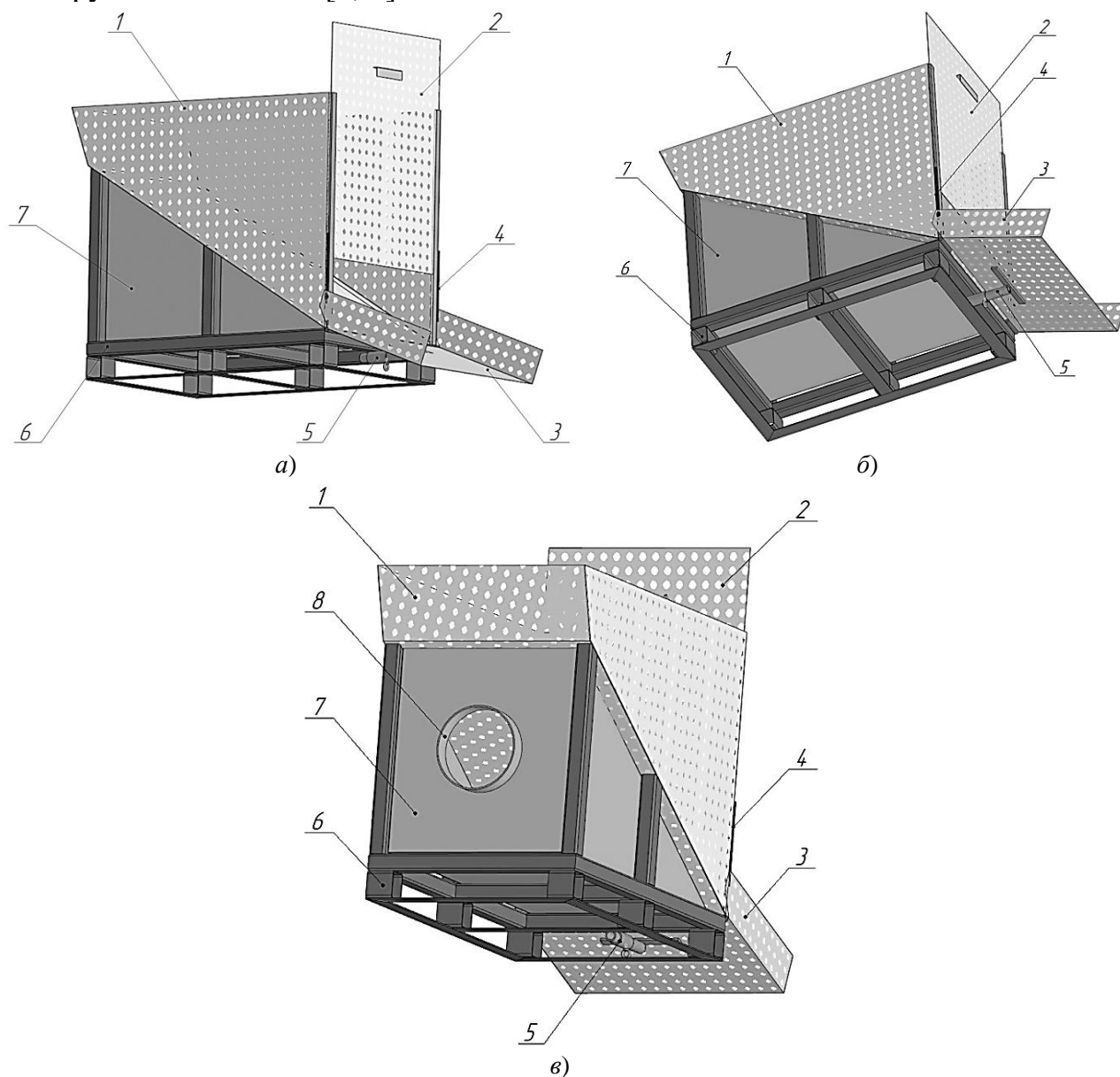
Keywords: Self-unloading ventilated container, corn cobs, grain, crushing.

Минимизации потерь зерна от несвоевременного вышелушивания и дробления при перемещении початков в пределах семенного завода — важный технический результат правильной организации производственного процесса, который состоит из следующих этапов [1-6]:

- приемка, взвешивание и щадящая механизированная разгрузка неочищенных (в листовой обертке) початков семенной кукурузы;
- кратковременное хранение початков в листовой обертке в сухих вентилируемых хранилищах (сапетках);
- механизированная подача початков в цех снятия листовой обертки и сортировки;
- снятие листовых оберток и сортировка початков;
- загрузка качественно очищенных початков в защитные вентилируемые контейнеры (начало контейнерного этапа перемещения початков посредством вилочного погрузчика);
- сушка початков до влажности 12...15% в защитных вентилируемых контейнерах;

- транспортировка защитных вентилируемых контейнеров с початками кондиционной влажности на обмолот;
- обмолот початков кукурузы с подачей в молотилку из контейнеров;
- сепарация обмолоченного семенного зерна;
- инкрустация семенного зерна;
- загрузка готового к посеву семенного зерна в Big-bag.

Из вышеизложенного следует, что для эффективного перемещения и сушки початков кукурузы рационально применять саморазгружающиеся вентилируемые контейнеры. В рамках данной публикации предлагается описание усовершенствованного контейнера для этих целей (рисунок 1). Рациональные размерные характеристики контейнера представлены в таблице 1 и описаны в рецензируемых изданиях [7, 8].



a – вид спереди; *б* – вид снизу; *в* – вид сзади;

1 – корпус; 2 – передняя стенка; 3 – откидной лоток; 4 – магниты; 5 – регулируемый упор; 6 – рама; 7 – воздуховод; 8 – обечайка

Рис. 1 – Модель саморазгружающегося вентилируемого контейнера для початков кукурузы

Таблица 1 – Конструктивные параметры саморазгружающегося вентилируемого контейнера для початков кукурузы [9-11]

Наименование конструктивного параметра	Значения	Примечание
Максимальная ширина контейнера, м	0,8...1,0	По аналогии с размерами поддонов для самоходного вилочного погрузчика малой грузоподъемности
Максимальная длина контейнера, м	1,2...1,8	
Максимальная высота контейнера, м	0,8...1,0	В соответствии с необходимостью обеспечения эффективного прохода теплоносителя в порах насыпи при сушке початков в защитных контейнерах
Угол наклона задней стенки контейнера, град	10...20	Для обеспечения постоянного напряжения сдвига слоёв
Угол наклона днища контейнера, град	27...35	Угол наклона днища должен быть не менее угла естественного откоса початков кукурузы
Диаметр отверстий в стенках и днище контейнера для прохода теплоносителя, мм	3,5...5,0	Диаметр отверстий в стенках и днище контейнера должен быть меньше условного диаметра зерна кукурузы (7 мм)
Объем контейнера, м ³	0,22...1,30	Для обеспечения качественного прохода теплоносителя через массу початков, находящихся в контейнере

Как видно из вышеприведенного рисунка 1, конструкция саморазгружающегося вентилируемого контейнера для початков семенной кукурузы состоит из корпуса 1, который образован боковыми, задней, передней стенками и дном. При этом дно и стенки изготовлены из прочных перфорированных воздухопроницаемых листов. Дно соединено со стенками под углом, превышающим угол естественного откоса початков кукурузы, а переднюю стенку 2 корпуса можно вертикально перемещать и при этом регулировать высоту выгрузного окна. Перед выгрузным окном при помощи шарниров установлен откидной лоток 3, который в процессе перемещения контейнера фиксируют магнитами 4 в вертикальном положении, а при разгрузке контейнера фиксируют в наклонном положении посредством регулируемого упора 5. Регулируемый упор 5 позволяет устанавливать откидной лоток 3 в такое положение, при котором происходит плавный безударный выход початков самотеком через выгрузное окно контейнера. Рама контейнера 6 в основании выполнена в виде поддона, что позволяет его эффективно перемещать посредством вилочного погрузчика. Под наклонным дном корпуса 1 устанавливают воздухопровод 7, при помощи которого воздух или теплоноситель через перфорации в дне равномерно подают в массу почат-

ков, загруженных в контейнер. В задней стенке воздуховода 7 делают отверстие, в которое подают воздух или теплоноситель. Отверстие ограничивают обечайкой 8, при помощи которой воздуховод 7 соединяют с вентилятором или сушилкой.

Посредством конструктивных особенностей предложенного саморазгружающегося вентилируемого контейнера для початков семенной кукурузы обеспечивают условия транспортировки и сушки початков без их многократного пересыпания, а при разгрузке обеспечивают плавное и безударное истечение початков из контейнера, чем минимизируют потери зерна от несвоевременного вышелушивания, дробления и его повреждения.

Список литературы

1. Петунина И.А. Обмолот початков кукурузы : монография. Краснодар : КубГАУ, 2006. 200 с.
2. Петунина И.А. Очистка початков кукурузы : монография. Краснодар : КубГАУ, 2005. 248 с.
3. Голик М.Г. Хранение и обработка початков и зерна кукурузы: монография. М. : Колос, 1968. 337 с.
4. Курасов В.С., Куцеев В.В., Самурганов Е.Е. Механизация работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы: монография. Краснодар : КубГАУ, 2013. 151 с.
5. Жалнин Э.В. Методологические аспекты механизации производства зерна в России: научное издание. М. : Полиграф сервис, 2012. 368 с.
6. Оробинский В.И., Подорванов Д.А., Кондобарова Е.А., Завражнов А.И. Влияние протяженности технологической линии и травмирования зерна на ее технико-экономические показатели // В сборнике: Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе. Материалы международной научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 131–136.
7. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Молотильно-сепарирующее устройство для первичного семеноводства кукурузы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14. № 1. С. 34–39.
8. Бахарев Д.Н., Пастухов А.Г., Вольвак С.Ф., Бурнукин А.Е. Научные основы совершенствования технологии поточной обработки кукурузы в початках: монография. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. 188 с.
9. Степанов К.А. Обоснование параметров контейнеризации процессов уборки, переработки и хранения семян на III и IV этапах селекции и первичного семеноводства на примере ФГБНУ Рязанский НИИСХ // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2018. № 9. С. 15–20.
10. Крюков М.Л., Пышкин В.К., Чулков А.С., Власова С.В., Иванов М.В., Степанов К.А. Контейнерная поточно-транспортная технология подготовки селекционного зерна // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 6. С. 20–24.
11. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Черников Р.В. Пневматическая система дифференцированного обмолота кукурузы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13, № 4. С. 42–47.

Рыжков А.В., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород

ПРИКАТЫВАЮЩИЙ КАТОК КУЛЬТИВАТОРА

Аннотация: повышение качества технологического процесса прикатывания почвы при снижении издержек есть важная задача. Прутково-прикатывающий каток для стерневого культиватора позволяет лучше осуществлять контроль глубины работы, выполнять прикатывание, измельчать комья почвы и производить частичную сепарацию нитевидных отростков сорняков и растительных остатков на дневную поверхность поля.

Ключевые слова: культиватор, прутково-прикатывающий каток, обработка почвы, обратное уплотнение.

Ryzhkov A.V., Ph.D., Associate Professor
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

THE ROLLING ROLLER OF THE CULTIVATOR

Abstract: improving the quality of the technological process of rolling the soil while reducing costs is an important task. A rod-rolling roller for a stubble cultivator makes it possible to better control the depth of work, perform rolling, grind clods of soil and partially separate filamentous shoots of weeds and plant residues on the day surface of the field.

Keywords: cultivator, rod-rolling roller, tillage, reverse compaction.

Во время выполнения обработки почвы агрегаты производят рыхление, интенсивное крошение почвы, из-за чего в обработанной почве сильно увеличивается количество пор. В результате обработки нарушается сложение верхнего горизонта, характерное для естественного состояния и нарушаются внутрпочвенные капилляры, обработанная почва насыщается воздухом, происходит быстрое нагревание. Поэтому многие машиностроители-производители почвообрабатывающих машин для условий проведения поверхностной обработки почвы, да и не только поверхностной применяют катки-почвоуплотнители различных конструкций [1].

Цели уплотнения почвы катками:

1) Для повышения капиллярности почвы, возрастания контакта семян с ней (усиливается подток влаги к семенам, ускоряется появление первых всходов). Наибольший эффект прикатывание оказывает в засушливые периоды и при позднем посеве.

2) Для обеспечения условий неглубокого, равномерного посева с предотвращением нежелательного оседания почвы после осуществления посева.

3) Для снижения выветривания, испарения влаги, когда в слое почвы, особенно в сухую летнюю погоду, доминирует конвекционно-диффузное движение влаги. Такое бывает, обычно, при осуществлении подготовки почвы под посев озимых, которые высеваются после занятых паров, и очень важно, особенно после предшественников, относящихся к непаровым [2].

Самыми лучшими считают катки с негладкой поверхностью (зубчатые и кольчатые). Уплотнение почвы ими осуществляется на большую глубину для ускорения появления всходов культуры. При прикатывании кольчатыми и зубчатыми катками снижается угроза образования корки, выдувания влаги в сравнении с гладкими катками, а также снижается испарение влаги из верхнего слоя почвы.

На качество прикатывания влияет диаметра катка. Катки с малым диаметром оказывают преимущественно давление на верхние слои, в свою очередь, каток с большим диаметром оказывает равномерное уплотнение и на более глубокие слои. При возрастании диаметра катка происходит снижение тягового сопротивления орудия. Поэтому неплохо, чтобы диаметр катка был не менее 0,5 м (в этом случае такие катки будут двигаться более равномерно). Давление катка, оказываемое на почву, возрастает при движении орудия с меньшей скоростью [3].

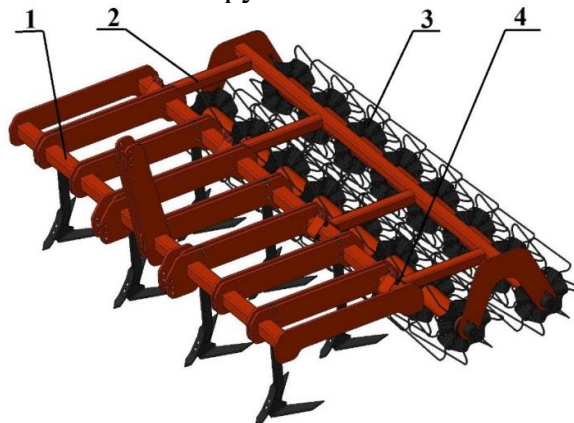
Предлагаем прутково-прикатывающий каток для стерневого культиватора, состоящий из рамы, пружинно закрепленной к основной раме культиватора за счет демпфирующих пружинных вставок, на которой закреплены последовательно на одном каркасе два семисекционных катка.

Проектируемый каток в агрегате с культиватором позволяет получить сохранение влаги и ее аккумуляцию в нижних слоях (хорошее развитие корневой системы и повышение урожайности на 12-18%), разуплотнение почвы (в дальнейшем снижается сопротивление при проходе других агрегатов, что ведет к экономии ГСМ, снижению нагрузки на орудия). Этот агрегат является универсальным: в зависимости от состояния и структуры почвы, его рабочие агрегаты взаимозаменяемы.

Проектируемый каток состоит из рамы с кронштейнами, на которой размещен опорно-уплотняющий прутково-прикатывающий каток, последовательно размещенные чистики. Стерневой культиватор с прутково-прикатывающим катком представлен на рисунке 1.

К стерневому культиватору посредством кронштейнов и демпфирующих втулок крепится рама прутково-прикатывающего катка. Рама катка состоит из поперечной балки в виде трубы сечением 80x80 мм. На ней на кронштейнах закреплены две секции прутково-прикатывающего катка.

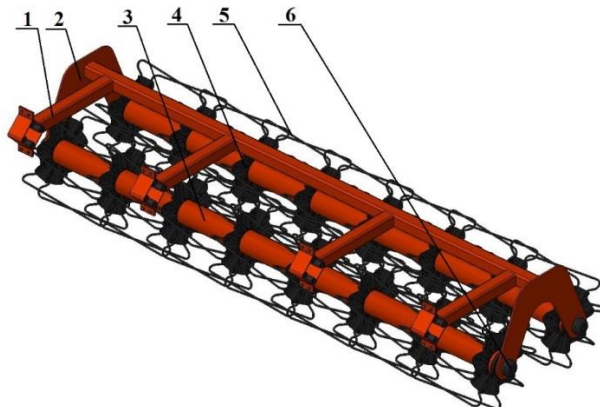
Анализ литературных источников показывает, что уплотнение и измельчение комков почвы при работе со стерневыми культиваторами осуществляется самыми разными видами катков [4]. Однако, наиболее эффективно для предлагаемой конструкции будет использование катка прутковыми элементами.



1 – стерневой культиватор; 2 – рама катка; 3 – секция катка; 4 – демпфирующая прокладка

Рис. 1 – Культиватор с прутково-прикатывающим катком

Такая конструкция прутково-прикатывающего катка (рисунок 2) при закреплении его на раме за стойками культиватора позволит лучше контролировать глубину хода, осуществлять обратное уплотнение и измельчать комки почвы, а также производить сепарацию сорняков и растительных остатков на поверхность почвы [5].



1 – рама; 2 – кронштейн; 3 – труба катка; 4 – турбо диск катка; 5 – пруток;
6 – подшипниковый узел

Рис. 2 – Прутково-прикатывающий каток

Предложенная конструкция позволит лучше осуществлять контроль глубины работы, выполнять прикатывание, измельчать комья почвы и производить частичную сепарацию нитевидных отростков сорняков и растительных остатков на дневную поверхность поля.

Список литературы

1. Практикум по сельскохозяйственным машинам : учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (профили подготовки: «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в АПК») / С.Н. Алейник, А.В. Мачкарин, К.В. Казаков [и др.]. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 55 с.
2. Кушнир В.Г. Почвообрабатывающий каток / В.Г. Кушнир // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 8. – С. 9–10.
3. Ryzhkov A.V. Comparative analysis of soil discarding by spherical disks / A.V. Ryzhkov, A.V. Machkarin, K.V. Kazakov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 апреля 2021 года. – Michurinsk, 2021. – P. 012138. – DOI 10.1088/1755-1315/845/1/012138.
4. Рыжков А.В. Применение САЕ анализа рабочих органов почвообрабатывающих машин при их моделировании / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, Майский, 24 января 2018 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2018. – С. 180–184.
5. Повышение эффективности процесса прикатывания почвы / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, Е.Н. Прошкин [и др.] // Технические науки – от теории к практике. – 2014. – № 33. – С. 180–185.

Рыжков А.В., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород

РЫХЛЯЩИЙ УЗЕЛ СТЕРНЕВОГО КУЛЬТИВАТОРА

Аннотация: в настоящее время стоит проблема повышения качества обработки почвы; существует несколько направлений по обработке почвы: основная с оборотом и без оборота пласта; поверхностная дисковыми и лаповыми орудиями. Наиболее оптимальными с точки зрения повышения качества работы культиваторов являются культиваторы с рабочими органами в виде подпружиненных стоек.

Ключевые слова: стерневой культиватор, узел рыхлящий, обработка почвы, компенсирующая пружина.

Ryzhkov A.V., Ph.D., Associate Professor
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

LOOSENING KNOT OF A STUBBLE CULTIVATOR

Abstract: currently, there is a problem of improving the quality of tillage; there are several directions for tillage: the main one with and without turnover of the formation; the surface one with disk and paw tools. The most optimal from the point of view of improving the quality of work of cultivators are cultivators with working bodies in the form of spring-loaded racks.

Keywords: stubble cultivator, loosening node, tillage, compensating spring.

Для эффективного роста и развития растений необходимо создание оптимальных условий: влажности, температуры, аэрации, содержания элементов питания. Изменение этих факторов обеспечивается выполнением технологических операций: рыхления, крошения, уплотнения, резания, обрачивания, перемешивания, подрезания сорняков, выравнивание поверхности, профилирование поверхности (борозды, гребни, гряды, щели) [1].

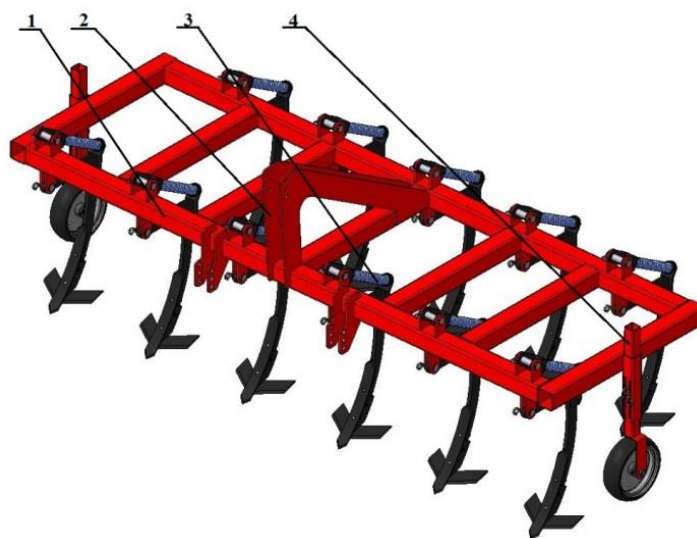
Известно, что оптимальная структура почвы является одним из важнейших условий, определяющих уровень урожайности сельскохозяйственных культур. Она во многом решает вопросы сохранения почвы от дефляции и эрозии, а также является необходимым фактором для повышения плодородия почвы. Путем создания оптимальной структуры почвы решаются сложные вопросы обеспечения растений питанием, влагой и кислородом. Механическая обработка почвы влияет на большинство показателей физико-механических свойств почвы, ее структуру и состояние [2].

Основу в разработке и внедрении новых энерго- и почвосберегающих технологий подготовки почв составляет совместное применение достижений результатов исследований в области почвоведения, земледелия и механизации обработки почвы [3].

Широкое распространение для поверхностной и основной обработок почвы получили стерневые культиваторы.

Универсальный культиватор нуждается в высокой раме, чтобы обеспечивать хорошее перемешивание, так как при максимальной рабочей глубине должно оставаться 40-50 см в высоту (т.е. высота рамы должна составлять 70-80 см). Также и опорная балка для выравнивающих органов не должна быть установлена очень низко.

Предлагается стерневой культиватор, состоящий из рамы, на которой крепятся рабочие органы – подпружиненные стойки с лапами. Проектируемый агрегат состоит из рамы с навесным устройством, на раме последовательно размещены стойки с рыхлящими лапами (рисунок 1).



1 – рама; 2 – механизм навески; 3 – подпружиненная стойка с лапой; 4 – опорное колесо.

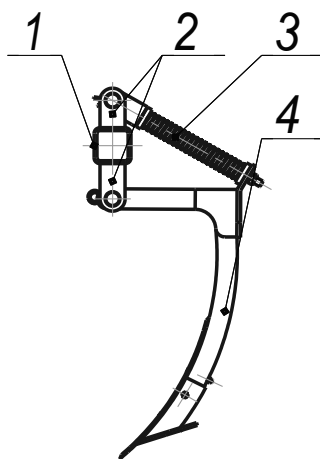
Рис. 1 – Проектируемый стерневой культиватор

Рама представляет собой прямоугольную конструкцию с прикрепленными к ней кронштейнами крепления пружинных стоек с лапами. Раму образуют квадратные трубы сечением 100×100 мм, расположенные под углом 90°. Стойки рыхлителей крепятся осями, фиксируются шпильками и хорошо выдерживает заданную глубину рыхления.

Лапы рыхлителей состоят из пружинной стойки, стрельчатой двухсторонней лапы с прикрепленным долотом. На боках рамы закреплены два опорных колеса для регулировки глубины обработки почвы.

В результате действия сил растяжения и сжатия, возникающих при изгибе пласта во время его вхождения на лемешную поверхность, пласт в определенной мере рыхлится, в нем образуются вертикальные щели, сквозь которые мелкие фракции поверхностного слоя почвы просыпаются во внутренние слои пласта, повышая эрозионную устойчивость поверхностного слоя [4].

Пружинные компенсаторы стоек стерневого культиватора располагаются на раме и каждой стойке, по одной пружине. Компенсаторы необходимы для поддержания устойчивого хода лап стоек по глубине и устранения (компенсирования) перегрузок (рисунок 2).



1 – рама; 2 – кронштейны; 3 – пружина; 4 – стойка
Рис. 2 – Схема размещения пружины стойки культиватора

Для обеспечения эффективной поверхностной обработки почвы культиваторами не обойтись без использования в конструкциях агрегатов пружинных стоек. Такие конструкции стоек с высоким усилием срабатывания позволяют лучше глотать неровности поверхности поля, с меньшими затратами производить обработку, копировать микрорельеф поверхности почвы и за счет вибрации производить частичную самоочистку. Эффективная обработка почвы без пружинных стоек невозможна [5].

Была предложена конструкция стерневого культиватора с прямоугольной формой рамы. Она позволит выполнять рыхление, срез сорняков и выравнивание почвы. Рабочие органы – пружинные стойки с двусторонними долотами шириной захвата одной стоки с рабочим органом 310 мм. Общее количество лап – 11 шт. Стойка лапы сечением 55x20 мм.

Список литературы

1. Практикум по сельскохозяйственным машинам: учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / С.Н. Алейник, А.В. Мачкарин, К.В. Казаков [и др.]. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 55 с.
2. Соболевский И.В. Определение энергетических показателей рабочих органов стерневого культиватора для поверхностной обработки почвы / И.В. Соболевский, В.Ю. Москалевич, И.И. Калафатов // Таврический вестник аграрной науки. – 2022. – № 3 (31). – С. 171–179.
3. Ryzhkov A.V. Comparative analysis of soil discarding by spherical disks / A.V. Ryzhkov, A.V. Machkarin, K.V. Kazakov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 апреля 2021 года. – Michurinsk, 2021. – P. 012138. – DOI 10.1088/1755-1315/845/1/012138.
4. Рыжков А.В. Применение САЕ анализа рабочих органов почвообрабатывающих машин при их моделировании / А.В. Рыжков, А.В. Мачкарин // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, Майский, 24 января 2018 года. – Майский: Белгородский ГАУ, 2018. – С. 180–184.
5. Смирнов П.А. Результаты практических исследований мульчирования поверхности почвы стерневыми культиваторами / П.А. Смирнов, Н.Ю. Васильев, Е.В. Спасов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1 (4). – С. 76–81.

Саенко Ю.В. д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА

Аннотация: В настоящей статье предложена дробилка пророщенного зерна, содержащая два аппарата: один оснащенный молотками, а другой - ножами.

Ключевые слова: пророщенное зерно, дробление, резание, измельчающий аппарат.

Sayenko Yu.V. Doctor of Technical Sciences, Professor
FGBOU VO Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

MEANS OF MECHANIZATION FOR GRINDING SPROUTED GRAIN

Abstract: In this article, a sprouted grain crusher containing two machines is proposed: one equipped with hammers, and the other with knives.

Keywords: sprouted grain, crushing, cutting, grinding machine.

В условиях промышленной технологии безвыгульного содержания свиней и скармливания им комбикормов существенно возрастает потребность в белке, питательных, минеральных веществах и витаминах [1].

Дефицит этих веществ приводит к нарушению развития молодняка, а у взрослых свиноматок нарушаются воспроизводительные функции, что значительно снижает эффективность производства [2, 3, 4].

Компенсировать дефицит витаминов можно за счет включения в рацион кормления пророщенных зерна ячменя.

Согласно существующей технологии комбикорма на свиноводческий комплекс доставляют непосредственно с заводов, затем выгружают их в бункер для сухих кормов. Из бункера сухой комбикорм спиральным транспортером подают в бункер-накопитель, расположенный в помещении. Затем комбикорм с помощью тросово-шайбового транспортера, поступает в дозаторы и в кормушки.

С позиций наилучшего использования рекомендуется проращивать зерно до величины ростков 1,5...2 см [5, 6], затем высушить до влажности 12...14% [7] и измельчить в дробилке до размеров частиц 1...1,4 мм [8]. После чего пророщенное, высушенное и измельченное зерно поступает в спиральный транспортер, в котором происходит его перемешивание с комбикормом.

Пророщенное высушенное измельченное зерно – это продукт бежевого цвета с вкраплением зеленого (ростки), имеет приятный запах, напоминающий запах сенажа.

Высушенное пророщенное зерно представляет собой неоднородную массу (геометрические размеры и плотность самого зерна и ростков неодинаковы). Зерно имеет форму эллипсоида и большую массу, а росток имеет меньшую массу, вытянутую по длине и сплюснутую в поперечном сечении форму. Поэтому для его измельчения необходимо использовать рабочие органы различных видов (молотки и ножи) [8].

Для измельчения высушенного пророщенного зерна до размеров частиц 1...1,4 мм [8] разработана дробилка, включающая два аппарата измельчения (первичный и вторичный).

Предложенный измельчитель должен обеспечивать равномерное дробление высушенного пророщенного зерна с ростками и корешками, за счет применения двухступенчатого измельчения – сначала в комбинированной дробильной камере, а затем режущим аппаратом.

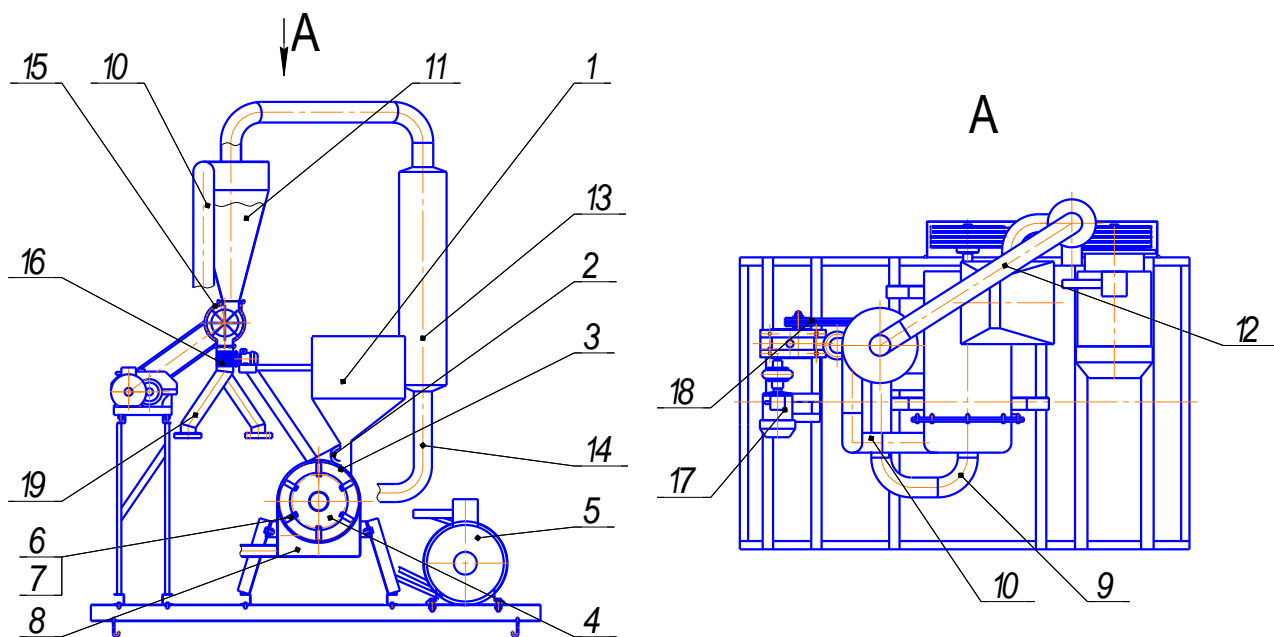
Используемый в дробилке аппарат вторичного измельчения пророщенного зерна содержит вал, на котором жестко закреплены ножи, вращающиеся в вертикальной плоскости. Перерезание ростков пророщенного зерна происходит за счет большой окружной скорости ножей.

Конструктивные и режимные параметры аппарата измельчения зависят от механических свойств измельчаемого продукта.

В своих трудах академик В.П. Горячкин отмечал необходимость исследования процесса измельчения корма, но применительно к конкретным условиям работы. Знание нагрузок, которые могут возникать в процессе работы необходимо для того, чтобы можно было проектировать машины, или механизмы под конкретные режимы работы, задавая необходимую производительность.

Известно, что измельчение пророщенного зерна молотковыми дробилками не позволяет получить нужный результат, т.е. ростки практически не измельчаются.

Измельчение стебельной массы в большинстве случаев осуществляется резанием. Поэтому для эффективного измельчения пророщенного высушенного зерна предлагается конструкция дробилки (рисунок 1), в которой дробление зерна осуществляется в дробильной камере молотками, а для резания ростков используется аппарат вторичного измельчения.



1 – загрузочный бункер; 2 – магнитный сепаратор; 3 – дробильная камера;
 4 – дробильный барабан; 5 – электродвигатель; 6 – молоток; 7 – дека; 8 – полость для предварительно измельченного материала; 9 – всасывающий трубопровод; 10 – нагнетательный трубопровод; 11 – циклон; 12 – обратный трубопровод; 13 – фильтровальный рукав; 14 – возвратный трубопровод; 15 – шлюзовый затвор; 16 – аппарат вторичного измельчения; 17 – электродвигатель; 18 – ременная передача; 19 – раструб.

Рис.1 – Дробилка для измельчения пророщенного зерна

В целом, можно заключить, что для измельчения ростков пророщенного зерна до необходимых геометрических размеров наиболее подходящей является схема молотковой дробилки, в которой выполнены два аппарата измельчения. Дробильный барабан необходим для измельчения зерна, а режущий аппарат с вращающимися ножами предназначен для измельчения ростков и корешков пророщенного зерна.

Эффективность процесса измельчения будет зависеть от прочностных свойств материала, а также от конструктивных и кинематических параметров измельчающего аппарата (геометрических размеров и угловой скорости ножей).

Дробилка работает следующим образом. В загрузочный бункер 1 загружают пророщенное высушенное зерно с ростками и корешками.

В дробильной камере 3 пророщенное высушенное зерно измельчается за счет взаимодействия с подвижными молотками 6, неподвижной декой 7 и решетом. Затем массу пропускают сквозь отверстия решета и подают в полость для предварительно измельченного материала 8.

После этого, предварительно измельченное зерно с ростками и корешками, направляют в аппарат вторичного измельчения, где в результате взаимодействия с подвижными ножами происходит полное измельчение пророщенного высушенного зерна, в том числе ростков и корешков. Измельченный продукт под действием сил гравитации, через раструб, подают на дальнейшие технологические операции.

На качество резания значительное влияние оказывают такие факторы, как толщина режущей кромки ножа, угол заточки лезвия ножа и угловая скорость ножевого барабана [9, 10, 11, 1].

Список литературы

1. Пономарев А.Ф. Теория и практика промышленного кормопроизводства и свиноводства / Белгород, БелГСХА, под общей редакцией д. с-х н. профессора Г.С. Походни, 2003. – 616 с.
2. Понедельченко М.Н. Рациональные способы заготовки и использования кормов / М.Н. Понедельченко, Г.С. Походня, В.И. Гудыменко. – Белгород : «Везелица», 2007. – 364 с.
3. Баканов В.Н. Кормление сельскохозяйственных животных / В.Н. Баканов, В.К. Менькин. М. : Агропромиздат, 1989. – 511 с.
4. Шабловский В.В. Воспроизводительные функции и продуктивность свиноматок при скармливании им проращенного зерна ячменя: автореф. дис. кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.01 / Шабловский Владимир Владимирович. – Курск, 2009. – 19 с.
5. RU 2472330 С2 А01С1/00 (2006.01) Способ проращивания зерна и устройство для его осуществления/ Булавин С.А., Вендин С.В., Саенко Ю.В., Макаренко А.Н. Заявка № 2011109467/21 заявлено от 14.03.2011. Оpubл. от 20.01.2013 Бюл. №2.
6. Пат. RU 2642511 Российская Федерация С1 А01С 1/02 (2006.01) Конвейер для проращивания зерна Вендин С.В., Саенко Ю.В., Саенко С.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина - № 2017107674; заявл. 07.03.2017, опубл. 25.01.2018 Бюл. № 3 – 9 с.
7. Саенко Ю.В. Технологическая линия для подготовки корма из пророщенного зерна / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Техника в сельском хозяйстве. - 2013. – № 6. – С. 14–16.
8. Вендин С.В. К расчёту конструктивных параметров ножей для измельчения пророщенного зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы: Майский, 2018. – №1. – С. 16–31.
9. Труфанов В.В. Совершенствование устройства для измельчения сыпучих материалов ударно-центробежного типа / В.В. Труфанов, В.М. Опрышко, Р.А. Дружинин // Вестник Воронежского аграрного университета : Науч. докл. и сообщения. – Воронеж : ВГАУ, 2011. – С. 39–42.
10. Коношин И.В. Повышение эффективности функционирования молотковых дробилок при измельчении зерна / И.В. Коношин, А.В. Звекон, А.В. Черепков // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2014. – № 1. – С. 127–132.
11. Мухин В.А. К вопросу повышения эффективности измельчения зернофуражных культур / В.А. Мухин, А.М. Пилипенко, А.В. Малышев // Научное обозрение. – 2015. – № 6. – С. 26–29.
12. Гулевский В.А. Усовершенствование технологии измельчения грубых стебельчатых кормов измельчителем с шарнирно подвешенными комбинированными ножами / В.А. Гулевский, А.А. Вертий // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12. № 1 (60). С. 73–81.

Саенко Ю.В. д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ ЖИВОТНЫМ

Аннотация: В настоящей статье предложена автоматизированная установка для поддержания заданных оптимальных режимных параметров при периодическом проращивании зерна на витаминный корм животным.

Ключевые слова: пророщенное зерно, барботер, оптимальные параметры, длина ростков.

Sayenko Yu.V. Doctor of Technical Sciences, Professor
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

MEANS OF MECHANIZATION FOR GRAIN GERMINATION FOR VITAMIN FEED FOR ANIMALS

Abstract: In this article, an automated installation is proposed to maintain the set optimal operating parameters when germinating grain for vitamin feed to animals.

Keywords: sprouted grain, bubbler, optimal parameters, length of sprouts.

Одним из условий повышения продуктивности сельскохозяйственных животных является полноценное кормление [1, 2, 3]. В условиях промышленной технологии при безвыгульном содержании свиней и скармливании им комбикормов значительно увеличивается потребность в белке, питательных, минеральных веществах и витаминах. Частично эту потребность можно удовлетворить, добавляя в комбикорм пророщенное зерно [1, 4, 5].

В хозяйствах пророщенное зерно получают следующим образом. Замачивают зерно в емкости около суток, затем размещают на площадке с твердым покрытием под навесом в гряды высотой 30...40 см в первые 2 дня и 15...30 см – в последующие дни. Расход воды для замачивания – 0,9 т на 1 т зерна. Температуру в грядах поддерживают в пределах 14...20⁰С путем ворошения зерна через каждые 2...3 часа. Длительность получения пророщенного зерна – около 5 дней [1, 2]. Недостатком рассмотренного способа является возможность загнивания отдельных порций зерна, неравномерность прорастания зерна и его сезонность.

Определение оптимальных режимов, параметров и разработка средств механизации процесса проращивания зерна является важной задачей [6, 7].

Проращивать можно зерна различных зерновых и зернобобовых культур, при этом для каждого сорта зерна необходимо определить оптимальные режимные параметры, которые получают на основе экспериментов [8].

Были проведены исследования по проращиванию зерна ячменя и пшеницы. В качестве исследуемых воздействующих факторов рассматривались: вы-

сота слоя зерна, время замачивания зерна в воде; время проращивания между двумя смежными замачиваниями; температура воды; температура воздуха; освещенность, удельная мощность воздействия источников света на зерно при проращивании.

Для определения оптимальных параметров при проращивании зерен в чашках Петри их периодически помещали в воду и по истечении некоторого времени извлекали из воды [9]. При этом возникали затруднения с «плановым» помещением зерен в воду и извлечением зерен из воды в ночное время и в выходные дни, что приводило к увеличению погрешности при проведении опытов [8].

Для проращивания зерна нами разработаны средства механизации периодического и непрерывного действия [10, 11, 12]. Первые позволяют отработать режимные параметры для разного вида зерна. А вторые позволяют проращивать зерно обеспечивая высокую производительность.

Нами предложена установка, позволяющая полностью механизировать и автоматизировать процесс проращивания зерна на витаминный корм.

Схема экспериментальной установки показана на рисунке 1 [10].

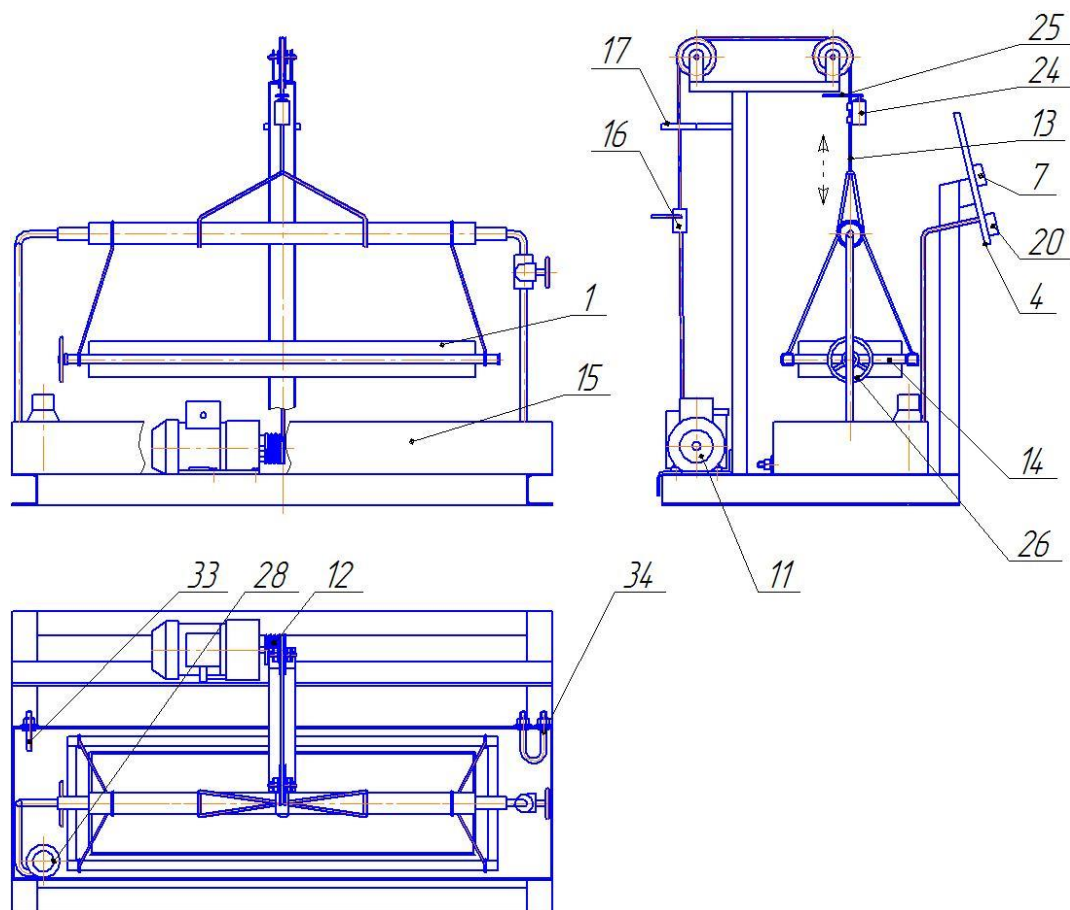
Устройство для автоматизации способа проращивания зерна состоит из реле времени, теплового реле, измерителя-регулятора, датчика температуры, концевых выключателей кнопочного типа и рычажного типа, трубчатого электронагревателя, светового индикатора, четырехполюсного выключателя, однополюсного выключателя, двух тумблеров, двух контакторов, катушек, контактов и мотора-редуктора.

После заполнения зерном емкости включают четырехполюсный выключатель. При этом загорается световой индикатор. На пульте управления включаем однополюсный выключатель. Устанавливаем тумблер для работы в автоматическом режиме. Включаем реле времени. При помощи контактов подают напряжение на катушку. При этом замыкается контактор и мотор-редуктор работает на опускание.

При помощи мотора-редуктора вращают катушку, тем самым разматывают центральный трос. При этом центральным тросом опускают рамку с емкостью и находящимся в нем зерном в ванну.

Опускание емкости происходит до тех пор, пока рычаг концевого выключателя (рычажного типа) не отклоняется от касания кольца.

При этом мотор-редуктор выключается. Реле времени контактами включает и выключает барботер.



1 – емкость; 4 – пульт управления; 7 – реле времени; 11 – мотор-редуктор; 12 – катушка; 13 – трос центральный; 14 – рамка; 15 – ванна; 16 – выключатель концевой (рычажного типа); 17 – кольцо; 24 – выключатель концевой (кнопочного типа); 20 – барботер; 25 – пластина подпружиненная; 26 – маховик; 28 – насос; 33 – датчик температуры; 34 – трубчатый электронагреватель ТЭН.

Рис. 1 – Установка для проращивания зерна

Барботер работает во время погружения емкости в ванну. Он работает циклически: время работы барботера 30-35 мин, время отключения 60-70 мин. По истечении 5-6 ч реле времени через контакты подают напряжение на катушку и контактор замыкается, при этом вал мотора-редуктора будет вращаться в обратном направлении. При этом центральный трос будет наматываться на катушку и емкость, будет подниматься из ванны. Поднятие емкости происходит до тех пор, пока кнопка концевого выключателя кнопочного типа не нажимается от касания подпружиненной пластины. При этом мотор-редуктор выключают.

При помощи маховика наклоняют емкость вправо-влево и ворошат зерно, чтобы предотвратить его слеживание в емкости.

В период поднятого положения емкости реле времени через контакты включает и выключает насос. Насос работает циклически. Время включения насоса составляет 4-5 мин. Время отключения насоса 1,5-1,6 ч. Затем цикл повторяется.

Для включения ручного режима работы устройства необходимо перевести тумблер в ручной режим. Тумблером производят принудительный подъем и опускание емкости.

При помощи маховика поворачивают емкость в рамке на 180° , при этом

пророщенное зерно под действием сил гравитации перемещается из емкости в раздатчик пророщенного зерна (на рисунке не показан).

Список литературы

1. Пономарев А.Ф. Теория и практика промышленного кормопроизводства и свиноводства / Белгород, БелГСХА, под общей редакцией д. с-х н. профессора Г.С. Походни, 2003, С. 616.
2. Понедельченко М.Н. Рациональные способы заготовки и использования кормов / М.Н. Понедельченко, Г.С. Походня, В.И. Гудыменко. – Белгород : «Везелица», 2007. – 364 с.
3. Баканов В.Н. Кормление сельскохозяйственных животных [Текст] / В.Н. Баканов, В.К. Менькин. М. : Агропромиздат, 1989. – 511 с.
4. 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.
5. Захарова О.А. Корма растительного происхождения [Текст] / Н.И. Морозова, Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова – Рязань, Рязанский ГАУ, 2011. – 320 с.
6. Ващенко С.Ф. Овощеводство защищенного грунта [Текст] / С.Ф. Ващенко. – М. : Колос, 1974. – 34 с.
7. Кунце В. Технология солода и пива, перевод с немецкого языка Г.О. Мит / В. Кунце, Санкт-Петербург, 2001 г., 838 с.
8. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин. – Ленинград, Колос, 1980 г.
9. Саенко Ю.В. Технологическая линия для подготовки корма из пророщенного зерна / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко// Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 6. – С. 14–16.
10. RU 2472330 С2 А01С1/00 (2006.01) Способ проращивания зерна и устройство для его осуществления / Булавин С.А., Вендин С.В., Саенко Ю.В., Макаренко А.Н. Заявка № 2011109467/21 заявлено от 14.03.2011. Оpubл. от 20.01.2013 Бюл. № 2.
11. 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.
12. Пат. 2444881 Российская Федерация, А01С1/02 (2006.01), А01G31/04 (2006.01). Конвейер для проращивания зерна [Текст] / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Головин А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА. – № 2010141227/21; заявл. 07.10.2010; опубл. 20.03.2012. – 9 с. : ил.

Слободюк А.П., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СБОРНОГО КОЛЕСНОГО ДИСКА

Аннотация: в результате исследования предложена конструкция сборного диска, конструктивные параметры которого позволяют организовать производство дисков без применения штамповочного оборудования и оснастки, а проведенный анализ напряженно-деформированного состояния позволил оптимизировать устройство и сделать его максимально технологичным в изготовлении.

Ключевые слова: диск колеса, прочностная надежность, метод конечных элементов, 3D модель, пластинчатая конечно-элементная модель.

Slobodyuk A.P., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

JUSTIFICATION OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS OF THE ASSEMBLY WHEEL RIM

Abstract: As a result of the study, the design of a prefabricated disk was proposed, the design parameters of which make it possible to organize the production of disks without the use of stamping equipment and tooling, and the analysis of the stress-strain state made it possible to optimize the device and make it as technologically advanced as possible in production

Keywords: wheel disk, strength reliability, finite element method, 3D model, plate finite element model.

Уход многих зарубежных производителей с рынка сельскохозяйственной техники России привел к дефициту отдельных позиций запасных частей. В частности, наблюдается нехватка некоторых типоразмеров колесных дисков.

Наладить производство недостающих изделий мешает необходимость использовать прессовое оборудование и, главное, иметь штамповую оснастку – комплект из пуансона и матрицы. В случае производства дисков больших размеров штамповая оснастка имеет весьма высокую стоимость, а прессовое оборудование должно иметь высокую мощность (и, как следствие, стоимость).

Таким образом, организовывать штамповочное производство дисков больших типоразмеров при небольших программах выпуска становится нерентабельно.

Решением проблемы может стать разработка конструкции сборного диска, которая не потребует использования дорогостоящего прессового оборудования и оснастки.

Конструкция диска.

В качестве объекта исследования был выбран диск 8J R42 PSD 8x250 ET125 dia 199. Данный диск применяется для установки колес на заднюю ось тракторов БЕЛАРУС 80,82 [1] при стоимости около 40 000 руб. [2].

Задача исследования состояла в том, чтобы спроектировать сборную конструкцию диска, которая могла бы быть произведена в условиях минимального набора технологического оборудования (вплоть до условий ремонтной мастерской хозяйства).

При этом основными требованиями к конструкции будут являться:

- обеспечение прочности и жесткости конструкции;
- использование в качестве заготовок минимальной номенклатуры проката;
- обеспечение минимальной массы конструкции для максимального облегчения труда ремонтных рабочих;
- использование в качестве технологического оборудования установок плазменной резки, гибочного прессы и сварки [3].

Анализ конструкции дисков показал, что для обеспечения качественной посадки шины обод диска должен быть прокатан достаточно точно. Следовательно, необходимо оборудование в виде вальцовочного станка. Поскольку прокатка обода является очень ответственной операцией, то принято решение использовать готовые ободы, выполненные на специализированных предприятиях.

Таким образом, необходимо реализовать сборную конструкцию переходника от обода диска к посадочному фланцу. В дисках, предлагаемых на рынке, используется штамповка из листа толщиной 6 ... 10 мм, иногда с усилением посадочного фланца до 12 ... 16 мм. Такое решение требует наличия дорогостоящей штамповой оснастки и прессового оборудования. При этом, если необходимы диски разных вылетов, то номенклатура оснастки еще более вырастает.

Поэтому было принято решение создавать конструкцию диска из листового металла, причем использовать два размера: лист толщиной 10 мм использовать для «спиц» диска, а лист толщиной 14 мм – для посадочного фланца. При этом конструкция спиц должна обеспечивать не только соединение обода с посадочным фланцем, но и давать возможность создать концентрические пояса на диске для обеспечения надлежащей прочности и жесткости.

В результате разработана конструкция диска (рисунок 1), состоящая из фигурного посадочного фланца (рисунок 2) и 12 спиц (рисунок 3), которые свариваются в пазы фланца, а за отгибы привариваются к ободу. При этом боковые лепестки спиц спроектированы таким образом, что позволяют сформировать кольцевой пояс, усиливающий конструкцию.

При проектировании особое внимание уделено технологичности конструкции. Так, посадочный фланец представляет из себя плоскую деталь, которая изготавливается резкой на плазменном или лазерном станке с ЧПУ. Спица также вырезается на плазменном или лазерном станке с ЧПУ и до конечной формы сгибается по двум линиям.

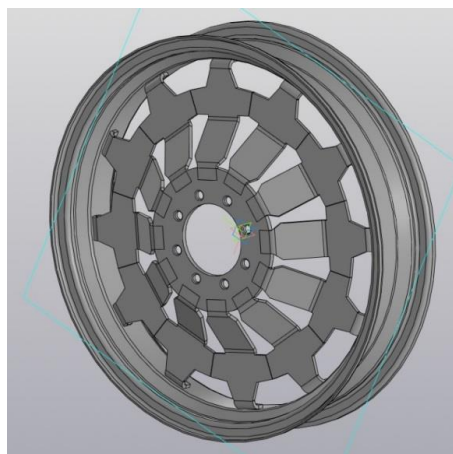


Рис. 1 – Конструкция диска

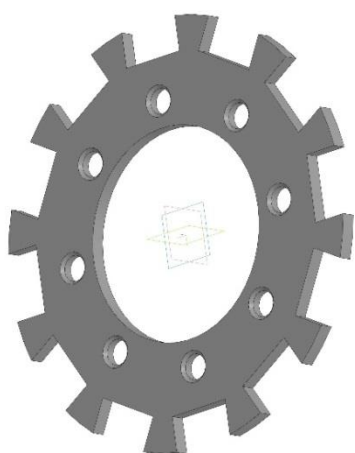


Рис. 2 – Фланец

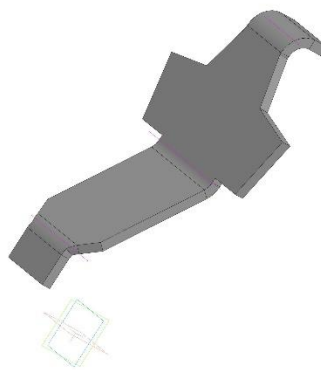


Рис. 3 – Спица

Разработанная сборная конструкция имеет, конечно, более высокую трудоемкость, чем штампованный диск, однако в условиях единичного или мелкосерийного производства себестоимость изделия оказывается на 18 ... 23% ниже. Кроме того, данную конструкцию можно реализовывать даже в условиях ремонтной мастерской, поскольку в настоящее время на рынке есть возможность заказать на стороне услуги по резке и гибке листового металла [4, 5].

При необходимости реализовать конструкцию с другим вылетом изменяется форма спицы и, соответственно, меняются углыгиба при одном и том же посадочном фланце.

Анализ силовой схемы конструкции.

В результате анализа разработанной конструкции, а также её 3D модели установили точки приложения нагрузок к диску, а также их величины и направления при различных условиях работы колеса.

Для завершения описания силовой схемы конструкции требуется определить места размещения опор.

В качестве опор принимаем крайние точки обода диска, а нагрузка прикладывается через посадочный фланец. В качестве основной нагрузки рассматриваем крутящий момент. Для прикладывания крутящего момента в центр фланца реализовали эквивалентную стержневую конструкцию.

Таким образом, путем анализа 3D модели разработанной конструкции, нами сформирована схема нагружения и схема закрепления спроектированного диска.

Расчет и анализ напряженно-деформированного состояния сборного диска.

Расчет напряженно-деформированного состояния ведем методом конечных элементов [6] в модуле Structure 3D пакета APM WinMachine [7].

На первом этапе в графическом редакторе модуля Structure 3D была построена базовая узловая модель, где были расставлены ключевые узлы, которые затем соединяли пластинами (рисунок 4).

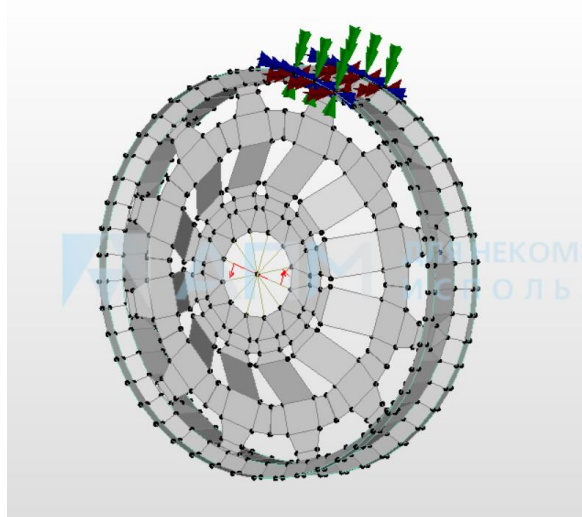


Рис. 4 – Пластинчатая модель диска

Особенностью построенной модели является адекватное моделирование сварки, которой крепятся спицы к посадочному фланцу и ободу. Поскольку в этом случае нагрузка передается не по оси спицы, нами предложено выносить узлы крепления пластин на расстояние, равное половине толщины пластины. При этом эквивалентные стержни, передающие нагрузку на диск, моделируются поперечным сечением с большой жесткостью для обеспечения адекватности получаемой модели [8, 9].

В полученную модель ввели закрепления на концевых узлах обода балок в виде шарнирно неподвижных опор и нагрузку в виде сосредоточенного момента, приложенного в середине посадочного фланца. Такое приложение нагрузки не совсем соответствует реальной картине нагружения от полуоси трактора, однако эта схема хуже с точки зрения прочности, поэтому если будет обеспечена прочность при данной схеме нагружения, то и от реальной нагрузки прочность будет обеспечена.

Расчет построенной конечно-элементной модели проводили в модуле Structure 3D пакета APM WinMachine [7, 8, 9]. Был выполнен статический расчет, расчет устойчивости и определение собственных частот конструкции.

В результате линейного статического расчета конструкции определено напряженно-деформированное состояние конструкции, анализ которого позво-

ляет сделать вывод о том, что конструкция диска обеспечивает достаточный запас прочности в условиях заданного нагружения.

Так, рассматривая карту напряжений (рисунок 5), отметим, что максимальный уровень напряжений возникает в зоне опорных точек и составляет менее 58 МПа. В остальных элементах конструкции напряжения меньше.

Анализ карты коэффициента запаса статической прочности показывает, что минимальный коэффициент запаса по пределу текучести составляет 3,48, что достаточно для безопасной эксплуатации разработанного диска.

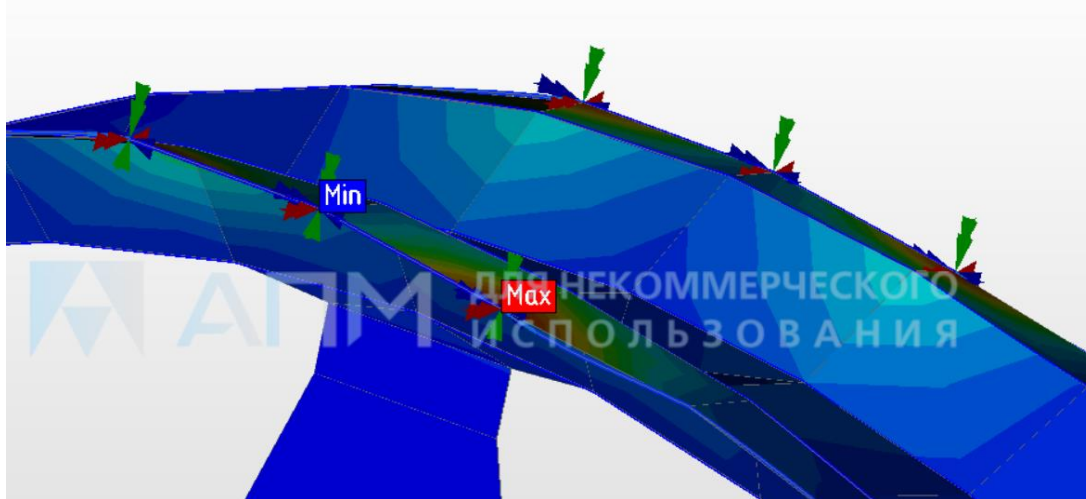


Рис. 5 – Карта напряжений конструкции

Что касается устойчивости, то коэффициент запаса по устойчивости больше 10, так что опасности потери устойчивости нет.

Построенная конечно-элементная модель также была рассчитана при комбинированном воздействии нагрузки. Помимо крутящего момента в центральный узел прикладывалась сила тяжести от трактора, причем как вертикально, вдоль плоскости фланца, так и под углом к фланцу (моделируем движение трактора по полю с уклоном 30°).

Во всех случаях нагружения конструкция обеспечивает достаточный запас статической прочности и жесткости.

Анализ распределения напряжений в элементах конструкции показывает, что обеспечивается минимальный коэффициент запаса 1,34 при максимальном перемещении узлов в 1,2 мм.

Выводы

Разработана сборная конструкция колесного диска, пригодная для единичного и мелкосерийного производства на предприятиях даже небольшой технологической оснащённости, обеспечивающая достаточную прочность и жесткость колеса и при этом имеющая себестоимость производства до 20% ниже, чем имеющиеся в продаже штампованные диски аналогичного типоразмера.

Список литературы

1. Таблица применимости размеров шин к технике [Электронный ресурс] Режим доступа : <http://indgroup.pro/info/entry/99-tablitsa-primenjaemosti-razmerov-shin-k-tehnike.html>.

2. Агро Шина [Электронный ресурс] \ Режим доступа : <https://agroshina31.ru/bztdia-w8h4200-00-000-r42x8-8x250-et125-cb199-grey>.
3. Листогибочные прессы европейского качества [Электронный ресурс] \ Режим доступа : <https://weber.ru/landing/listogibochnye-stanki/>.
4. Гибка листового металла [Электронный ресурс] \ Режим доступа : <https://бьеф.рф/?yclid=13900702323133120511>.
5. Металлопрогресс. Услуги по обработке металлов. [Электронный ресурс] \ Режим доступа : <https://mps31.ru/>.
6. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов: пер. с англ. [Текст] / под ред. Б.Е. Победри. – М. : Мир, 1979. – 392 с.
7. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure3D [Текст] / А.А. Замрий. – М. : АПМ, 2010. – 376 с.
8. 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.
9. Slobodyuk A. Modernization of structural design of op-2000 sprayer using apm win-machine cae system [Текст] / Alexey Slobodyuk, Sergey Strebkov, Andrey Bondarev // Engineering for rural development. / Proceedings, Vol. 19, : Изд-во / Latvia University of Life Sciences and Technologies / – Jelgava, 2020.

Слободюк А.П., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОЙ СХЕМЫ ПРЕССА

Аннотация: в результате исследования предложена конструкция пресса для использования в ремонтных мастерских, конструктивные параметры которого позволяют повысить качество и снизить стоимость проводимых ремонтных работ, а проведенный анализ напряженно-деформированного состояния позволил оптимизировать конструкцию и сделать её максимально технологичной в изготовлении и безопасной в эксплуатации.

Ключевые слова: пресс, прочностная надежность, метод конечных элементов, 3D модель, стержневая конечно-элементная модель.

Slobodyuk A.P., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

JUSTIFICATION OF DESIGN PARAMETERS OF THE PRESS LOAD FRAME

Abstract: as a result of the study, a press design was proposed for use in repair shops, the design parameters of which can improve the quality and reduce the cost of repair work, and the analysis of the stress-strain state made it possible to optimize the design and make it as technologically advanced as possible in manufacturing and safe in operation.

Key words: press, strength reliability, finite element method, 3D model, rod finite element model.

Одним из эффективных средств, позволяющих повысить производительность труда ремонтной мастерской, является прессовое оборудование [1].

Нами разработана конструкция пресса, состоящая из рамы, установленной на подвижную платформу для возможности перемещать пресс по мастерской, с ферменной конструкцией для опоры домкрата, а также подвижной траверсы, представляющей собой направляющую, которая перемещается по стойкам рамы пресса. Стойки рамы и стержни фермы выполнены из швеллеров, соединенных сварными швами. Источником прессовой нагрузки является автомобильный гидравлический домкрат, а возврат траверсы в исходное состояние производится блоком пружин растяжения.

В результате анализа разработанной конструкции, а также её 3D модели (рисунок 1) установили точки приложения нагрузок к балкам рамы, а также их величины. Нагрузка на балку складывается из силы реакции от домкрата (30000 Н), которая раскладывается на плиту по верхней поверхности траверсы.



Рис. 1 – Модель силовой схемы рамы пресса

В качестве опор будем учитывать основания стоек пресса, причем будем моделировать опоры как жесткое защемление.

Таким образом, путем анализа 3D модели разработанной конструкции, нами сформирована схема нагружения и схема закрепления рамы пресса.

Для расчета напряженно-деформированного состояния нами построена стержневая конечно-элементная модель рамы [2], где в узлах моделируется жесткая фиксация стержней (сварка). В качестве альтернативного варианта рассматривалась стержневая модель с шарнирным креплением верхней ферменной конструкции. При этом нижняя подвижная траверса и в первом, и во втором случае моделировалась с шарнирным креплением к стойкам пресса.

Расчет напряженно-деформированного состояния ведем методом конечных элементов [2] в модуле Structure 3D пакета APM WinMachine [3, 4, 5]. Был выполнен статический расчет, расчет устойчивости и определение собственных частот конструкции.

В результате линейного статического расчета конструкции определено напряженно-деформированное состояние конструкции, анализ которого позволила подобрать сечения конструктивных элементов рамы, обеспечивая достаточный запас прочности в условиях заданного нагружения.

Так, рассматривая карту напряжений (рисунок 2), отметим, что максимальный уровень напряжений возникает в зоне сварки поперечины с направляющей и составляет около 80 МПа. В остальных элементах конструкции напряжения меньше.

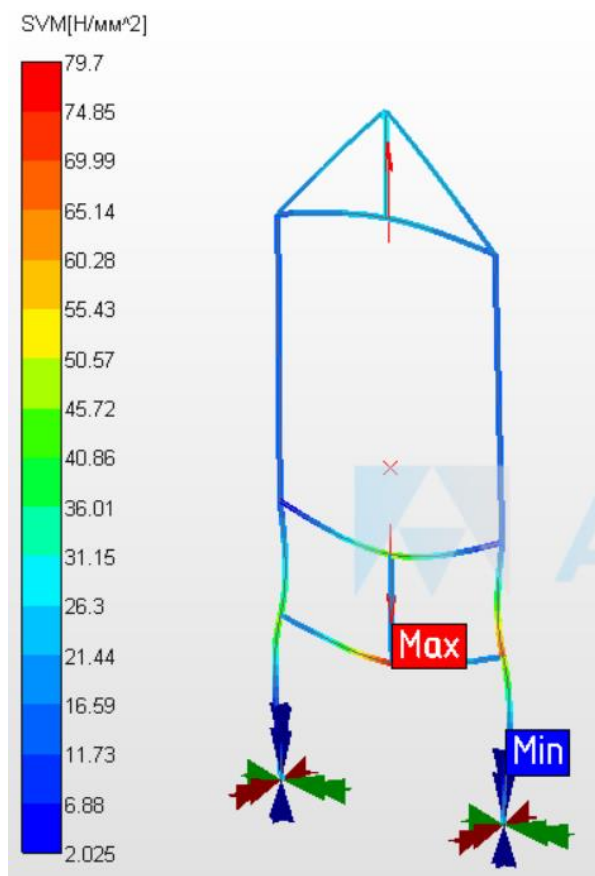


Рис. 2 – Карта напряжений стержневой модели

При этом модель с шарнирным закреплением фермы дает меньшие значения напряжений. Однако технологически выполнить такое закрепление сложнее, поэтому для практической реализации рекомендована сварная конструкция.

Анализ карты коэффициента запаса статической прочности показывает, что минимальный коэффициент запаса по пределу текучести составляет 2,18, что достаточно для безопасной эксплуатации разработанного пресса.

Таким образом, в результате расчета напряженно-деформированного состояния силовой рамы пресса подобраны поперечные сечения стержней, обеспечивающие достаточный запас прочности конструкции и необходимую жесткость.

Список литературы

1. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта автомобилей. Справочник [Текст] / Под ред. Р.А. Попржедзинского, – М. : Транспорт, 2008. – 311с.
2. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure3D [Текст] / А.А. Замрий. – М. : АПМ, 2010. – 376 с.
3. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов: пер. с англ. [Текст] / под ред. Б.Е. Победри. – М. : Мир, 1979. – 392 с.
4. Slobodyuk A. Failure examination of disc header workpoints using CAE-system APM WIN-MACHINE [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.
5. Slobodyuk A. Modernization of structural design of op-2000 sprayer using apm winmachine cae system [Текст] / Alexey Slobodyuk, Sergey Strebkov, Andrey Bondarev // Engineering for rural development. / Proceedings, Vol. 19, : Изд-во / Latvia University of Life Sciences and Technologies / – Jelgava, 2020.

Смоляков В.С. аспирант, **Мартынов Е.А.**, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

ЗНАЧЕНИЕ СУШКИ ЗЕРНА

Аннотация: В настоящей статье предложены основные выводы о значении сушки как одного из важнейших процессов послеуборочной обработки зернового сырья.

Ключевые слова: зерно, сушилка, послеуборочная обработка.

Smolyakov V.S. graduate student, **Martynov E.A.**, Ph.D., Associate Professor
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

THE VALUE OF GRAIN DRYING

Abstract: This article offers the main conclusions about the importance of drying as one of the most important processes of post-harvest processing of grain raw materials.

Keywords: grain, dryer, post-harvest processing.

В современных экономических условиях наиболее динамично развивающимся сегментом рынка в России является рынок зерна и продуктов его переработки. Этот сегмент играет ключевую роль в развитии сельского хозяйства и питания населения страны.

Россия, благодаря своему огромному земельному ресурсу и благоприятным климатическим условиям, является одним из крупнейших производителей зерна в мире. Зерно – это один из основных продуктов, используемых в пищевой промышленности и животноводстве. Ячмень, овес, пшеница и кукуруза – все эти культуры имеют высокий спрос как на внутреннем, так и на международном рынке.

На рынке зерна в России существуют различные субсекторы, включая его производство, хранение, переработку и экспорт. Развитие каждого из этих сегментов способствует увеличению производительности и эффективности отрасли в целом.

Одной из важных тенденций на рынке зерна и его переработки является постепенное увеличение доли высокотехнологичной продукции, такой как продукты из зерна с добавлением белка, глютена и биоактивных веществ. Это позволяет создать более качественные и конкурентоспособные товары, способствует развитию инноваций и созданию новых рабочих мест в сельской местности.

Кроме того, значительную роль на рынке зерна и его переработки играет экспорт. Российское зерно пользуется спросом на мировом рынке благодаря своему высокому качеству и конкурентоспособным ценам. Это помогает укрепить

пить экономическую позицию страны и привлечь внешние инвестиции.

Общественный интерес и внимание к рынку зерна и его переработки также связаны с вопросами экологичности и устойчивости производства. В настоящее время ведется работа над созданием прозрачной и ответственной системы контроля качества и безопасности пищевых продуктов, а также поиском новых альтернативных источников энергии для зерновой промышленности.

Можно сказать, что рынок зерна и продуктов его переработки является одним из наиболее значимых и быстрорастущих сегментов экономики России. Инновации, эффективное использование ресурсов и развитие экспорта позволяют обеспечить стабильный рост отрасли и укреплять конкурентоспособность страны на мировом рынке [1].

Послеуборочная обработка зерна является важным этапом в процессе сельскохозяйственной деятельности, направленной на сохранение и повышение качественных характеристик урожая. Эта технология играет ключевую роль в обеспечении безопасности и долгосрочного хранения зерна, а также оптимизации его вкусовых и пищевых качеств.

Разработка эффективной и надежной технологии послеуборочной обработки зерна, которая позволит улучшить его качество и продлить срок его хранения актуальна на сегодняшний день и требует своего решения. Для достижения этой цели необходимы глубокие исследования, основанные на последних достижениях в области сельскохозяйственной технологии и биологии зерна.

Основными компонентами разработанной технологии послеуборочной обработки зерна являются: система удаления остатков растительности, методы сушки и очистки зерна, сортировка по качественным характеристикам, дезинфекция и упаковка. Итогом исследования должна стать разработка комплексной технологии послеуборочной обработки зерна, которая значительно повышает его качество и продлевает срок его хранения.

Разработка технологии послеуборочной обработки зерна и определение основных параметров зерноочистительно-сушильного комплекса основывается на следующих основных показателях [2]:

- количестве и очередности поступления зерновой массы различных культур;
- назначении и интенсивности поступления зернового материала;
- влажности и засоренности поступающего зернового вороха.

Последующая разработка оптимальных режимов поточной послеуборочной обработки зерна основывается на подробном изучении всех процессов жизнедеятельности зерна в зависимости от воздействия внешних и внутренних факторов.

Разнообразие природно-климатических зон на территории РФ предопределяет поступление в хранилища зерна различной влажности и, следовательно, с различной стойкостью в хранении.

Особенно нестойко в хранении влажное и сырое зерно. Это и предопределяет необходимость проведения такой важной технологической операции, как сушка, которая является одним из основных способов повышения устойчивости зерна при длительном хранении.

Основное назначение сушки — доведение зерна до такого состояния, при котором оно впадает в состояние, близкое к анабиозу: жизнедеятельность и дыхание его затормаживаются, а развитие микроорганизмов и вредителей почти прекращается вследствие отсутствия для этого благоприятных условий.

Особенно велико значение сушки при подготовке к хранению свежесобранного зерна, которое к моменту уборки не достигает полной физиологической зрелости и не обладает высокими технологическими достоинствами.

Кроме того, процесс послеуборочного дозревания характеризуется реакциями синтеза (образования) белков из аминокислот, крахмала из сахаров и жиров из глицерина и жирных кислот. Своевременная и правильно проведенная сушка ускоряет процесс послеуборочного дозревания зерна, который в условиях обычного хранения длится в течение нескольких недель, а то и месяцев, повышает его стойкость при хранении с одновременным улучшением технологических и семенных достоинств [3].

Практика свидетельствует, что слабая клейковина зерна пшеницы в процессе сушки укрепляется, что сказывается на увеличении количества отмываемой клейковины и улучшении технологических свойств зерна. Аналогично сушка позволяет улучшить технологические свойства зерна, поврежденного клопом-черепашкой, а также проросшего и морозобойного (которое, как известно, весьма неустойчиво в хранении). При правильно организованном процессе сушки к поверхности зерна (в частности, к зародышу, в области которого происходит основной влагообмен между зерновкой и окружающей средой) вместе с влагой перемещаются водорастворимые минеральные вещества, которые улучшают его семенные достоинства.

Список литературы

1. Курдюмов В.И. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа: монография / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сутягин. Ульяновск : УГСХА имени П.А. Столыпина, 2013. – 290 с.
2. Чеботарев В.П. Технологические основы и характеристика процессов сепарирования / В.П. Чеботарев, И.В. Барановский, А.В. Новиков // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 1. – С. 123–132.
3. Определение оптимальных параметров сушки пророщенного зерна на витаминный корм свиньям / Булавин С.А., Саенко Ю.В., Носуленко А.Ю. // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2014. № 2 (31). С. 138–140.

Трофимов Р.В., преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАНОВОГО БРОЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Аннотация: Переработку отходов животноводства, можно осуществить, аэробным и анаэробным способами брожения. Факторы, влияющие на брожение: температура, содержание кислот РН; ингибиторы; питательные средства, состав газа; концентрация твердых частиц и состав исходного материала.

Ключевые слова: метановое брожение, животноводство, биогаз, азот, удобрение.

Trofimov R.V., teacher
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

METHANE FERMENTATION TECHNOLOGY USING BIOGAS PLANTS

Abstract: Processing of animal husbandry waste can be carried out by aerobic and anaerobic fermentation methods. Factors affecting fermentation: temperature, acid content, PH; inhibitors; nutrients, gas composition; concentration of solid particles and composition of the starting material.

Keywords: methane, fermentation, animal husbandry, biogas, nitrogen, fertilizer.

Целевые задачи процесса переработки отходов животноводства и требования охраны окружающей среды, можно выполнить, как при использовании аэробного, так и анаэробного способа брожения.

Основополагающими факторами при выборе конкретного способа являются:

- начальные эксплуатационные затраты;
- эксплуатационная надежность;
- требования к техническому обслуживанию и эксплуатации;
- эффективность применения готового продукта [1].

Если материал изначально находится в жидком виде, то исходя из эксплуатационных затрат, предпочтительнее применять анаэробный способ брожения, потому что потребление энергии для отдельных процессов, например, подогрев, может быть компенсирован за счет полученного газа и при надлежащем ведении процесса. можно дополнительно снизить затраты благодаря использованию избыточного количества газа.

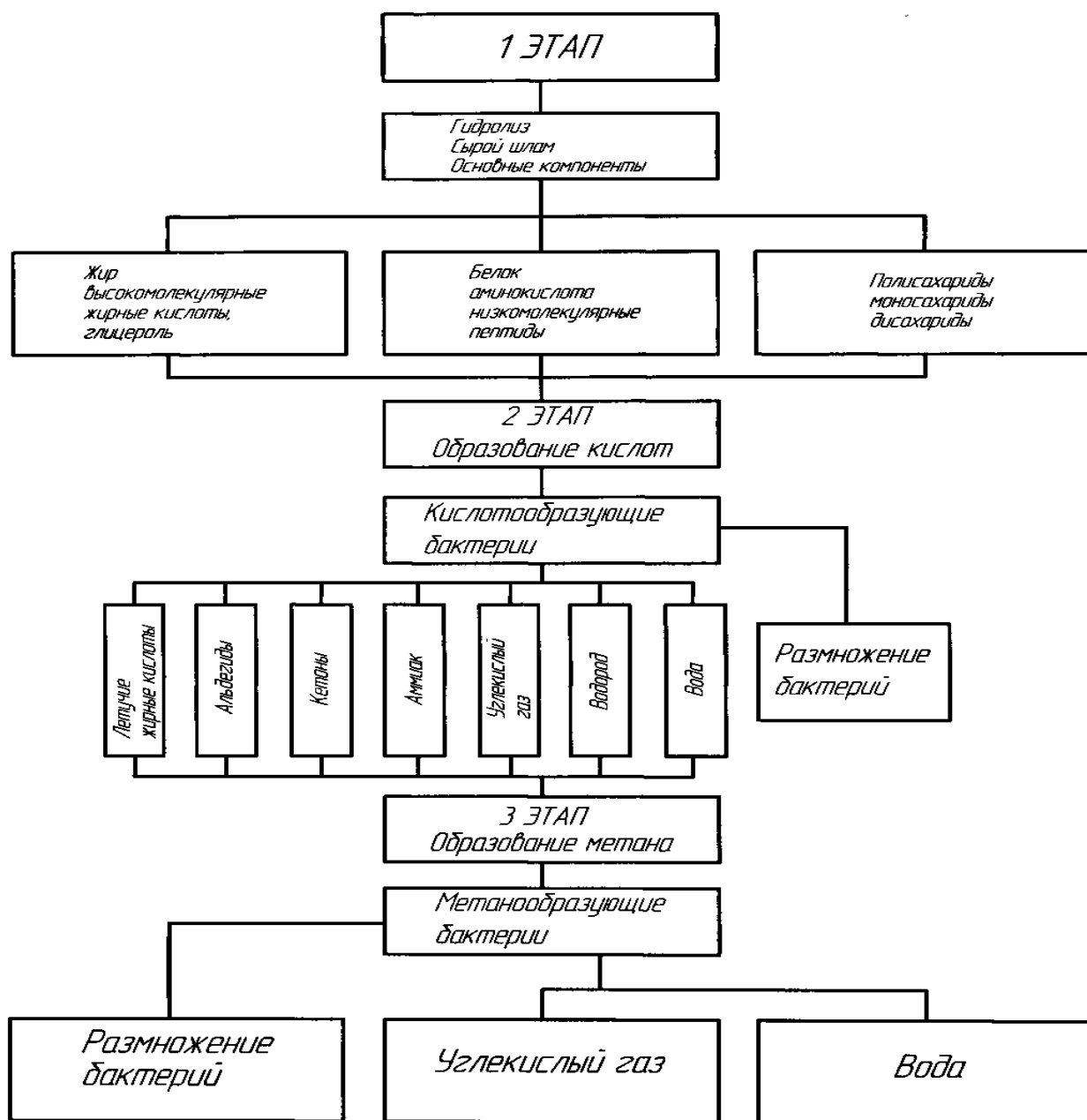


Рис. 1 – Этапы анаэробного брожения

Так же одним из преимуществ анаэробного брожения, можно считать повышенное содержание азота в конечном продукте, а это важно для питания растений (при аэробном брожении потери азота, могут достигать 40%).

Из этого следует, что для сельского хозяйства анаэробный способ представляет собой альтернативу аэробному, поскольку первый связан с относительно сниженными затратами энергии и малыми потерями азота [2].

Наиболее распространенный способ получения энергии из биомассы – анаэробное (без доступа воздуха) сбраживание отходов сельскохозяйственного производства. Получающийся в результате этого процесса - продукты – биогаз и перебродившая полужидкая масса – представляет собой большую ценность как газообразное топливо и органическое удобрение. Не менее важная сторона применения биогазовых установок – предотвращение загрязнения воздушного и водного бассейнов, почвы и посевов благодаря утилизации и дезодорации

навозных стоков крупных животноводческих ферм и комплексов, получению обеззараженных высокоэффективных органических удобрений.

Метаболическая активность метанообразующих бактерий напрямую влияет на скорость анаэробного брожения и его масштабы [3].

На первом этапе анаэробного сбраживания органических веществ путем биохимического расщепления (гидролиза) сначала происходит разложение высокомолекулярных соединений (углеводов, жиров, белковых веществ) на низкомолекулярные органические соединения.

На втором этапе при участии кислотообразующих бактерий происходит дальнейшее разложение с образованием органических кислот и их солей, а также спиртов, CO_2 и H_2 , а затем H_2S и NH_3 . Окончательное бактериальное преобразование органических веществ в CO_2 и CH_4 осуществляется на третьем этапе процесса (метановое брожение). Кроме того, из CO_2 и H_2 образуется в дальнейшем дополнительное количество CH_4 и H_2 . Эта реакция протекает одновременно, причем метанообразующие бактерии предъявляют к условиям своего существования значительно высокие требования, чем кислотообразующие. Так, например, они нуждаются в абсолютно анаэробной среде и требуют более длительного времени для воспроизводства.

Основными факторами, влияющими на процесс брожения, являются: температура, содержание кислот РН; ингибиторы; питательные средств, состав газа; концентрация твердых частиц и состав исходного материала [4].

Список литературы

1. Почвообрабатывающие, посевные и уборочные машины. Мачкарин А.В., Рыжков А.В., Казаков К.В., Макаренко А.Н., Саенко Ю.В., Чехунов О.А., Мартынов Е.А., Колесников А.С., Путиенко К.Н. 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» / Майский, 2021.
2. Технологии механизированных работ в растениеводстве. Чехунов О.А., Мартынов Е.А., Макаренко А.Н., Казаков К.В., Рыжков А.В., Мачкарин А.В., Саенко Ю.В., Асыка А.В., Путиенко К.Н. Практикум по дисциплине Технологии механизированных работ в растениеводстве для студентов среднего профессионального образования по направлению подготовки 35.02.07 – Механизация сельского хозяйства / п. Майский, 2019.
3. Механизация и автоматизация в животноводстве. Макаренко А.Н., Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Саенко Ю.В., Мартынов Е.А., Скляр А.И., Путиенко К.Н., Путиенко К.Н. Практикум для подготовки бакалавров по направлению 111100.62 – Зоотехния / Белгород, 2012.
4. Система переработки навоза. Булавин С.А., Вендин С.В., Путиенко К.Н. Патент на изобретение RU 2321984 С1, 20.04.2008. Заявка № 2006126729/12 от 21.07.2006.

Чехунов О.А., к.т.н., доцент; **Сокольников Д.С.**, студент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

ДОИЛЬНЫЕ РОБОТЫ В РОССИИ

Аннотация: Статья посвящена обзору роботизированных молочных ферм, работающих на территории РФ, основным производителям доильных роботов, включая отечественных, выявлению направлений их развития, а также сравнительной характеристики наиболее распространенных доильных роботов.

Ключевые слова: доение, корова, доильный робот, коровник.

Chekhunov O.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Sokolnikov D.S., student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

MILKING ROBOTS IN RUSSIA

Abstract: The article is devoted to the review of robotic dairy farms operating in the territory of the Russian Federation, the main manufacturers of milking robots, including domestic ones, identifying the directions of their development, as well as comparative characteristics of the most common milking robots.

Keywords: milking, cow, milking robot, cowshed.

Роботизированная система доения – современное направление развития доильного оборудования, при котором все операции, связанные с машинным доением, происходят без участия человека – оператора машинного доения [1].

Основные требования, предъявляемые к доильным роботам – полное соответствие правилам и технологии машинного доения коров, соблюдение ветеринарных требований, а также гигиеническим и санитарным правилам, касающихся молока и молокопроводных путей (части оборудования, контактирующих с молоком) [2]. Опыт эксплуатации роботизированных систем доения показал повышение продуктивности коров, сохранение их здоровья, а также получение молока высокого качества, что объясняется отсутствием его контакта с окружающей средой, т.е. все системы перемещения молока закрытого типа.

Процесс доения с использованием робота включает те же операции, что и при классическом машинном и автоматизированном доении – выпуск животных в доильную зону (в станок для доения); подготовка вымени, включающая его обмыв теплой водой с одновременным массированием, что дает «сигнал» стимуляции молокоотдачи; одевание подвесной части на соски вымени, посредством специальных сканеров, определяющих расположение сосков и манипуляторов, подводящих стаканы; процесс доения с регистрацией происходящих в данный момент параметров молокоистечения (скорости молокоотдачи, учет выдаиваемого молока в реальном времени, его качественные показатели (отсутствие соматических клеток) и т.д.); машинное выдаивание, т.е. оттягивание стаканов вниз при снижении

скорости молокоистечения (как правило меньше 200 мл/мин.); съём подвесной части по завершению процесса молокоотдачи; последовательная обработка сосков специальными ветеринарными препаратами [3]. Выполнение указанных операций происходит в работе в автоматическом режиме, для чего они оснащаются специальными датчиками и программным обеспечением, контролирующим здоровье скота, параметры молокоотдачи и норму потребляемого в процессе доения комбикорма.

Оснащение хозяйств специальными программными комплексами – «Системами контроля стада», позволяют вести статистику по стаду и по индивидуальному животному, своевременно реагировать на отклонения в здоровье и продуктивности скота, потреблении кормов, нахождении коров в охоте, времени отправки животных в запуск и ряд других зооветеринарных мероприятий.

Основные части доильного робота, имеющего непосредственный контакт с организмом животных, точнее с наиболее чувствительным органом – с выменем – доильные стаканы и устройство для санитарной обработки.

В доильных роботах для санитарной подготовки применяют как правило щеточные устройства, представляющие собой смонтированные на руке манипулятора пару щеток с ворсом, вращающихся навстречу друг другу, между которыми подается теплая вода или специальный моющий раствор. Основные требования к данному узлу – отсутствие вредного, болевого или травмирующего воздействия ворса на участки сосков и вымени, полное удаление всех загрязнений с поверхности кожи вымени, включая частички засохшего навоза, а также эффективная стимуляция рефлекса молокоотдачи [4].

В качестве устройств для отвода молока из вымени применяют как правило «классические» доильные стаканы с сосковой резиной или стаканы, оснащенные дополнительными функциями, производящими стимуляцию сосков, их обмыв, а также обработку препаратами по завершению доения. Основные требования к данному узлу – отсутствие эффекта «наползания», вредных воздействий на сосок, обратного оттока молока, снижение отрицательного воздействия высокого вакуума и т.д. Другими словами, доильные аппараты, установленные на манипуляторах доильных роботов должны быть адаптивными скоту, т.е. режим их работы должен соответствовать физиологии лактирующих коров. На наш взгляд этим требованиям отвечают доильные аппараты с однокамерными доильными стаканами и аппараты с управляемым режимом доения, которые были запатентованы сотрудниками Белгородского ГАУ и прошли производственную проверку на не роботизированных системах доения [5, 6].

Первые роботизированные фермы на территории РФ появились лишь в 2007 году, при этом в Европе первый робот заработал в начале 1980-х годов, в США и Канаде – в середине 1990-х годов. В настоящий момент в нашей стране функционирует около 1000 роботизированных ферм, при этом подавляющее большинство сосредоточено на территории Калужской области, где фермеры получили возможность приобретения доильных роботов по сниженным кредитным ставкам, субсидированных областными и федеральными правительствами по программе «Сто роботизированных молочных ферм» [7]. В настоящий момент география роботизированных молочных ферм в РФ довольно обширна, включая в себя следующие регионы: Алтайский, Камчатский Пермский, Приморский, Ставропольский и Хабаров-

ский края, республики Башкирия, Коми, Мордовия, Татарстан и Удмуртия, Амурскую, Архангельскую, Вологодскую, Воронежскую, Ивановскую, Иркутскую, Калужскую, Кировскую, Костромскую, Ленинградскую, Липецкую, Московскую, Нижегородскую, Рязанскую, Самарскую, Сахалинскую, Тверскую, Тюменскую, Ульяновскую и Ярославскую области.

Наиболее распространены на территории РФ следующие доильные роботы: Lely Astronaut – компания «Lely» (Нидерланды), производство внутри страны – ООО «Лейли РУС» (Россия); DeLaval VMS – компании «De Laval» (Швеция), M²erlin – компании Fullwood (Объединенное королевство), GEA Farm Mlone (многобоксовые роботы) и DairyProQ (роботизированная карусель) – компании «GEA Farm Technologies GmbH» (Германия), SAC Futureline Max, SAC RDS Futureline MAX DB, SAC RDS Futureline MAX SB и SAC RDS Futureline MAX Mobile – фирмы «SAC» (Дания) [8]. Из перечисленных производителей более 85% российского рынка занято компаниями «Lely» и «De Laval».

Техническая характеристика доильных роботов приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная техническая характеристика доильных роботов

Наименование работа	Lely Astronaut	SAC Futureline Max	Fullwood M ² erlin	GEA Mlone	DeLaval VMS
Мощность на доение, кВт/ч	0,37	0,55	0,29	0,19	*
Время подготовки вымени, с	40	5	34	5...15	70
Время одевания стаканов, с	10...15	*	10...15	30...40	45...50
Фактическое время доения, мин.	5...6	5...7	5...6	6...6,5	6,5...7,4
Подготовка к доению	Очистка вымени щетками, стимуляция, промывка, сдаивание первых струек	Ополаскивание водой, сушка, сдаивание первых струек	Очистка вымени щетками, стимуляция, промывка, сдаивание первых струек	Промывка каждого соска, сдаивание первых струек, стимуляция	Очистка, предварительное сдаивание, стимуляция, высушивание сосков
Подключение сосков с возможным наклоном, град.	30	*	30	40	45

Наименование робота	Lely As- tronaut	SAC Fu- tureline Max	Full- wood M ² erlin	GEA Mlone	Dela- val VMS
Снятие доильных стаканов	Индивидуально			Инди- виду- ально или по вымени	По долям

*данные отсутствуют

Современные тенденции развития доильных роботов – применение роботизированных роторных доильных установок («Роботизированная карусель»), т.е. сочетание автоматизированных доильных залов с контролируемым вводом скота на доения и доильных роботов. В таких установках доильные посты оборудуются роботами-манипуляторами, заменяющих операторов.

В РФ производится только один доильный робот, без использования импортных комплектующих – робот «Волшебник» (ООО «Промтехника», Нижегородская область) [9]. Оборудование имеет ряд отличий от известных импортных роботов, например, наличие двойных входа и выхода позволяет разместить доильный робот в любом помещении и организовать схему движения животных в соответствии с потребностями конкретного производства, применение электрического манипулятора обеспечивает бесшумную и комфортную работу. Хозяйства, эксплуатирующие российских роботов-дояров, отмечают, что в результате внедрения этих решений им удалось улучшить показатели здоровья стада и добиться хороших надоев.

Список литературы

1. Ведищев С.М. Механизация доения коров. / С.М. Ведищев – Тамбов : ТГТУ, 2006. – 160 с.
2. Карташов Л.П. Повышение надежности системы «человек – машина – животное». / Л.П. Карташов, С.А. Соловьев – Екатеринбург: УрО РАН, 2000. – 276 с.
3. Применение доильных роботов. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://nalugah.ru/inventar/tekhnologii-i-issledovaniya-v-oblasti-robotizirovannogo-doeniya.html>.
4. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет. / В.Ф. Ужик – Белгород: БелГСХА. – 2009. – 485 с.
5. Патент № 2263443 С1 Российская Федерация, МПК А01J 5/04. Доильный аппарат: № 2004116288/12: заявл. 28.05.2004: опубл. 10.11.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляр [и др.]; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия (Белгородская ГСХА).
6. Патент № 2250605 С1 Российская Федерация, МПК А01J 5/00. Доильный аппарат : № 2004110091/12: заявл. 02.04.2004: опубл. 27.04.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляр [и др.]; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия (Белгородская ГСХА).
7. Сколько стоит молочная робоферма? Электронный ресурс. Режим доступа: <https://robotrends.ru/pub/1539/skolko-stoit-molochnaya-roboferma>.
8. Технология машинного доения и контроль качества молока / И.В. Брило, Н.С. Яковчик, А.С. Курак [и др.]. – Минск : НПЦ НАН, 2017. – 210 с.
9. Доильный робот. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://promtechnika.com/oborudovanie/roboty/doilnyj-robot/>.

Чехунов О.А., к.т.н., доцент, **Овсянников Т.Ю.**, студент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

ПЛЮЩИТЬ ИЛИ ДРОБИТЬ? СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА

Аннотация. Статья посвящена обзору средств механизации измельчения зерна при подготовке его к вскармливанию с приведением сравнительной технико-экономической характеристики молотковых дробилок и плющилок фуражного зерна.

Ключевые слова: кормление, плющилка, дробилка, зерно.

Chekhunov O.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Ovsiannikov T.Y., student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

FLATTEN OR CRUSH? COMPARATIVE ANALYSIS OF GRAIN GRINDING MACHINES

Abstract: The article is devoted to the review of the means of mechanization of grain grinding in preparation for feeding with the comparative technical and economic characteristics of hammer crushers and feed grain crushers.

Keywords: feeding, flattener, crusher, grain.

Зерновые компоненты в рационах сельскохозяйственных животных, включая молочный скот – неотъемлемая часть, в значительной степени влияющая на продуктивность и здоровье [1]. При этом, перед вскармливанием зернофураж должен быть определенным образом подготовлен, в первую очередь подвергнут измельчению.

В кормопроизводстве приняты следующие виды подготовки зернофуража к вскармливанию – измельчение, плющение и размол, осуществляемые соответственно на зернодробилках, плющилках и мельницах [2].

На практике широкое распространение по подготовке зерновых кормов к вскармливанию получил метод дробления зерна, т.е. его измельчение за счет удара, как правило с использованием молотковых дробилок.

Несмотря на простоту и надежность таких машин получаемый продукт (измельченное зерно) не в полной мере соответствует зоотехническим требованиям. Так, например, при использовании дробленого зерна в рационах крупного рогатого скота и других жвачных животных, наряду с массой положительных моментов, присутствует такой недостаток, как его оседание в рубце и быстрый проход преджелудков, что приводит к снижению эффективности использования питательных веществ, поступающих с зерном (т.е. снижается усвояемость корма) [3]. При плющении зерна получается корм, наиболее полно

соответствующий физиологическим процессам жвачных животных. Нарушенная при плющении клетчатка, содержащаяся во внешней оболочке, препятствует быстрому доступу ферментов к питательным веществам зерна. При этом площадь соприкосновения питательных веществ зерна с ферментной системой желудочно-кишечного тракта животного увеличивается в несколько раз.

Использование молотковых дробилок приводит к переизмельчению зерна. Это особенно вредно для жвачных животных, у которых пищеварительная система нормально работает только в том случае, если корма в камерах желудка долго перевариваются (в рационе обязательны грубые корма, а плющенное зерно по своим физико-механическим свойствам к нему приравнивается) [4]. Для других животных переизмельченное зерно в больших количествах так же вредно, поскольку они быстро набирают массу (организм не успевает подстраиваться под эти изменения).

Операция размола на вальцовых мельницах в современном кормопроизводстве практически не применяется, объясняется это высокой энергоемкостью процесса и несоответствием продукта зоотехническим нормам для большинства видов животных и птицы [1].

В последние годы в мировой практике кормопроизводства для подготовки зернофуража применяют плющилки, имеющие ряд преимуществ перед машинами ударного типа (зернодробилками) [5]:

- * возможность более полного использования питательных веществ, объясняемая тем, что размеры плющеного зерна позволяют ему равномерно распределяться по пищеварительной системе животных (для жвачных в первую очередь по рубцу), что позволяет улучшить усвояемость корма, в первую очередь белков и углеводов, и вырабатывать аминокислоты и водорастворимые витамины (при дроблении зерно просто раскалывается на несколько кусочков, а при плющении же оно не просто раздавливается, но и происходит разрыв на клеточном уровне, при этом если посмотреть на клетку плющеного зерна под микроскопом, можно увидеть, что она вся покрыта микротрещинами, именно поэтому его усвоение лучше);

- * отсутствие переизмельченного продукта (снижение потерь от пылевых отходов);

- * при плющении зерна происходит частичное ферментативное расщепление, декстринизация (разрушение структуры) содержащегося в нем крахмала, «растворение» протеиновых оболочек крахмальных зерен в результате протекающих микробиологических и биохимических процессов, это так же способствует повышению питательной ценности фуражного зерна, его углеводного и протеинового комплексов;

- * сохранение микроэлементов в оболочке зерна (оболочка остается в корме, а не улетучивается с отходами);

- * улучшение усвояемости корма животными на 3,5...8,3%;

- * рост продуктивности скота (удой на 5...10%, привесы на 10...20%);

- * в кормозаготовке можно использовать неравномерно созревшее и не дозревшее зерно при высокой влажности (более 20%), что дает возможность отказаться от операций, связанных с сушкой зерна (инвестиции, вкладываемые в

плющение зерна значительно ниже, чем в сушильный комплекс, что уменьшает капитальные вложения, а соответственно увеличивается рентабельность производства).

Во многих научных учреждениях проводились исследования, влияния различных способов измельчения зернофуража на продуктивность животных, усредненные данные на примере молочного скота приведены в таблице 1 [5].

Таблица 1 – Влияние способа измельчения зернофуража на продуктивность КРС молочного направления

Показатель	Молотое зерно	Дробленое зерно (отсеянное на решетках 3 мм)	Плющенное зерно
Удой молока, кг/день	19,8	20,9	23,0
Жирность получаемого молока, %	3,88	3,92	3,94
Содержание белка в выдоенном молоке, %	2,9	3,06	3,08
Среднесуточный прирост, кг	0,73	0,79	0,84

Анализ таблицы 1 позволяет судить о значительном превышении всех показателей при подготовке зернофуража скармливанию плющением над другими способами измельчения.

В России широкое применение для плющения зерна находят плющилки серий ПЗ, ПВЗ, ПВМ и АПЗ, техническая характеристика которых приведена в таблице 2 [6].

Таблица 2 – Техническая характеристика плющилок зерна

Наименование показателя	Марка плющилки				
	ПВЗ-30	ПВЗ-10	ПЗ-10	АПЗ-01	ПВМ-2
Производительность на зерне злаковых культур влажностью 25...35%, т/ч	21	7	7	0,7	1,8
Производительность на кукурузы влажностью 25...35%, т/ч	30	10	10	1	2
Количество валцов	2	2	2-3	2	2
Емкость бункера, м ³	2,5	2,5	0,5	0,25	1,5

Среди всех разновидностей зернодробилок широкое распространение в нашей стране получили молотковые дробилки закрытого (решетные) и открытого (безрешетные) исполнений [7]. Техническая характеристика наиболее распространенных в РФ современных зернодробилок приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Техническая характеристика дробилок зерна

Показатель	Марка дробилки			
	ДЗТ-1	МКД-Ф-1	ЭЗД-Т-1	«Таврия»
Производительность, кг/ч	40...100	60...100	40...60	70...130
Средний размер частиц измельченного зерна (не более), мм	1...2,6	1,1...1,6	2,6	2,6
Потребляемая мощность, кВт	1,6	0,6	0,45...0,5	0,9...1
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	2840	1440	2890	2920

С учетом вышесказанного можно сделать вывод, что наиболее предпочтительным в кормопроизводстве выступает операция плющения, имеющая ряд преимуществ перед операциями размола и измельчения. Кроме того, на наш взгляд, для подготовки зернофуража к скармливанию, желательно совместить влаготепловую обработку зерна с плющением, что позволит улучшить вкусовые качества, повысить питательную ценность [8]. Данный способ включает в себя следующие последовательно выполняемые операции: забор фуражного зерна из завальной ямы и подача материала на обработку; очистка зернового вороха от крупных и металлосодержащих примесей; подача очищенного зерна и пара в шнековый пропариватель (для предварительной обработкой паром); темперирование зерна (давление пара – 130...170 кПа), температура пара – 105...130°C; дозирование пропаренного зерна; плющение зерна; выгрузка плющеного зерна и отведение отработанного пара. Для осуществления данной технологии следует разработать агрегат, выполняемый перечисленные операции, поскольку отечественные машины такого типа не выпускаются.

Список литературы

1. Родионов Г.В. Основы зоотехнии / Г.В. Родионов, Л.П. Табакова. – М. : Академия, 2003. – 446 с.
2. Коба В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, В.Ф. Некрашевич – М. : Колос, 2000. – 258 с.
3. Механизация и автоматизация животноводства / А.Ф.Князев, Е.И. Резник, С.В. Рыжов и др. – М. : Колос, 2004. – 375 с.
4. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / В.М. Баутин, В.Е. Бердышев, Д.С. Буклагин и др. – М. : КолосС, 2009. – 536 с.
5. Технология плющения зерна. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.hermes-rostov.com/kategoriya-kataloga-prigotovlenie-kormow-zernoplushilki-tech.php>.
6. 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.
7. Чехунов О.А. Определение основных конструктивно-режимных параметров молотковой зернодробилки для фуражного зерна / О.А. Чехунов, В.В. Воронин, А.В. Ворохобин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 2 (30). – С. 45–56.
8. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / А.П. Тарасенко, В.Н. Солнцев, В.П. Гребнев и др. – М: КолосС, 2003. – 552 с.

Чехунов О.А., к.т.н., доцент, **Ермоленко Н.С.**, магистрант
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

ОБЗОР ПУЛЬСАТОРОВ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация: Статья посвящена обзору пульсаторов, применяемых в современном доильном оборудовании и обоснованию направления их дальнейшего совершенствования.

Ключевые слова: доение, корова, пульсатор, доильный аппарат.

Chekhunov O.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Ermolenko N.S., Master's student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

OVERVIEW OF PULSATORS OF MILKING MACHINES

Abstract: The article is devoted to the review of pulsators used in modern milking equipment and substantiation of the direction of their further improvement.

Keywords: milking, cow, pulsator, milking machine.

Пульсатор – составная часть доильного аппарата, служащая для преобразования постоянного вакуума в переменный, что создает смену тактов при работе аппарата («сосание», «сжатие», «отдых») [1]. Кроме того, пульсатор отвечает за основные режимные параметры работы доильного аппарата – расход воздуха, частота пульсаций и соотношение тактов.

В зависимости от производителя пульсаторы различаются по объему, массе и конструктивному исполнению. При использовании пульсаторов с синхронным или попарным выдаиванием четвертей вымени коллекторы комплектуются соответствующим распределителем переменного вакуума.

По режиму смены тактов работы пульсаторы бывают одно и двухполупериодные (на два и четыре выхода). На наш взгляд наиболее полно отвечает требованиям машинного доения коров и физиологии доения – двухполупериодные пульсаторы. Исследования работы доильных аппаратов, оснащенных двухполупериодными пульсаторами, проведенные учеными Белгородского ГАУ показали высокие хозяйственные результаты – увеличение молочной продуктивности коров в среднем на 1,5...2%, снижение заболеваемости вымени коров маститами на 2,5...5%, уменьшение времени машинного доения при увеличении полноты выдаивания вымени, снижение затрат ручного труда, более надежное удержание подвесной части аппарата на сосках вымени, отсутствие эффекта «наползания» доильных стаканов [2, 3, 4].

По принципу действия пульсаторы делятся на механические, гидравлические и электроуправляемые, при этом режим их работы может быть организован со сменой параметров (регулируемым) или без них.

Рассмотрим конструкции наиболее распространенных пульсаторов доильных установок.

Наиболее простыми по конструкции пульсаторами комплектуются доильные аппараты серии «Майга», АДУ-1, УДА-2КО и некоторых других [5]. Пульсатор указанных аппаратов – пневматический, мембранного типа с нерегулируемой частотой пульсаций (рисунок 1). Недостатки данного типа пульсаторов – отсутствие возможности изменять частоту пульсаций и соотношение тактов, малый срок службы до ремонта (за счет растягивания мембраны), возможность забивания дросселирующего канала и соответственно потеря работоспособности.

В доильных аппаратах МДУ-5, «Афмилк», «Кубаночка» и некоторых других применена более совершенная конструкция пневматического мембранного пульсатора, позволяющая регулировать частоту пульсаций и длительность соотношения тактов за счет наличия регулировочного винта, изменяющего проходное сечение в диффузоре.

В трехтактных доильных аппаратах типа «Волга» (рисунок 2) пульсатор крепится к доильному ведру, что делает невозможным его использования в установках с молокопроводом [6].

В доильных аппаратах «Нурлат», «Профимилк», «Melasty», некоторых моделях аппаратов De Laval применяются пневматические пульсаторы, обеспечивающие попарное чередование тактов, т.е. двухполупериодные пульсаторы (рисунок 3). Недостатки данных пульсаторов – сложность конструкции, возможность забивания дросселирующих отверстий.



Рис. 1 – Пульсатор пневматический мембранный с нерегулируемой частотой пульсаций



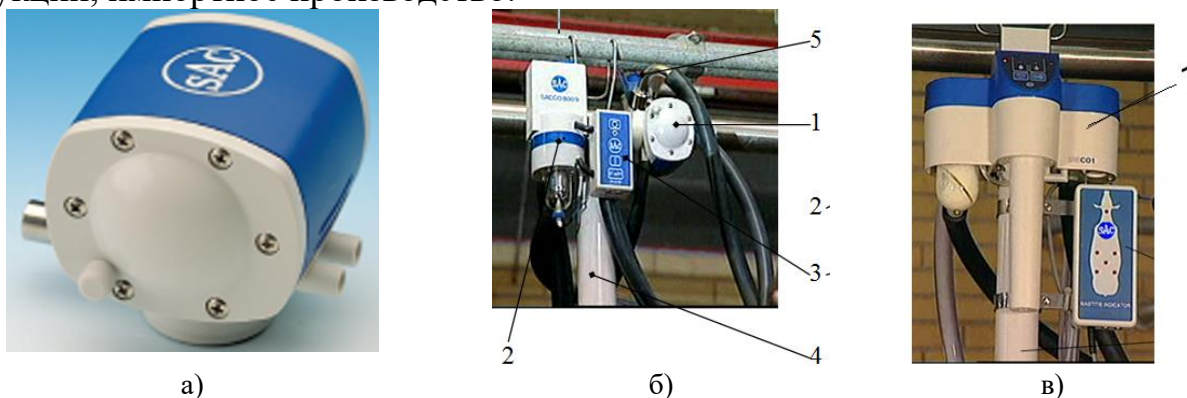
Рис. 2 – Пульсатор Доильного аппарата «Волга»



Рис. 3 – Пульсатор мембранный пневматический двухполупериодный

В компании SAC выпускается гидромеханический пульсатор попарного доения Unipuls-2 (рисунок 4, а) в котором для компенсации скачков вакуума при смене тактов применена система гидравлической амортизации [7]. Этой же компанией выпускается и механический электроуправляемый пульсатор Unipuls-M (рисунок 4, б), схожий по конструкции с рассмотренным ранее, отличие – автоматическая смена тактов, обеспечиваемая изменением проходного сечения в штоке иглой, связанной с электроприводом. Сигнал на смену тактов подает блок управления при изменении скорости молокоистечения в молокоприемнике. Также пульсатор Unipuls-M может быть встроен в единый блок

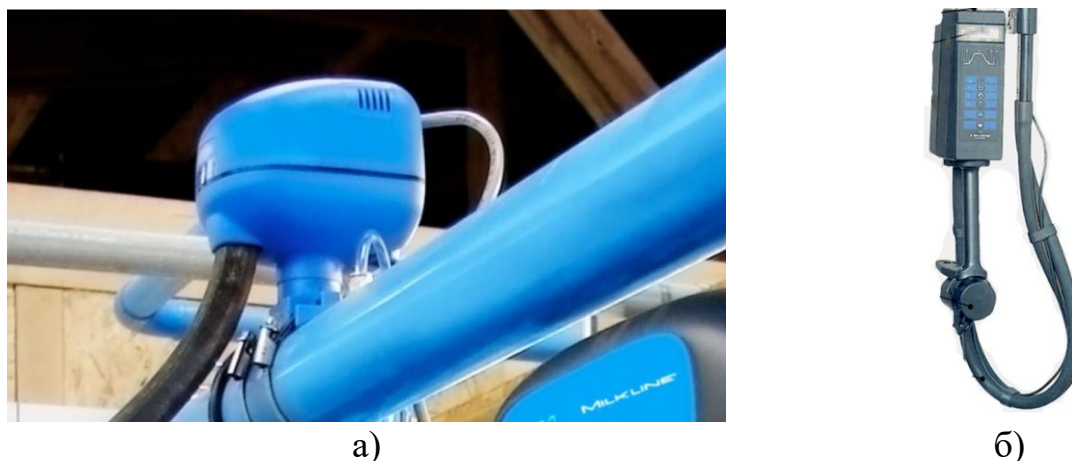
управления Unico-1 (рисунок 4, в). Недостатки пульсаторов – сложность конструкции, импортное производство.



а – гидромеханический Unipuls-2; б – механический электроуправляемый Unipuls-M; в – встроенный в блок управления Unico-1; 1 –пульсатор; 2 – молокоприемник; 3 – пульт управления; 4 – манипулятор; 5 – вакуумно-молочный кран.

Рис. 4 – Пульсаторы попарного доения компании SAC

В доильных аппаратах «Milk Line» используются электроуправляемые пульсаторы, встраиваемые в вакуумпровод линейных установок (рисунок 5, а) или в станцию управления доением (рисунок 5, б) для автоматизированных и роботизированных систем доения. Смену тактов работы обеспечивает электромагнит пульсатора, связанный с клапаном, управляющим впуском / перекрытием подачи воздуха в патрубки, соединенные с межстенными камерами стаканов [8]. Недостаток данных пульсаторов – отсутствие производства на территории РФ.



а – для линейных систем доения,
б – для автоматизированных и роботизированных систем доения
Рис. 5 – Пульсаторы доильных аппаратов «Milk Line»

Также известны электронные пульсаторы, оснащенные информационными дисплеями, показывающими частоту пульсаций и соотношение тактов при работе доильного аппарата (рисунок 6). Определенный интерес вызывают пульсаторы, обеспечивающие изменение частоты пульсаций по каждому доильному стакану в отдельности (рисунки 7...8) [6]. Недостаток электронных пульсаторов – их дороговизна, обусловленная наличием микропроцессоров.



Рис. 6 – Электронный пульсатор на два выхода с информационным дисплеем



Рис. 7 – Электроуправляемый пульсатор на четыре выхода



Рис. 8 – Пневматический пульсатор на четыре выхода

Изучив существующие конструкции, мы считаем, что перспективным направлением дальнейшего развития пульсаторов будет создание отечественного электроуправляемого пульсатора, что решит проблему импортозамещения.

Список литературы

1. Карташов Л.П. Повышение надежности системы «человек – машина – животное». / Л.П. Карташов, С.А. Соловьев – Екатеринбург : УрО РАН, 2000. – 276 с.
2. Патент № 2250605 С1 Российская Федерация, МПК А01J 5/00. Доильный аппарат : № 2004110091/12: заявл. 02.04.2004: опубл. 27.04.2005 / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, А.И. Скляр [и др.]; заявитель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия (Белгородская ГСХА).
3. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет. / В.Ф. Ужик – Белгород : БелГСХА. – 2009. – 485 с.
4. 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, 24 января 2018 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 602–606.
5. Курак А.С. Современная технология машинного доения коров / А.С. Курак. – Брест: БрГТУ, 2010. – 63 с.
6. Ведищев С.М. Механизация доения коров. / С.М. Ведищев – Тамбов : ТГТУ, 2006. – 160 с.
7. Доильное оборудование Компании SAC. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.sacmilking.ru>.
8. Доильное оборудование компании Milkline. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://www.milkline.com/ru>.

Чехунова Г.С., к.с.-х.н., старший преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

ДОЗАТОР ДОБАВОК ПРИ КЛЕТОЧНОМ СОДЕРЖАНИИ ПТИЦЫ

Аннотация: В статье предложено техническое решение, позволяющее дозировать включать в основной рацион птицы, содержащейся в клетках различные добавки.

Ключевые слова: кормление, птица, добавка, дозатор.

Chahunova G.S., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer, Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

ADDITIVE DISPENSER FOR POULTRY CELLULAR CONTENT

Abstract: The article proposes a technical solution that allows to include various additives in the main diets of poultry contained in cages in a dosed manner.

Keywords: feeding, poultry, additive, dispenser.

Современное промышленное птицеводство идет по индустриальному пути, что требует интенсивного введения в рацион веществ, способствующих поддержанию иммунной системы птицы, а также использования различных медикаментозных препаратов [1].

Для увеличения качества и количества продукции, получаемой от кур, содержащихся в клетках (куриных яиц и мяса), при сохранении здоровья птицы многие производители используют в рационах биологически активные добавки, премиксы и витаминные комплексы, выпускающиеся преимущественно в сухом виде [2].

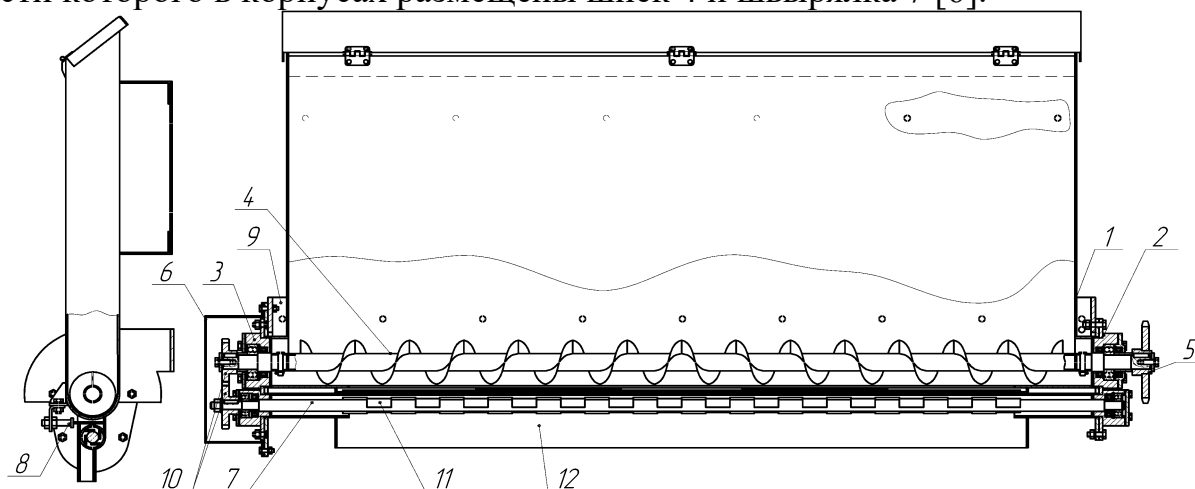
Основная проблема при вводе в рацион птицы при клеточном содержании различных добавок заключается в высоких затратах ручного труда и неравномерностью распределения вдоль фронта кормления, что обусловлено малым их количеством относительно основного рациона [3, 4].

Следует отметить и тот факт, что современная зоотехническая наука ищет новые препараты, которые позволяют получать экологически чистую продукцию птицеводства, например, полученную из продукции пчеловодства, гидропоники, L-лизина сульфата и др. [5]. Это в свою очередь диктует необходимость проведения экспериментальных исследований и производственных испытаний, с оставлением в стаде контрольной группы, что не позволяет отказаться от традиционного рациона для всего стада. Другими словами, возникает необходимость в совмещении основного рациона кормления и отдельного добавления для подопытной группы птицы исследуемых добавок.

Целью конструкторской разработки является дооснащение клеточных батарей для птицы дозатором кормовых добавок (БВМД, премиксов и других) для

дозированной их раздачи во время раздачи комбикорма основного рациона по всем ярусам и вдоль всего фронта кормления.

Предлагаемый дозатор добавок включает бункер 1 (рисунок 1) в нижней части которого в корпусах размещены шнек 4 и швырляка 7 [6].



1 – бункер; 2, 3 – корпуса подшипников; 4 – шнек; 5 – приводная звездочка; 6 – кожух; 7 – швырляка; 8 – заслонка; 9 – крепление; 10 – зубчатая передача; 11 – лопасти швырляки; 12 – выгрузной канал.

Рис. 1 – Дозатор добавок при клеточном содержании птицы

Привод шнека 4 дозатора осуществляется с помощью цепной передачи от электродвигателя (на схеме не показаны). Привод швырляки 7 с помощью зубчатой передачи 10 от шнека 4.

Процесс работы дозатора: кормовые добавки загружаются в бункер 1 и с помощью шнека 4 поступают к лопастям швырляки 7, которые через дозирующие заслонки 8 направляют продукт в выгрузной канал 12.

Производительность дозатора регулируется величиной открытия дозирующей заслонки 8.

Для обеспечения работоспособности проектируемого дозатора представим зависимости, определяющие его основные конструктивно-режимные параметры.

Производительность дозатора будет равна производительности его питателя – шнека, определяемая по формуле [7]:

$$W_{ш} = \frac{V \cdot \rho}{T}, \quad (1)$$

где V – объем добавки, находящейся в бункере (т.е. объем добавки рассчитанной по зоотехническим нормам на весь фронт кормления по одному ярусу клеточной батареи), м^3 ;

ρ – насыпная плотность добавки, $\text{кг}/\text{м}^3$;

T – время работы кормолинии (время распределения корма от места загрузки до крайней клетки по фронту кормления), ч.

Для обеспечения равномерного распределения добавки по фронту кормления необходимо правильно подобрать частоту вращения его питателя – шнека:

$$n = \frac{W_{ш}}{47 \cdot (D^2 - d^2) \cdot \phi \cdot s \cdot \gamma}, \quad (2)$$

где D – наружный диаметр шнека, м (задается конструктивно на этапе проектирования дозатора и уточняется после испытаний);

s – шаг витка шнека, м;

d – диаметр вала винта, м;

γ – насыпная плотность кормовой добавки, кг/м³;

φ – коэффициент заполнения шнека ($\varphi = 0,8$).

Угловую скорость вала шнека определим по известному выражению:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}. \quad (3)$$

Мощность, необходимая для привода шнека, расходуется на передвижение, преодоление сил трения о кожух и винт, на перемешивание и перетирание компонентов между собой и определяется по формуле [8]:

$$N = \frac{\kappa_p \cdot \kappa_n \cdot G_{ш}}{367} \cdot L \cdot \kappa_c + \frac{D \cdot L}{20}, \quad (4)$$

где κ_p – коэффициент, учитывающий потери на перемешивание;

κ_n – коэффициент неравномерности;

L – длина шнека, м;

κ_c – коэффициент сопротивления перемещению кормовой добавки.

Крутящий момент на валу шнека определим по формуле:

$$M_{ш} = \frac{N}{\omega}. \quad (5)$$

Скорость продольного перемещения витка шнека определим из выражения:

$$V_{пр} = \frac{s \cdot n}{60}. \quad (6)$$

Объемная производительность шнека (питателя дозатора) составляет:

$$Q_{ш} = 0,785 \cdot \phi \cdot (D^2 - d^2) \cdot V_{пр}. \quad (7)$$

Массовую производительность шнека определим по выражению:

$$G_{ш} = Q_{ш} \cdot \gamma. \quad (8)$$

$$G_{ш} = 0,134 \cdot 400 = 53,6 \text{ кг/час} = 0,0536 \text{ т/час}.$$

Средний угол подъема винтовой линии питателя дозатора составляет:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi D}. \quad (9)$$

Коэффициент трения скольжения при движении:

$$f = 0,7 \cdot f_0, \quad (10)$$

где f_0 – коэффициент трения кормовой добавки по металлу в покое.

Угол естественного откоса при движении составляет:

$$\phi' = 0,7 \cdot \phi_0, \quad (11)$$

где ϕ_0 – угол естественного откоса кормовой добавки в покое, град.

Произведя теоретические расчеты проектируемого дозатора получены следующие конструктивно-режимные параметры работы дозатора (из расчета выдачи 0,005 м³ добавки): производительность питателя – 7,76 кг/ч; частота вращения питателя – 6,5 об/мин (угловая скорость 0,68 рад/с); мощность привода дозатора – 1,9 кВт; диаметр витков шнека – 0,05 м, диаметр вала питателя – 0,025 м; длина питателя – 0,35 м; объемная производительность питателя – 3,73·10⁻⁶ м³/с; максимальная осевая сила, действующая на винт питателя – 156 Н.

Список литературы

1. Корниенко С.А. Инновационные подходы в технологии производства мяса птицы с целью получения продукта премиум класса [Текст] / С.А. Корниенко, С.Н. Зданович, П.П. Корниенко. – Белгород ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. – 160 с.
2. Кочиш И.И. Птицеводство / И.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Г. Смирнов – М. : КолосС, 2008. – 407 с.
3. Макаренко А.Н. Система технологических процессов в животноводстве и растениеводстве / А.Н. Макаренко, О.А. Чехунов. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2012. – 64 с.
4. Механизация и автоматизация животноводства / А.Н. Макаренко, В.Ф. Ужик, А.И. Скляр [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – 76 с.
5. Мартынова Е.Г. Качественные показатели пищевых куриных яиц при использовании пробиотической кормовой добавки Амилоцин [Текст] / Е.Г. Мартынова, П.П. Корниенко // материалы XXIV международной научно-производственной конференции – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – с. 194-195.
6. Чехунов О.А. Устройства для ввода добавок в рацион кур яичного направления при клеточном содержании / О.А. Чехунов, Г.С. Чехунова // Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке: Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 16 декабря 2020 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. – С. 175–179.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020666918 Российская Федерация. Оптимизация технологических линий животноводческих и птицеводческих ферм: №2020665130: заявл. 23.11.2020: опубл. 17.12.2020 / П.П. Корниенко, О.А. Чехунов, С.А. Корниенко [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».
8. Тищенко М.А. Проектирование и расчет технологических линий подготовки и раздачи дифференцированного состава многофункциональными агрегатами. / М.А. Тищенко – Черноград : ВНИПТИМЭСХ, 2007. – 150 с.

Широков М.С., аспирант, **Саенко Ю.В.** д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация: Рассмотрена актуальность применения установки зерна для проращивания в промышленных производствах. Рассмотрены основные требования для установок по проращиванию зерна.

Ключевые слова: установка для проращивания зерна, пророщенное зерно.

Shirokov M.S., graduate student, **Sayenko Yu.V.** Doctor of Technical
Sciences, Professor
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

THE RELEVANCE OF THE APPLICATION OF THE PLANT FOR GERMINATION OF GRAIN IN INDUSTRIAL PRODUCTION

Abstract: The relevance of the application of the grain plant for germination in industrial production is considered. The basic requirements for grain germination plants are considered.

Keywords: grain germination plant, sprouted grain.

В условиях развития промышленного производства мяса птицы, свиней, КРС и др, производители стали переходить на сухие комбинированные корма. Сухой комбикорм в процессе производства теряет часть питательных свойств, и чтобы их компенсировать, животным необходимо добавлять в рацион зеленые корма, такие как пророщенное зерно различных культур, микроводоросли спирулина, хлорелла и другие [1]. Но в современную технологию кормления зеленые корма не вписываются, поэтому в свиноводстве и птицеводстве используются только комбикорма.

Включение в комбинированные корма зеленой массы позволит восполнить недостаток витаминов, минералов, микроэлементов и других важных веществ, необходимых для полноценного развития организма животных. Так как сухие корма гораздо хуже усваиваются организмов, чем насыщенные свежими добавками в виде пророщенных культур. А если животное не получают необходимых элементов для развития, это сказывается на его активности, на приросте массы, растет заболеваемость среди животных, растет падеж.

Исследования, проводимые в нашем институте по разработке средств для проращивания зерна, а также сравнения химических показателей сухого и пророщенного зерна, показали, что пророщенное зерно, содержит большое количество белков, минералов, витаминов, аминокислот, антиоксидантов [2].

Поэтому для дальнейшего развития промышленного выращивания животных, внедрения средств по механизации проращивания зерна, даст дополнительные приросты по многим показателям.

Установки для проращивания зерна имеют различные конструкции [3], но все они должны отвечать определенным требованиям, без которых их эффективность будет под вопросом:

1. Простота и надежность конструкции – позволит обеспечить непрерывный процесс проращивания зерна и упростит обслуживание установки.

2. Для предотвращения слеживания и образования гнили, установки должны обладать возможностью ворошения зерна, борботированием или механическим способом.

3. Места для расположения установок должны быть стерильны, вода должна проходить предварительную очистку, чтобы предотвратить загрязнение зерна и предупредить появление болезнетворных бактерий.

4. Зерно должно на регулярной основе орошаться или обеспечиваться питательной средой или водой, чтобы обеспечить интенсивный рост.

5. Освещение также должно быть оптимальным и равномерным по всей площади проращиваемого зерна.

Нужно отметить, что на интенсивность роста зерна оказывают влияние многочисленные факторы, которые можно представить тремя группами: освещенность, питание зерна, температура [3, 4, 5].

Развитие цехов по проращиванию зерна, которые соответствуют перечисленным выше требованиям, повысят питательность рациона животных в условиях промышленного производства, что снизит эксплуатационные затраты на витаминные добавки, профилактические ветеринарные обработки и пр. Также развитие цехов позволит отказаться от транспортировки на дальние расстояния, это снизит затраты на логистику и зеленая масса не будет терять часть питательных свойств, при транспортировке.

Необходимость внедрения установок для проращивания зерна на производстве, обусловлена повышением иммунитета животных, снижением затрат на витаминные добавки, снижением затрат на профилактические мероприятия и лечение животных, повышение прироста массы животных на 7-10%, сохранности поголовья на 5-7% [1], что очень важно для производства.

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. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Широков М.С. Результаты работы установки для проращивания зерна // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2023. Т 15, № 1. С.121-129.

3. Саенко Ю.В. Технологическая линия для подготовки корма из пророщенного зерна / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко// Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 6. – С. 14–16.

4. 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.

5. Пат. 2444881 Российская Федерация, А01С1/02 (2006.01), А01G31/04 (2006.01). Конвейер для проращивания зерна / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Головин А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА. – № 2010141227/21; заявл. 07.10.2010; опубл. 20.03.2012. – 9 с. : ил.

Широков М.С., аспирант, **Саенко Ю.В.** д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

ГРАНУЛЯТОР КОМБИКОРМА

Аннотация: Рассмотрена актуальность применения установки для гранулирования комбикорма с добавлением пророщенного зерна.

Ключевые слова: установка для проращивания зерна, установка для гранулирования комбикорма.

Shirokov M.S., graduate student
Sayenko Yu.V. Doctor of Technical Sciences, Professor
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

FEED GRANULATOR

Abstract: The relevance of the application of the plant for granulating compound feed with the addition of sprouted grain is considered.

Keywords: grain germination plant, feed granulation plant.

Производство комбикормов остается основным звеном в развитии агропромышленного комплекса страны. Обеспеченность комбикормами во многом определяет уровень развития и экономику животноводства, особенно крупных животноводческих хозяйств и птицефабрик, так как в структуре себестоимости продукции животноводства стоимость кормов составляет 65-75% [1, 2, 3].

Основное назначение предприятий кормопроизводства - готовить такие смеси, чтобы обеспечить полностью животных питательными веществами, гарантирующими их сохранность, рост, развитие и продуктивность.

Роль комбикормов возрастала по мере развития животноводческой отрасли. Так. С созданием ферм, крупных комплексов и птицефабрик стало невозможным накормить животных, не используя комбикорма, выработанные промышленным способом в цехах, на специализированных заводах и т.п. Обеспечение всех требований животноводов также невозможно без высоких показателей качества кормов [1, 4, 5, 6].

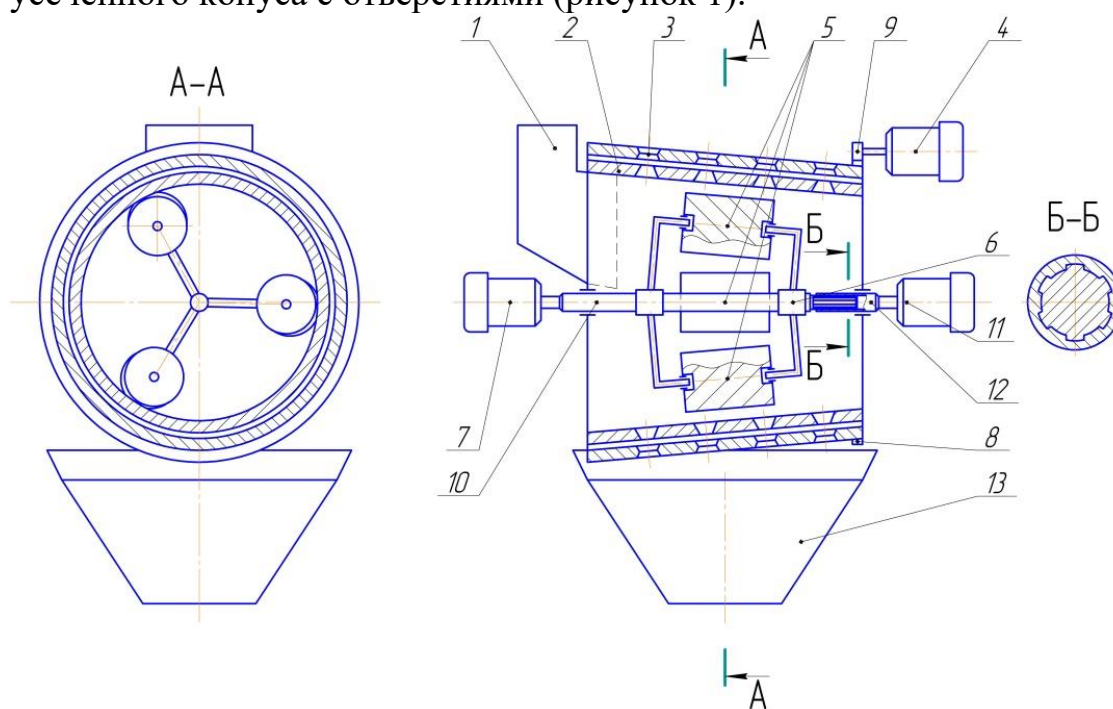
Комбикорма занимают лидирующие позиции в рационе сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы. И если раньше было распространены сыпучие корма, то сейчас все больше предпочтение отдается гранулированным кормам. Гранулированные корма имеют ряд преимуществ перед сыпучими, такие как долгий срок хранения, ниже потери при транспортировке и раздаче корма, из-за термической обработки в составе гранулированного корма меньше развивается патогенная микрофлора, обладает компактностью и занимает меньше объема при хранении и перевозке.

Для выработки комбикормов строятся отдельные предприятия, создаются специальные машины, обеспечивающие очистку сырья от различных примесей (сорных, вредных, металломагнитных и др.), измельчение сырья таким образом, чтобы гранулометрический состав учитывал возможность полного потребления и переваривания компонентов. Их правильное соотношение и сочетание, обоснованное научными исследованиями, высокую однородность смеси, гарантирующую требуемый химический состав для каждого животного.

Для сохранения полезных свойств культуры и длительного хранения лучше всего подходит гранулирование. Гранулы лучше хранятся, чем сыпучие корма, сохраняя полный спектр питательных веществ и вкусовые качества, поэтому они отлично поедаются всеми видами сельскохозяйственных животных, рыбы и птицы. Возможна добавка пророщенного зерна [7, 8] в рассыпной комбикорм до гранулирования. Таким образом произойдет насыщение натуральными витаминами комбикорма.

Именно поэтому разработка и совершенствование средств гранулирования кормов является важной задачей. Ведь разработка новых конструкций и совершенствование старых позволит снизить эксплуатационные затраты, а также улучшить качество получаемых гранул.

Гранулятор барабанного типа [9], представляет собой матрицу, в виде усеченного конуса в которой расположены конусообразные отверстия, матрица расположена горизонтально, поверх матрицы расположен поворотный нож в виде усеченного конуса с отверстиями (рисунок 1).



1 – патрубок приемный; 2 – матрица коническая; 3 – нож поворотный;
4, 7, 11 – электродвигатель; 5 – вальцы прессующие; 6 – водило;
8 – обод полиамидный; 9 – шестерня; 10,12 – вал; 13 – бункер приемный.

Рис. 1 – Гранулятор барабанного типа

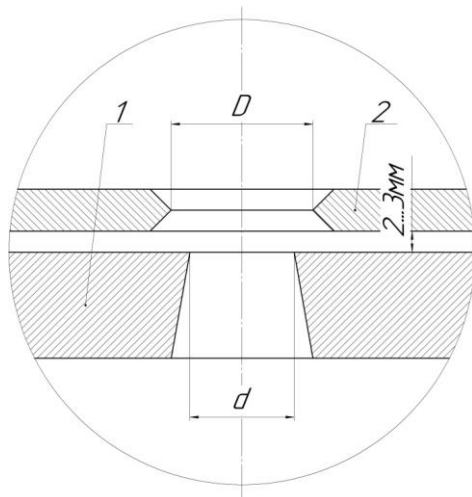
На поверхности поворотного ножа расположен полиамидный обод, который соединен с электродвигателем. Прессующие вальцы с водилом расположе-

ны на валу внутри матрицы, имеют возможность перекатывания по внутренней поверхности матрицы, а также осевого перемещения за счет шагового электродвигателя.

Принцип работы гранулятора. В приемный патрубок подают зерновую смесь определенной влажности и различные добавки в зависимости от технологии гранулирования. Зерновая масса сыпается внутрь матрицы. Электродвигателем приводится в действие вал, на котором расположено водило, к которым крепятся прессующие вальцы. Вальцы совершают сложное движение вокруг центра конической матрицы и вокруг своей оси, тем самым продавливая зерновую массу через отверстия в конической матрице, формируя тем самым гранулы. Гранулы после этого обрезают при помощи поворотного ножа, который поворачивается вокруг горизонтальной оси и приводится в действие при помощи электродвигателя посредством зацепления шестерни электродвигателя и полиамидного обода, расположенного на поворотном ноже. Далее срезанные гранулы осыпаются в приемный бункер, откуда подаются на дальнейшие операции.

Особенностью конструкции является то, что плотность гранул можно регулировать за счет осевого перемещения вала с закрепленным на нем водилом и прессующими вальцами. Так как перемещаясь в более узкую зону работы повышается сила давления на кормовую смесь и тем самым формирует гранулы более плотной структуры.

На рисунке 2 представлены отверстия конической матрицы, которые выполнены в форме усеченного конуса для формирования правильной формы гранул, а также представлено отверстие поворотного ножа, которые заточены по внутренней кромке, для лучшего срезания гранул. Отверстия поворотного ножа чуть больше, чем у конусной матрицы, для того чтобы гранулы не упирались и не ломались.



1 – матрица коническая; 2 – нож поворотный.

Рис. 2 – Коническая матрица и поворотный нож

Тем самым конструкция данного гранулятора позволяет получить гранулы различной плотности с добавлением пророщенного зерна, тем самым позволив выбрать режим работы в зависимости от потребности производства.

Также повышение производительности процесса гранулирования кормовой смеси и снижение эксплуатационных затрат.

Список литературы

1. Афанасьев В.А. Руководство по технологии комбикормовой продукции с основами кормления животных / В.А. Афанасьев. – Воронеж, 2007. – 389 с.
2. Афанасьев В.А. Теория и практика специальной обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов / В.А. Афанасьев. Воронеж. ВГУ. 2002. – 250 с.
3. Афанасьев В.А. Орлов А.И. Система технологических процессов комбикормового производства / В.А. Афанасьев, А.И. Орлов. Воронеж. 2002. – 178 с.
4. Егоров Г.А. Управление технологическими свойствами зерна. Воронеж. ВГУ. 2000. – 231 с.
5. Захарова О.А. Корма растительного происхождения / Н.И. Морозова, Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова – Рязань, Рязанский ГАУ, 2011. – 320 с.
6. Хохрин С.Н. Кормление сельскохозяйственных животных / С.Н. Хохрин. М. : КолосС, 2004. 692 с.
7. Саенко Ю.В. Технологическая линия для подготовки корма из пророщенного зерна / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – №6. – С. 14–16.
8. Пат. 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.
9. Пат. 2679838 С1, А01F 15/00 (2018.08); В30В 11/20 (2018.08). В02С 17/00 (2018.08); В02С 17/18 (2018.08). Гранулятор барабанного типа / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, М.С. Широков, К.В. Казаков. заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ – 2018118302, заявл. 17.05.2018; опубл. 13.02.2019.

Яровой М.Н., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ НАГРЕВА ЗЕРНА ТОКАМИ СВЧ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

Аннотация: в статье обоснована перспектива использования токов СВЧ для нагрева зерна в процессе сушки. На основе экспериментальных исследований определено влияние режимов нагрева на температуру и лабораторную всхожесть семян. Представлен график для выбора режимов нагрева зерна, не оказывающих негативного влияния на качество зернового материала.

Ключевые слова: сушка, нагрев зерна, токи высокой частоты, СВЧ.

Yarovoy M.N., Ph.D., Associate Professor
Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russia

DETERMINATION OF OPTIMUM MODES FOR HEATING GRAIN WITH MICROWAVE CURRENTS DURING THE DRYING PROCESS

Abstract: The article substantiates the prospect of using microwave currents to heat grain during the drying process. Based on experimental studies, the influence of heating modes on temperature and laboratory germination of seeds was determined. A graph is presented for selecting grain heating modes that do not have a negative impact on the quality of the grain material.

Keywords: drying, grain heating, high frequency currents, microwave.

Процесс сушки является важным этапом подготовки зернового материала к хранению, от качества ее проведения зависит качество и сохранность зернового вороха [1]. Для удаления влаги из материала существует два способа: в виде жидкости и в виде пара. Первым способом можно воспользоваться при наличии в материале свободной влаги, данный способ не применим для зерна.

Для извлечения связанной влаги необходимо перевести влагу в состояние пара, а затем удалить ее с поверхности материала. В естественных условиях испарение жидкости занимает длительное время, поэтому для интенсификации сушки необходимо повысить температуру тела или снизить давление (создать вакуум) вокруг материала [2].

Сушка вакуумом (сублимационная сушка) проходит за счет отъема тепла у высушиваемого тела в процессе испарения влаги при снижении давления, а затем, при значительном охлаждении, оставшаяся влага самозамораживается и выходит на поверхность в виде кристалликов льда и в последующем удаляется. Данный способ сложно реализуем, требует сложного оборудования и поэтому для сушки зернового вороха не используется.

Сушка зерна в настоящее время проводится конвективным способом. При этом способе предварительно нагретый воздух отдает свое тепло зерну и забирает из него влагу. Недостатками такого способа сушки является высокая энергоемкость процесса нагрева зерна, низкий КПД сушки, нагрев зерновки от поверхности к центру, при движении влаги от центра к поверхности, снижение влагоемкости теплоносителя в процессе его охлаждения, невозможность локального нагрева зерновой массы в зависимости от ее влажности, большая инертность процесса [1].

Перспективным является нагрев зерна токами сверх высокой частоты (СВЧ). Этот способ основывается на том, что молекула воды является полярной, при помещении ее в магнитное поле, она поворачивается вдоль линий магнитной индукции как стрелка компаса. Если магнитное поле меняет свое направление, то полярная молекула поворачивается вместе с ним. При высокой частоте смены направления магнитного поля молекулы воды начинают быстро колебаться, что приводит к их нагреву [3]. Так как магнитное поле пронизывает весь объем тела, то и нагрев этого тела идет по всему объему и этот нагрев тем сильнее, чем больше молекул воды содержится в нем. В связи с этим, сушка токами СВЧ имеет ряд преимуществ: выборочный нагрев массы в зависимости от его влажности, высокий КПД, равномерный нагрев всей зерновки, выгон влаги из зерновки, увеличение влагоемкости воздуха, при проходе его через нагретую массу, безинерционность нагрева. На ряду с положительными сторонами сушки зерна токами СВЧ имеются и недостатки: возможен перегрев зерна при высокой мощности излучения СВЧ [4].

В связи с этим целью работы является определение режима нагрева зерна, не оказывающего негативного влияния на качество зернового материала. Степень негативного влияния токов СВЧ оценивалась лабораторной всхожестью обработанного зерна.

Эксперименты проводились на семенах пшеницы озимой. Данные семена облучались в микроволновой печи с мощностью магнетона 800 Вт. Перед началом серии опытов были определены основные качественные показатели зерна: средний размер семени, масса 1000 семян, влажность семян, температура, лабораторная всхожесть.

Особенностью работы магнетрона является невозможность изменения конструктивной мощности в процессе эксплуатации, связи с этим мощность изменяется за счет периодического его включения и выключения, для обеспечения максимальной мощности магнетрон работает постоянно. Такой способ изменения мощности не является правильным для планируемых экспериментальных исследований, поэтому в наших исследованиях использовалась удельная мощность, ее изменение проводилось за счет изменения массы обрабатываемых семян.

При проведении данных лабораторных опытов использовались следующие параметры обработки семян:

- Время воздействия СВЧ: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 сек.
- Мощность СВЧ излучения: 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4 кВт/кг.

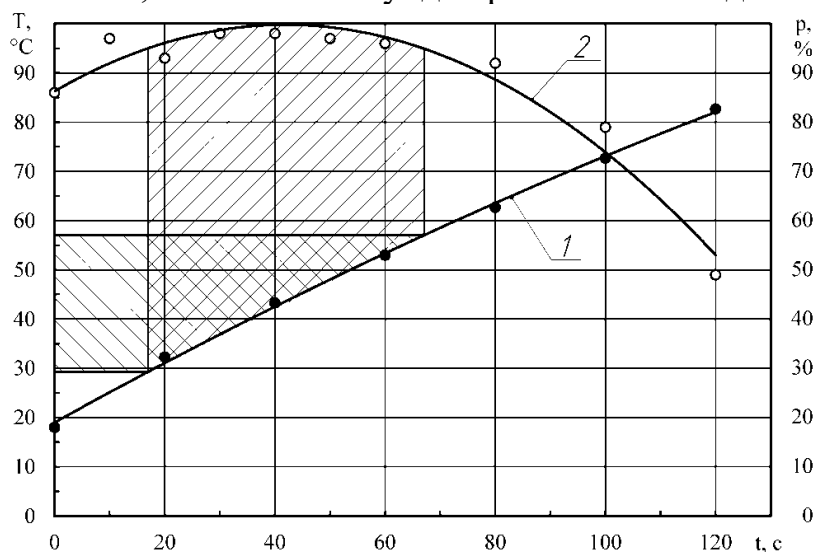
Время воздействия СВЧ излучения задавалось таймером на микроволновой печи. Необходимую массу загружаемого зерна для обеспечения требуемой удельной мощности обработки определяли по формуле:

$$m = \frac{P_{\text{магнетрона}}}{P_{\text{уд}}}, \text{ кг}, \quad (1)$$

где $P_{\text{магнетрона}}$ – мощность магнетрона, кВт;

$P_{\text{уд}}$ – необходимая удельная мощность облучения, кВт/кг.

На рис. 1 представлена зависимость лабораторной всхожести семян пшеницы влажностью 16% от времени их обработки токами СВЧ при мощности облучения 2 кВт/кг. Из этого графика видно, что обработка приводит вначале к увеличению всхожести, а после 40 секунд обработки наблюдается ее снижение.



1 – график зависимости температуры нагрева от времени воздействия токов СВЧ;

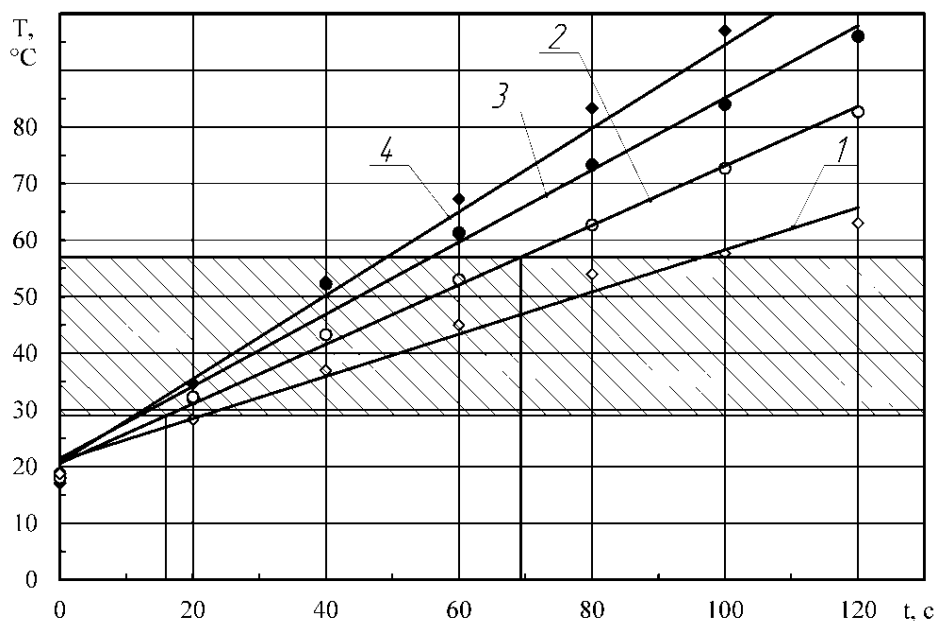
2 – график зависимости лабораторной всхожести от времени воздействия токов СВЧ.

Рис. 1 – График изменения лабораторной всхожести и температуры семян от времени воздействия токов СВЧ при влажности зерна 16% и мощности облучения 2 кВт/кг.

Увеличение всхожести обусловлено тем, что токи СВЧ активируют внутреннюю энергию семян, этот процесс известен как предпосевной нагрев семян, но при перегреве, семена теряют свою всхожесть. Так сопоставив два графика (температуры нагрева и лабораторной всхожести) можно сделать вывод, что увеличение лабораторной всхожести семян пшеницы происходит до температуры их нагрева до 40°C, а затем всхожесть снижается. Заложив допустимое снижение лабораторной всхожести не более 5%, можно определить допустимое время обработки зерна влажностью 16% при удельной мощности обработки 2 кВт/кг.

На основе полученных данных построены графики зависимости температуры зерна от времени и удельной мощности обработки (рисунок 2), на графике выделена область допустимой обработки с учетом 5% снижением лабораторной всхожести семян, по данному графику можно выбрать допустимый режим обработки зерна токами СВЧ.

В связи с вышесказанным можно сделать вывод, что использование токов СВЧ для нагрева семян пшеницы в процессе сушки является перспективным направлением. Для нагрева семян можно использовать различную мощность облучения, но в процессе обработки, необходимо контролировать температуру нагрева зерна и для зерна, которое в последствии будет использоваться как посевной материал, температура нагрева не должна превышать 63°C.



1 – мощность 1 кВт/кг; 2 – мощность 2 кВт/кг; 3 – мощность 3 кВт/кг; 4 – мощность 4 кВт/кг.
Рисунок 2 – График для определения допустимого времени обработки зерна токами СВЧ при различной мощности излучения

Зерно, используемое как продовольственное возможно нагревать до более высокой температуры, но для определения верхней допустимой границы нагрева необходимо провести дополнительные опыты, чтобы выявить влияние токов СВЧ на хлебопекарные свойства зерна.

Список литературы

1. Технология хранения продукции растениеводства: учебник / В.И. Манжесов, Т.Н. Тertyчная, С.В. Калашникова [и др.]. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2018. – 464 с.
2. Сорочинский В.Ф. Об эффективности конвективной сушки зерна // Сб. науч. тр. / ВИМ. – М., – 2000. - Т. 132 : Механизация уборки, послеуборочной обработки и хранения урожая с.-х. культур, – С. 148–152.
3. Будников Д.А. Коэффициент равномерности распространения микроволнового поля в зерновом слое / Д.А. Будников // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2020. – Т. 67, № 2 (39). – С. 87–92.
4. Морозов М.С. Микроволновая установка для сушки зерна / М.С. Морозов, С.М. Морозов, В.А. Реут // Молодой ученый. – 2016. – № 30 (134). – С. 83–86.

СЕКЦИЯ 3

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МАШИН

УДК 621.83.519.8

Водолазская Н.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО РТУ МИРЭА, Москва, Россия

ОСОБЕННОСТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ ОТВЕТСТВЕННЫХ ВИДОВ СОЕДИНЕНИЙ

Аннотация: В статье проанализированы технологические особенности сборки ответственных видов соединений, к числу которых относятся групповые резьбовые соединения. С учетом требований обеспечения надежности и герметизации стыка выполнен расчет усилий в крепежных деталях для случая многообходной затяжки.

Ключевые слова: надежность, технология сборки, групповое резьбовое соединение, симметричная парная затяжка, число обходов.

Vodolazskaya N.V., PhD, associate professor,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«MIREA – Russian Technological University», Moscow, Russia

FEATURES OF IMPROVING RELIABILITY OF PROCESS PROCESSES OF ASSEMBLY OF CRITICAL TYPES OF JOINTS

Abstract: The article analyzes the technological features of assembling critical types of connections, which include group threaded connections. Taking into account the requirements for ensuring the reliability and sealing of the joint, the calculation of forces in fasteners for the case of multi-way tightening was made.

Keywords: reliability, assembly technology, group threaded connection, symmetrical pair tightening, number of rounds.

Для обеспечения надежной работы любой производственной системы первостепенная роль должна принадлежать эффективной организации процесса, способного обеспечить непрерывное обновление технической и технологической базы энергоемких предприятий [1-4]. Не является исключением и агропромышленный комплекс [5, 6], где уровень надежности и долговечности сельскохозяйственной техники обусловлен не только конструктивными и технологическими факторами, но и специфическими условиями работы, например, такими как высокая механическая и химическая агрессивность среды, а также

поддержанием оборудования и приспособлений к нему в постоянной эксплуатационной готовности [7-9]. Следовательно, практическую значимость приобретает проблема совершенствования системы технического обслуживания, а также использования современных технологий сборки узлов, в частности, для затяжки групповых резьбовых соединений [10], на долю которых приходится в среднем 45...70% отказов несущей системы сельскохозяйственных машин, связанных с этими соединениями [11].

Групповые резьбовые соединения (ГРС) содержат определенное количество крепежных деталей (болтов, шпилек), которые совместно воспринимают рабочую нагрузку. Технология их сборки предусматривает последовательную нагрузку всех крепежных деталей сравнительно одинаковым осевым усилием Q_i . При этом суммарное усилие затяжки $Q_{sum} = \sum Q$ должно создавать необходимые начальные напряжения в стягиваемых деталях стыка, которые в установленном режиме работы машины будут находиться в определенных нормируемых пределах [12]. При большом количестве крепежных деталей в соединении их не затягивают подряд одну за другой, поскольку при таком режиме сборки усилия затяжки могут оказаться неравномерными и повлечь перегрузку резьбовых деталей, и даже их обрыв. Для полосового и прямоугольного размещения крепежных деталей рекомендуется завинчивать сначала средние гайки, потом соседние справа и слева, и далее в такой же последовательности, приближаясь к краям (рис. 1).

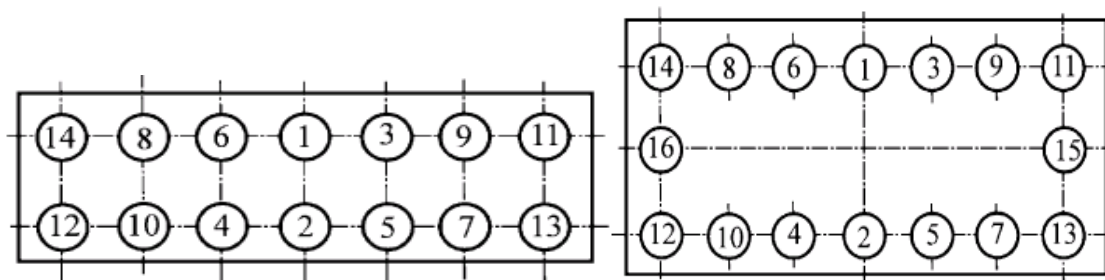


Рис. 1 - Последовательность затяжки резьбовых соединений при полосовом и прямоугольном фланцах

Для групповых резьбовых соединений кольцевых стыков, где резьбовые детали симметрично расположены по кругу рекомендуется проводить одновременную затяжку двух диаметрально противоположных гаек. Такая парная затяжка позволяет более равномерно нагружать детали стыка, не допускать перекосы фланца, избегать нагрузки стержней болтов изгибающими моментами.

Однако в процессе затяжки ГРС имеет место снижение усилия в ранее затянутых крепежных деталях при затяжке последующих. Интенсивность такого уменьшения осевых усилий растет с увеличением относительной податливости элементов соединения и количества крепежных деталей. Решение этой проблемы может быть достигнуто осуществлением многообходной затяжки, когда необходимые усилия в крепежных деталях достигаются за несколько обходов.

Проведенный анализ процесса многообходной затяжки ГРС показал, что при осуществлении затяжки i -той пары стягиваемые детали стыка в пределах

первого обхода получают дополнительную деформацию сжатия $\Delta \ell_i$, и их нагрузка Q_i станет равной:

$$Q = Q_{i-1} + \frac{\Delta \ell_i}{\lambda_1} \quad (1)$$

где $Q_{(i-1)}$ – суммарная нагрузка соединения после $(i - 1)$ затяжки,

λ_1 – податливость стягиваемых деталей стыка.

Эта дополнительная деформация приведет к разгрузке ранее затянутых пар в количестве $(i - 1)$ на величину:

$$\Delta P^{(i)} = \frac{\Delta \ell_i}{\lambda_0}, \quad (2)$$

где λ_0 - податливость крепежных деталей.

Поэтому суммарное осевое усилие в шпильках соединения станет следующим:

$$Q = Q_{i-1} - \epsilon \rightarrow \Delta \ell_i \quad (3)$$

Сравнивая выражения (1) и (3) можно определить дополнительную деформацию:

$$\Delta \ell_i = \frac{\lambda_0 \cdot \lambda_1}{\lambda_0 + \epsilon \rightarrow \lambda_1} \quad (4)$$

Тогда величина разгрузки ранее затянутых пар определяется зависимостью.

$$\Delta P_i = \frac{P \cdot \lambda_1}{\lambda_0 + \epsilon \rightarrow \lambda_1} \cdot \eta, \quad \text{или} \quad \Delta P_i = P \cdot \psi_i, \quad (5)$$

где $\eta = \frac{\lambda_1}{\lambda_0}$ – относительная податливость ГРС,

$$\psi_i = \frac{\eta}{1 + \epsilon \rightarrow \lambda_1} \quad \text{– коэффициент } i\text{-той разгрузки.}$$

Аналогично при затяжке $i=N+2$, когда усилие во второй паре увеличивается от $P_2^{(N+2)}$ до P , разгрузка ранее затянутых пар составит:

$$\Delta P^2 = (P - P_2^{(N+2)}) \cdot \psi_2, \quad (6)$$

А усилие в других парах определится из зависимости:

$$P_k = P_k - \Delta P^2. \quad (7)$$

На основании полученных зависимостей и, согласно разработанной методике, были проведены расчеты степени нагружения крепежных деталей после каждого из трех обходов для ГРС с различными значениями относительной податливости.

В заключение следует отметить, что в процессе затяжки деталей ГРС имеет место снижение степени нагрузки ранее затянутых крепежных деталей при затяжке последующих. Интенсивность такого уменьшения осевых усилий растет с увеличением относительной податливости элементов соединения. Следовательно, для обеспечения равномерности нагружения фланцевых стыков нужно осуществлять многообходную затяжку деталей группового резьбового соединения. Установленные зависимости позволяют с достаточной точностью

рассчитывать распределение осевых усилий в крепежных деталях для обеспечения плотности фланцевого стыка, что в итоге будет способствовать повышению надежности сборочных технологий.

Список литературы

1. 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.
2. Кокиева Г.Е Исследование долговечности и надежности современных машин / Г.Е Кокиева., Ж.Ж Дондоков // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. – 2022. – № 4. – С. 18–25.
3. Водолазская Н.В. Некоторые аспекты подготовки управленческих кадров для энергоемких предприятий // Качество образования – управление, сертификация, признание. – Краматорск : ДГМА, 2011. – С. 207–214.
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 : Материалы научно-практ. конф. – Донецк, 2019. – С. 570–576.
5. Zhilyakov D.I. Labor productivity modeling in the agricultural sector / D.I. Zhilyakov, E.V. Kharchenko, A.A Kandiba / IOP Conference Series: EES. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – 2021. – С. 22073.
6. Назначение и общее устройство машин и оборудования в агробизнесе / А.Н. Макаренко, Ю.В. Саенко, О.А. Чехунов, Е.А. Мартынов. – Белгород, 2013. – 202 с.
7. Field tests of the experimental installation for soil processing / Y. Syromyatnikov, A. Orekhovskaya, D. Klyosov, ect. // Journal of Terramechanics. – 2022. – Т. 100. – С. 81-86.
8. Водолазская Н.В. Технологические принципы модифицирования поверхностного слоя ответственных деталей машин / Н.В. Водолазская, О.А. Шарая // Journal of Advanced Research in Technical Science. – Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP. – 2021. – Issue 25. – P. 86-90.
9. Бережная И.Ш Применение электроискрового наращивания при восстановлении деталей машин // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: Материалы XXII международной научно-производственной конференции. – Белгород, 2018. – С. 198–200.
10. Водолазская, Н.В. Моделирование технических систем для повышения надежности выпускаемой продукции. // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы. – Белгород, 2018. – С. 196–198.
11. Егожев А.М. Эксплуатационная надежность резьбовых соединений / Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2011. – № 1. – С. 38–39.
12. Водолазская Н.В. Моделирование процесса проектирования технологического оборудования для сборки ответственных видов соединений // Современные технологии сборки. Материалы VIII Международного научно-технического семинара. – Москва, 2023. – С. 10-16.

Минасян А.Г., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ НАСОСА РОТОРНОГО НР-10

Аннотация: статья содержит описание конструкции и принцип работы насоса роторного для перекачки молочных продуктов. Анализом деталей конструкции насоса установлено, что причиной отказа его функционирования является износ поверхности крышек корпуса рабочей камеры. Разработана методика и проведено исследование по определению величины износа. Рекомендованы мероприятия по обеспечении безотказного функционирования насоса НР-10.

Ключевые слова: насос роторный, крышки глухая и промежуточная, износ, исследование, безотказное функционирование.

Minasyan A.G., PhD, Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

CONDUCTING A STUDY TO DETERMINE THE WEAR VALUE OF THE PARTS OF THE HP-10 ROTARY PUMP

Abstract: The article contains a description of the design and principle of operation of a rotary pump for pumping dairy products. Analysis of the details of the pump design has established that the reason for the failure of its functioning is the wear of the surface of the covers of the working chamber housing. A methodology has been developed and a study has been conducted to determine the amount of wear. Recommended measures to ensure trouble-free operation of the HP-10 pump.

Keywords: rotary pump, blind and intermediate covers, wear, research, trouble-free operation.

Введение западными странами многоуровневых санкций в отношении России актуализирует проблему замещения импорта продовольственных товаров. Особенно сильная зависимость от импорта наблюдается по мясо-молочным продуктам. Однако реализация стратегии импортозамещения в агропромышленном комплексе во многом осложняется наличием многочисленных рисков, основными из которых являются инвестиционные, ценовые, производственные, внешнеэкономические, глобализационные [1].

Во многих предприятиях молочной промышленности в технологических линиях для перекачивания по трубам вязких молочных продуктов в основном применяются роторные насосы серии НР-10. От работоспособности насоса зависит как безотказность технологической линии, так и производительность перерабатывающего предприятия. Таким образом, разработка мероприятий по обеспечению долговечности функционирования насоса роторного НР-10 является актуальной задачей. С целью выявления причин преждевременного отказа работы насоса необходимо провести анализ внешних и внутренних факторов, влияющих на процесс формирования отказа.

Цель работы – исследование причин отказа работы насоса роторного НР-10 и разработка методов повышения его эксплуатационной надежности.

Программа экспериментальных исследований включает следующие этапы: изучение конструкции и работы насоса роторного; проведение поэлементного анализа деталей насоса и выявление причин отказа его работы; разработка методики и анализ износа критических элементов; разработка рекомендаций по мероприятиям обеспечения эксплуатационной надежности насоса.

Объектом исследования являлся снятый с производства по причине отказа работы насос роторный НР-10. Основными элементами конструкции насоса, влияющими на его функциональные свойства являются: глухая крышка 1 (рисунок 1), корпус рабочей камеры 21, промежуточная крышка 17, роторы 20 и 24, валы в сборе 9 и 12.

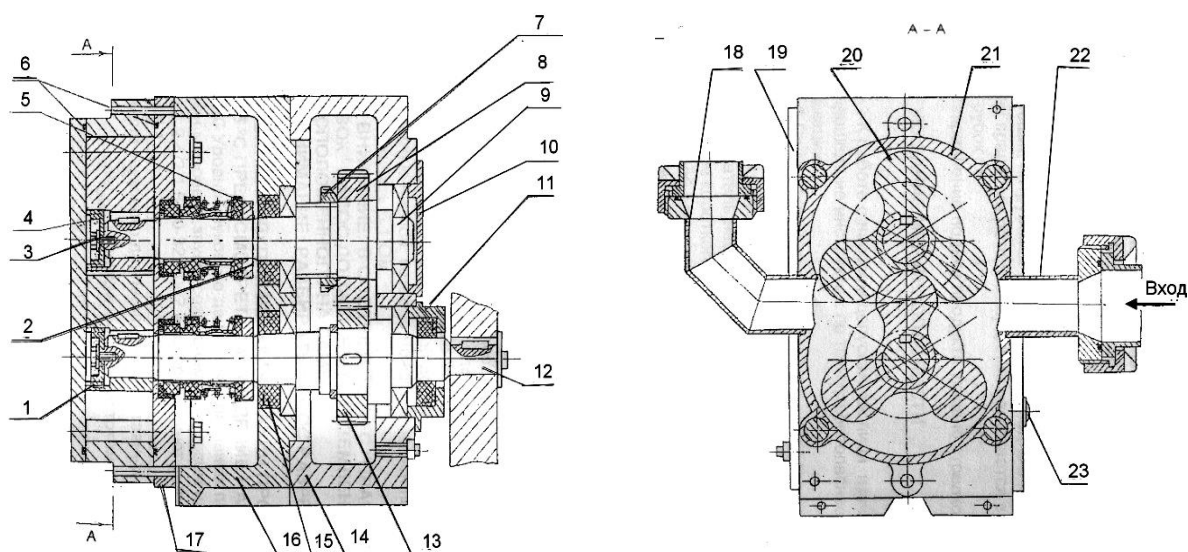


Рис. 1 – Схема роторного насоса типа НР-10

Результаты поэлементного анализа рабочих деталей после разборки насоса снятого с эксплуатации показали, что причиной отказа работы насоса являлся износ рабочих поверхностей крышек. Поскольку эффективное функционирование насоса во многом зависит от правильного выставления осевого зазора между роторами и крышками 1 и 17, а так же между подшипниками, то становится ясно, что увеличение величины износа на поверхностях крышек в процессе работы насоса приводит к такому показателю величины осевого зазора, после достижения которого эксплуатация насоса становится экономически невыгодной и технически нецелесообразной без замены или восстановления изношенных крышек.

По результатам анализа существующих методов измерения величины износа [2, 3], был выбран микрометрический метод для проведения исследований износа на боковых поверхностях крышек рабочей камеры насоса НР-10 [3, 4].

Для проведения эксперимента необходимо было решить следующие задачи: выбрать базовую поверхность на крышках; определить необходимое число замеров и точек их расположения; поэтапно на каждой крышке определить величины износа в указанных точках и полученные данные занести в подготовленные таблицы; по результатам экспериментов построить графики, характеризующие расположение области износа; произвести общий анализ полученных результатов.

По результатам проведенных замеров выполнена графическая интерпретация распределения величин износа по области трения крышек [4]. Пример графической интерпретации для области трения глухой крышки приведен на рисунке 2.

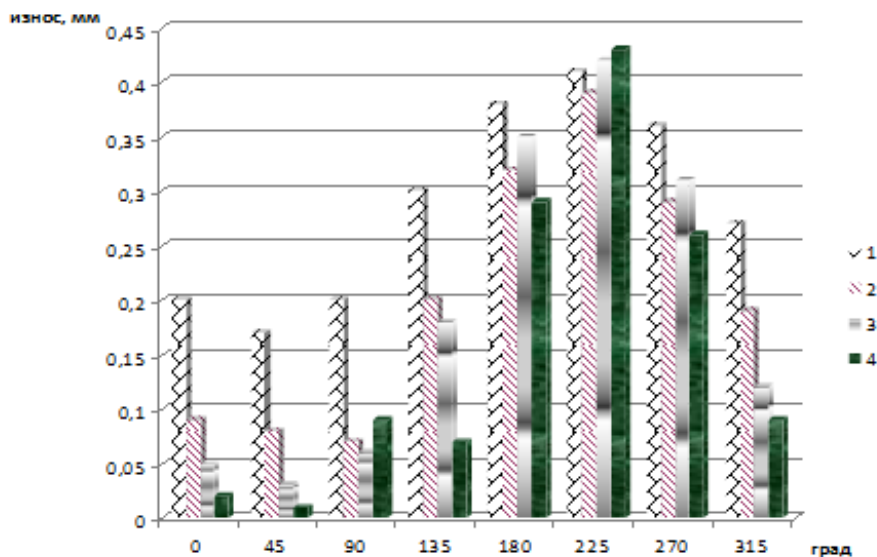


Рис. 2 – Распределения величины износа для глухой крышки

Результаты анализа полученных графиков показывают, что поверхности крышек изнашиваются неравномерно. В определенных областях поверхности трения изнашивание происходит более интенсивно. Например, как видно из рисунка 2, для глухой крышки наибольшему износу подвергнут сектор, заключенный лучами, проведенными

под углом 180 и 270°, здесь глубина царапин почти постоянна и достигает до 0,42 мм. На промежуточной крышке в том же секторе глубина износа достигает до 0,22 мм. Такой характер износа свидетельствует о длительном перекосе осей роторов и не соответствии торцевого зазора между роторами и крышками рабочей камеры роторного насоса НР-10 нормируемому значению.

На основании результатов исследования можно сделать следующие выводы: причина отказа функционирования насоса обусловлена механическим изнашиванием рабочих поверхностей крышек корпуса насоса; анализ изношенных поверхностей крышек позволил установить картину износа в виде окружностей с неизменными значениями в радиальном направлении и максимальными значениями износа 0,42 мм и 0,22 мм, соответственно для глухой и промежуточной крышек; наиболее вероятными способами по обеспечению безотказного функционирования насоса, очевидно, являются ремонтное шлифование с учетом компенсации изменения звеньев функциональной размерной цепи или восстановление изношенной поверхности последующим шлифованием до заводского размера.

Список литературы

1. Васильченко М.Я. Риски реализации стратегии импортозамещения в российском агропромышленном комплексе / М.Я. Васильченко // Экономические науки. – 2014. – № 9 (118). – С. 76–79.
2. Пастухов А.Г. Анализ проявлений отказа агрегатов механических трансмиссий сельскохозяйственной техники / А.Г. Пастухов, А.В. Литвишко // Вестник аграрной науки Причерноморья. Матералы III международной научно-практической конференции «Перспективная техника и технологии – 2007». Специальный выпуск 2 (41). – Николаев : Николаевский ГАУ, 2007. – С. 165–168.
3. Крагельский И.В. Узлы трения машин: справочник / И.В. Крагельский, Н.М. Михин. – М. : Машиностроение, 1984. – 280 с.
4. Pastukhov A. Method and results of the evaluation of the wear of the rotary pump / A. Pastukhov, N. Vodolazskaja, A. Minasyan // Tractors and Power Machines. – 2015. – № 20 – p. 36–41.

Новицкий А.С., к.т.н.,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ЛАЗЕРНОЕ ТЕРМОУПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Аннотация: Лазерное термоупрочнение открывает широчайшие технологические возможности, позволяет решать вопросы повышения износостойкости и ресурса деталей с высоким экономическим эффектом, дает возможность упрочнения и модифицирования поверхностей широчайшей номенклатуры материалов с повышением их эксплуатационных характеристик, что позволяет во многих случаях заменять дорогостоящие, сложнолегированные материалы, используемые часто с целью обеспечения необходимой износостойкости поверхностей, на более простые, дешевые и доступные с приданием им нужных эксплуатационных характеристик.

Ключевые слова: поверхностный слой, упрочнение, лазер, финишная обработка, твердость.

Novitsky A.S., Ph.D.,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

LASER THERMAL HARDENING OF SURFACES

Abstract: Laser thermal hardening opens up the widest technological possibilities, allows solving issues of increasing the wear resistance and resource of parts with a high economic effect, makes it possible to harden and modify surfaces of the widest range of materials with an increase in their performance characteristics, which allows in many cases to replace expensive, complex-alloyed materials used often in order to ensure the necessary wear resistance of surfaces, to simpler, cheaper and more affordable ones with giving them the necessary operational characteristics.

Keywords: surface layer, hardening, laser, finishing, hardness.

Лазерный луч, как технологический инструмент, благодаря своим уникальным характеристикам выгодно отличается от известных технологических средств упрочнения и восстановления изношенных поверхностей (плазменная закалка, плазменно-дуговое и газо-термическое напыление, финишное плазменное упрочнение, электродуговая закалка, вакуумно-плазменное покрытие, электромагнитная, электродуговая и плазменная наплавки и т.д.) [1].

Лазерное термоупрочнение открывает широчайшие технологические возможности, позволяет решать вопросы повышения износостойкости и ресурса деталей с высоким экономическим эффектом.

Основными принципиально важными показателями технологии лазерного поверхностного упрочнения для активного широкомасштабного ее применения в самых различных отраслях являются [2-4]:

– соотношение «цена-качество». Радикальное, в 2...5 раз, т.е. на 200...500%, повышение износостойкости упрочняемых на глубину до 0,8...1,2 мм поверхностей и срока службы деталей достигается ценой упрочнения, не превышающей 15...20% стоимости неупрочненных деталей;

– упрочнение и повышение износостойкости поверхностей без нарушения макро- и микрогеометрии, т.е. без изменения геометрических размеров и шероховатости поверхности, окончательно изготовленной в чертежный размер детали и, как следствие, отсутствие необходимости выполнения каких-либо трудоемких подготовительных или заключительных доводочных работ;

– отсутствие проблем прочности связи (адгезии) упрочненного слоя с основной массой детали, как, например, при использовании технологии напыления;

– оперативность выполнения работ, т.к. упрочняются локально с управлением по программе только быстроизнашивающиеся поверхности, а не вся деталь;

– возможность упрочнения и модифицирования поверхностей широчайшей номенклатуры материалов с повышением их эксплуатационных характеристик, что позволяет во многих случаях заменять дорогостоящие, сложнолегированные материалы, используемые часто с целью обеспечения необходимой износостойкости поверхностей, на более простые, дешевые и доступные с приданием им нужных эксплуатационных характеристик;

– возможность дополнительного повышения износостойкости восстановленных ремонтной наплавкой поверхностей после их механической обработки в чертежный размер. Кроме того, это делает целесообразным во многих случаях наплавку производить относительно мягким материалом, чтобы снять существующую проблему механообработки твердой наплавленной поверхности.

Технологический спрос на эти процессы, т.е. области и предприятия, где эти технологии могут эффективно быть применены, представляется нижеследующим:

– в системе железнодорожного транспорта – для обработки надрессорных балок, боковых рам, колесных пар, автосцепок, различных валов и т.д.;

– в металлургии – для обработки прокатных валов разных типоразмеров, фильер, крупногабаритных нагруженных зубчатых колес и т.д.;

– в машиностроении и в станкостроении – для обработки трущихся поверхностей направляющих станков и прессов, ходовых винтов и шлицевых валов, посадочных мест ступенчатых валов, поверхностей трения муфт, штоков, рычагов, деталей насосов и т.д.;

– в сфере нефтегазодобычи и геологоразведки – для повышения срока службы резьбовых соединений труб, рабочих органов (коронки) буровых установок, деталей погружных насосов и т.д.;

– в инструментальном производстве – для обработки режущих кромок вырубных штампов, особенно крупногабаритных дорогостоящих с длительным циклом изготовления, обработки штампов объемной холодной и горячей штамповки, режущих инструментов, ножей гильотинных и т.д.;

– в моторостроении (особенно мощных двигателей для судов и локомотивов) – для обработки шеек коленчатых валов, распредвалов, седел клапанов, гильз цилиндров и т.д.;

– в сфере производства, ремонта и эксплуатации дорожно-строительной техники – для повышения износостойкости и ресурса деталей гидроаппаратуры, но-

жей грейдерных и бульдозерных, бил роторов для дробления щебня, звездочек и натяжных колес гусеничных экскаваторов и тракторов, зубьев ковшей экскаваторов и т.д.;

– в стеклотарной отрасли – для повышения ресурса форм для литья стеклотары;

– в производстве газотурбинных двигателей – для обработки кромок лопаток, шеек валов роторов и других быстроизнашивающихся деталей;

– в сфере производства, ремонта и эксплуатации сельскохозяйственной техники – для увеличения срока службы рабочих органов почвообрабатывающей техники (плужных лемехов, дисков борон, ножей культиваторов и т.д.);

– в оборонной промышленности, в частности для повышения ресурса стволов артиллерийских установок;

– в сфере производства подшипников разных типоразмеров (прежде всего крупных и особо крупных) для различных отраслей и условий эксплуатации [5, 6].

Применение наукоемких и экологически чистых технологий позволяет получить образцы деталей нового поколения. Отличительными сторонами этих изделий является мелкозернистое строение, высокие твердость, прочность, ударная вязкость, высокая сопротивляемость ударно-абразивному изнашиванию. Рабочая часть деталей обладает высокими физико-механическими эксплуатационными свойствами: твердостью – 55...65 HRC; ударной вязкостью – 0,6...0,8 МДж/м²; глубина закаленного слоя составляет до 2,5...3 мм; структура в поперечном сечении характеризуется градиентным строением (поверхностный слой – мартенсит, сердцевина – троостит). Размер в поперечном сечении мартенситных пластин составляет 50...100 нм, размер фасеток отдельных пластин мартенсита – 20...80 нм.

Проведенные полевые испытания опытных образцов показали достижение уровня мировых аналогов, соответствие и превышение нормативов технических заданий по износостойкости в 1.6...2,0 раза [7].

Список литературы

1. Плохотин Н.В. Технология лазерного упрочнения // Молодёжь и наука: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К.Э. Циолковского [Электронный ресурс]. – Красноярск : Сибирский федеральный ун-т, 2012. – Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section17.html>.

2. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: учеб. пособие для вузов / Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И.; ред. Григорьянц А.Г. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 663 с.: ил.

3. Яшкова С.С. Лазерное поверхностное упрочнение / С.С. Яшкова. // Молодой ученый. – 2017, № 1 (135). С. 99–101.

4. Лазерная закалка металла: Современная технология обработки поверхности для улучшения характеристик деталей. – Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section17.html>.

5. Волков Ю.С. Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов: учебное пособие. СПб. : Лань, 2021. 396 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168930>.

6. Mitin E.V. Design of helical drills with channels for coolant supply / E.V. Mitin.

7. S.P. Sul'din, A.V. Grigor'ev, D.V. Okunev // Russian Engineering Research. 2019. Т. 39, № 6. С. 520–522.

Новицкий А.С., к.т.н.,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ИМПУЛЬСНАЯ УПРОЧНЯЮЩЕ-ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ

Аннотация: Одним из наиболее эффективных способов упрочнения деталей является поверхностное пластическое деформирование. В результате пластической деформации поверхностного слоя увеличивается твердость, образуются сжимающие напряжения, снижается шероховатость, что благоприятно влияет на ресурс деталей.

Ключевые слова: поверхностный слой, упрочнение, ультразвуковая обработка, шероховатость.

Novitsky A.S., Ph.D.,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

ULTRASONIC PULSE HARDENING AND FINISHING OF PARTS

Abstract: One of the most effective ways to harden parts is surface plastic deformation. As a result of plastic deformation of the surface layer, hardness increases, compressive stresses are formed, roughness decreases, which favorably affects the life of the parts.

Keywords: surface layer, hardening, ultrasonic treatment, roughness.

Применение современных машин и механизмов, работающих на больших скоростях и со значительными нагрузками, требует от конструкторов и технологов решение проблемы повышения срока их службы и, соответственно, срока службы отдельных деталей, входящих в состав машин и механизмов.

Качество поверхностного слоя является одним из главных факторов определяющих долговечность деталей машин и механизмов. Тщательно обработанная общеизвестными способами поверхность сопрягаемых деталей является носителем остаточных макро- и микронапряжений, усталостных макро- и микротрещин, шаржированных зерен абразива и прочих дефектов. Для повышения прочности и износостойкости деталей необходимо применять методы обработки, улучшающие физические свойства, структуру и микрогеометрию поверхности [1].

Проблема создания эффективных методов упрочнения поверхностей деталей, является одной из самых важных в машиностроении. Большинство деталей работает в условиях интенсивного износа, при высоких контактных нагрузках и неблагоприятных условиях воздействия окружающей среды. Одним из наиболее эффективных способов упрочнения деталей является поверхностное пластическое деформирование (ППД), сущность которого заключается в том, что

деформирующий элемент (индентор) прижимается к поверхности обрабатываемого изделия. В результате пластической деформации поверхностного слоя увеличивается твердость, образуются сжимающие напряжения, снижается шероховатость, что благоприятно влияет на ресурс деталей.

ППД ультразвуковым инструментом, которое в технической литературе имеет несколько названий: безабразивная ультразвуковая финишная обработка (БУФО), ультразвуковая финишная обработка (УФО), ультразвуковая импульсная упрочняюще-чистовая обработка), вследствие своих особенностей (высокой частоты, силы ударов) ведет к более существенному изменению микроструктуры поверхностного слоя. Кроме того, отличительной особенностью БУФО от других известных методов пластического деформирования является значительная скорость деформации. При таком динамическом воздействии на металл изменяются его механические свойства: увеличивается усталостная прочность, пределы текучести и прочности, сопротивляемость износу на истирание, коэффициент отражения света; уменьшаются относительные удлинение и сужение, электропроводность, магнитная проницаемость, теплопроводность, коэффициент затухания поверхностных звуковых волн; увеличивается коррозионная стойкость [2-4].

Экспериментальные исследования показали, что в процессе обработки между деформирующим элементом и обрабатываемой поверхностью возникает периодический контакт с частотой ультразвуковых колебаний. В момент контакта мгновенные напряжения существенно выше средних, что вызывает значительную пластическую деформацию. Также, как и для других методов поверхностного деформирования (выглаживание, обкатывание, дорнование и др.), в результате обработки уменьшается шероховатость поверхности [5].

Впервые информация и материалы об этом способе обработки появились в работах проф. Муханова И.И. и других в 1964 году. В настоящее время, в России, оборудование для данного метода обработки производят несколько организаций.

Ультразвуковая обработка применяется после чистовой токарной обработки. Ультразвуковой инструмент, зажатый в резцедержатель универсального токарного станка, под действием статической силы, создаваемой прижимом, и динамической силы, создаваемой ультразвуковой колебательной системой, пластически деформирует и упрочняет поверхностный слой детали, увеличивает микротвердость, снимает остаточные макро- и микронапряжения, сглаживает неровности поверхности и создает, в итоге, улучшенный поверхностный слой с регулярным характером микрорельефа.

Результаты применения данного способа улучшения поверхностного слоя деталей совмещают в себе лучшие показатели отдельных, классических, способов обработки:

- микротвердость поверхности, в зависимости от исходной и вида обрабатываемого металла, возрастает на 30...300%;
- шероховатость снижается с 5 до 9...14 класса, данное качество поверхности можно получать не только на термически обработанных и сырых сталях, но и на чугунах, на цветных и нержавеющей металлах и сплавах;

- толщина наклепа может быть до 0.1 мм, в отдельных случаях возможно реализовать режим холодной проковки с толщиной наклепа до 15...20 мм;

- оптимально сочетая статическую и динамическую составляющую силы ультразвуковой обработки, можно превысить предел текучести обрабатываемого металла, и, тем самым, проводить коррекцию геометрии обрабатываемой детали;

- предел контактной выносливости повышается на 10...20%;

- отсутствие шаржированных в поверхность зерен абразива увеличивает до 2 раз срок службы сопряженных деталей (пар скольжения, уплотнительных сальников, сальниковой набивки и т.д.), появляется возможность с помощью ультразвуковой обработки изготавливать детали для пищевой промышленности (дозаторы и т.д.), для любых машин и механизмов, для которых наличие абразива в технологической зоне недопустимо;

- регулярный микрорельеф повышает свойство удержания обработанной поверхностью масел и смазок;

- регулярный микрорельеф дополнительно снижает износ при возвратно-поступательном характере движения относительно друг друга сопрягаемых деталей;

- повышается коррозионная устойчивость обработанной поверхности [6, 7].

В результате комплекса перечисленных свойств, детали машин и механизмов, подвергнутые ультразвуковой импульсной упрочняюще-чистой обработке, имеют большую износостойкость, циклическую прочность, контактную усталостность и т.д., чем после шлифования, обкатывания шаром и многих других окончательных, финишных, способов обработки поверхности деталей.

На рисунке 1 приведено фото применения ультразвуковой импульсной упрочняюще-чистой обработки внешней поверхности тел вращения на токарном станке.

Производительность ультразвуковой импульсной упрочняюще-чистой обработки определяется теми же факторами, что и обработка резаньем в штатном режиме.

Большое значение может иметь и то, что появляется возможность исключить из технологической цепочки при обработке деталей некоторые операции и станки.

Рассматривая данный метод, безотносительно к привязке к токарному станку, можно реализовать способ обработки плоских поверхностей.



Рис. 1 – Ультразвуковая импульсная упрочняюще-чистовая обработка внешней поверхности тел вращения на токарном станке

Список литературы

1. Абрамов О.В., Абрамов В.О., Артемьев В.В., Градов О.М., Коломеец Н.П., Приходько В.М., Эльдарханов А.С. Мощный ультразвук в металлургии и машиностроении. – М. : Янус-К, 2006. 687 с.
2. Тимонин Я.И. Инновационные методы безабразивной ультразвуковой финишной обработки, ультразвуковая импульсная упрочняюще-чистовая обработка металлов // Результаты современных научных исследований и разработок. – 2020 – С. 50–53.
3. Трясцин Д.А., М.В. Песин, Повышение качества и долговечности деталей на основе применение ультразвуковой обработки // Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации. – 2021 – С. 209–212.
4. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. – М. : Машиностроение, 1987, 328 с.
5. Алаев А.Г., Потапов А.И., Максаров В.В., Палаев Н.А. Технология, оборудование ультразвуковой упрочняюще-финишной обработки металлов и контроль качества // Металлообработка. – 2018 № 6. – С. 38–41.
6. Самуль А.Г., Гилета В.П. Ультразвуковая обработка материалов низкой твердости // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2017 № 4. – С. 27–31.
7. Самуль А.Г., Рахимьянов Х.М., Гилета В.П., Кудрявцева Ю.С. Выбор рациональной схемы ультразвуковой обработки для конструкционных материалов средней твердости // Инновации в машиностроении. – 2020 – С. 111–116.

Стребков С.В., к.т.н., профессор,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

РАБОТА ЗАКОНОВ ТЕРМОДИНАМИКИ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ СМАЗОЧНЫХ ПЛЕНОК ПРИ ТРЕНИИ

Аннотация: Согласно первого и второго законов термодинамики и энергетической теории трения проанализирована возможность образования смазывающих защитных плёнок на поверхности трения исходя из состава присадок в смазочных материалах.

Ключевые слова: трение, смазочный материал, защитная плёнка.

Strebkov S.V., PhD, Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod Russia

THE OPERATION OF THE LAWS OF THERMODYNAMICS DURING THE FORMATION OF LUBRICATING FILMS DURING FRICTION

Abstract: according to the first and second laws of thermodynamics and the energy theory of friction, the possibility of forming lubricating protective films on the friction surface based on the composition of additives in lubricants was analyzed.

Key words: friction, lubricant, protective film.

В анализе процессов образования смазывающих плёнок можно выделить два этапа. Первый этап реализуется физико-механическими свойствами смазочного материала при адгезии молекул на поверхности трения. Он наступает в момент его контакта с поверхностью трения за счёт сил Ван дер Ваальса адсорбируя на ней. Эти плёнки обладают достаточными защитными свойствами, но при повышении нагрузок с ростом температур их несущая способность снижается, и они могут разрушиться, приводя к задиру. Второй этап генерации защитных плёнок основан на механизмах хемосорбции и дальнейшем образовании защиты при вступлении в реакцию активных элементов смазочного материала (присадок), кислорода воздуха, воды. Именно при трении с ростом давления в контакте увеличивается температура в зоне трения, что даёт возможность протекать трибохимическим реакциям в тонком приповерхностном слое. Происходит самоорганизация в создании вторичные структуры, плёнки которых обладают защитными свойствами, на порядок выше от механических и физико-химических разрушений и обеспечивает определённый уровень антифрикционных свойств.

Подшипниковый узел, в котором реализуется процессы трения, по своей сути с определёнными допущениями и ограничениями, представляет собой термодинамически открытую систему с взаимодействием трёх рабочих тел, два из которых поверхности трения, а третья – среда. Учитывая природу такого физического явления как трение и его проявления (сопротивление перемещению как поглощение механической энергии, нагрев поверхности и ее износ) можно предположить реа-

лизацию первого и второго законов термодинамики в природе формирования защитных смазочных плёнок в зоне трения. Если первый закон будучи по своему существу законом сохранения энергии с учётом изменения внутренней энергии (теплопередачи) и определяющим, что при любых физических взаимодействиях энергия не возникает и не исчезает, а только передаётся от одних тел другим или превращается из одной формы в другую, то второй закон показывает направление передачи тепла (энтропию) в замкнутой системе от горячего к холодному. Применительно к точечному контакту в тяжёлых условиях работы наблюдается нагрев поверхностей как превращение одного вида энергии в другой и передача её смазочной среде и объёму детали. Таким образом запускается механизм формирования смазочных плёнок на поверхности трения с образованием вторичных структур, защищающих поверхности от изнашивания.

Основным активизирующим фактором образования вторичных структур является упругопластическая деформация, возникающая при контактировании поверхностей во время трения. Пассивация определяется процессами адсорбции, диффузии и химической реакции на поверхностях и в деформируемых объёмах поверхностных слоёв.

Трение – это процесс преобразования энергии и в условиях своего нормального протекания создание защитных структур находится в динамическом равновесии и автоматически регулируется. Часть энергии активно, а часть пассивно участвует в этих процессах, причём последняя в основном обеспечивает их протекание и без неё они невозможны.

Энергия, затрачиваемая на преодоление сил трения, затрачивается на генерацию теплоты Q и запасается во вторичных и структурах (ВС) поверхностных слоёв благодаря пластическому деформированию ΔH , что является энергетическим источником активации ($\mathcal{E}_{ак}$)

$$\mathcal{E}_{ак} = Q + \Delta H, \quad (1)$$

В то же время рабочие поверхности узлов трения подвергаются воздействию энергии пассивации ($\mathcal{E}_{пас}$), включающую в себя энергию, рассеиваемую узлом трения ($\mathcal{E}_{рас}$) и энергию, поглощаемую при трении ($\mathcal{E}_{пог}$):

$$\mathcal{E}_{пас} = \mathcal{E}_{рас} + \mathcal{E}_{пог}, \quad (2)$$

В термодинамически открытой системе подшипникового узла важно создать условия устойчивых процессов. Таковыми при трении являются согласование и взаимное усиление действия деформационных, тепловых, адсорбционных, диффузионных процессов и химических реакций как на рабочих поверхностях, так и в объёме смазочного материала.

Согласно энергетической теории трения условием нормального протекания процессов при трении является равновесие активирования и пассивации, при котором энергия, поглощаемая системой, соответствует энергии образования вторичных структур ($\mathcal{E}_{ВС}$), т. е.:

$$\mathcal{E}_{но} = \mathcal{E}_{ВС}, \quad (3)$$

Тогда, согласно выражений (2) и (3) получим равенство:

$$\mathcal{E}_{пас} = \mathcal{E}_{рас} + \mathcal{E}_{ВС}, \quad (4)$$

Активационные и пассивационные процессы в узлах трения быстротечны и непрерывны во времени. Исходя из общей энергии $\mathcal{E}_т$, затрачиваемой на преодоление трения, баланс ее расхода выглядит следующим образом:

$$\begin{matrix} \mathcal{E}_{ак} + \mathcal{E}_{нас} = [Q + \mathcal{E}_{рас}] + [\Delta H + \mathcal{E}_{ВС}], \\ \left\langle \mathcal{E}_T \Rightarrow \right\rangle / \left\langle I \Rightarrow \right\rangle / \left\langle II \Rightarrow \right\rangle / \end{matrix} \quad (5)$$

При переходе механической энергии в тепловую и необходимо ограничить её рассеивании в окружающую среду (слагаемое I выражения (5)). Для этого необходимо её перераспределить за счёт использования химически активных компонентов присадок, обладающие высокими антифрикционными свойствами. При этом сохранённая часть энергии запасается (преобразуется) при формировании вторичных структурах на поверхностях трения.

Создать высокоэффективные вторичные структуры возможно снижением энергии (слагаемое II выражения (5)), идущей на их образование и облегчением течения этих процессов. Главным регулятором при этом является состав и концентрация активных элементов смазочной композиции.

С введением в товарные смазочные материалы высокоэффективной антифрикционной добавки работа сил трения A_T при постоянстве подводимой к узлу трения энергии \mathcal{E}_T уменьшается, а высвободившаяся часть энергии участвует в создании защитных вторичных структур:

$$\mathcal{E}_T = k \times \mathcal{E}_T, \quad (6)$$

При этом эффективность антифрикционных добавок к смазочным материалам можно оценить условно коэффициент k , характеризующим снижение работы сил трения.

Таким образом, повысить КПД пары трения и обеспечить высокий уровень её надёжности (долговечности) в условиях эксплуатации, когда конструктивные изменения согласования недопустимы, возможно благодаря созданию и применению новых смазочных композиций, обладающих способностью формирования смазочных пленок на основе механизмов хемосорбции и химической реакции во вторичных структурах поверхностного слоя. Они должны снижать потери энергии при генерации тепла и её рассеивание и облегчать образование вторичных структур с повышенными защитными функциями.

Список литературы

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М. : Машиностроение, 1985. – 424с.
2. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости / Т.К. Уразгалеев, В.В. Остриков, В.П. Коваленко [и др.]. – Уральск : Западно-Казахстанский аграрно-технический университет, 2011. – 380 с. – ISBN 978-601-7258-12-2.
3. Прохоров В.С. Трибологические методы испытания масел и присадок. – М. : Машиностроение, 1983. – 183 с.
4. Новицкий А.С. Комплексный критерий оценки эксплуатационных свойств моторных масел / А.С. Новицкий, Е.С. Батырев // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года / Председатель оргкомитета: Стребков С.В. Заместитель председателя Голованова Е.В. Члены оргкомитета: Володазская Н.В. Ломазов В.А. Миронов А.Л.. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 53–55.
5. Оборудование и эксплуатация нефтебаз и автозаправочных станций / А.А. Добрицкий, А.В. Бондарев, Д.Н. Бахарев [и др.]. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2021. – 227 с.

Стребков С.В., к.т.н., профессор, **Бондарев А.В.**, к.т.н., доцент,
Слободюк А.П., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИМПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация: представлен пошаговый алгоритм экономической оценки эффективности от восстановления крышки коллектора коробки передач трактора John Deere 7830. опыт реализации восстановленных показал, что при расчётной рентабельности 77% для эксплуатационника, рентабельность от реализации собственно восстановленных деталей сервисной службы составила более 250%.

Ключевые слова: восстановление, экономический эффект, расчёт, методика.

Strebkov S.V., PhD, Professor, **Bondarev A.V.**, PhD, associated professor,
Slobodyk A.P. PhD, associated professor
Belgorod State Agricultural University, Belgorod Russia

ALGORITHM FOR ASSESSING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF RESTORING PARTS OF IMPORTED EQUIPMENT

Abstract: the presented a step-by-step algorithm for economic assessment of the effectiveness of restoring the manifold cover of the John Deere 7830 tractor gearbox is presented. Experience in selling remanufactured spare parts has shown that with an estimated operator profitability of 77%, the profitability from the sale of actually reconditioned spare parts was more than 250%.

Key words: restoration, economic effect, calculation, methodology.

Продовольственная безопасность в Российской Федерации возможна при условии самообеспечения и самодостаточности как в отраслях аграрного сектора, так и обеспечивающих его структурах. К таким формированиям относятся как предприятия сельхозмашиностроения, так и инженерно-техническая служба агропредприятий. Первое на конструктивном и технологическом уровнях обеспечивает создание надёжной техники с высоким уровнем работоспособного состояния, а второе в условиях эксплуатации поддерживает и при необходимости восстанавливает.

Сложившаяся тенденция обеспечения техникой за последнее время привела к формированию машинно-тракторного парка более чем на 90% из техники иностранного производства. При этом импортным машинам полноценный технический сервис обеспечивали в основном официальные дилеры, которые полностью взяли на себя снабжение расходными материалами и запасными частями.

ми, включающими диагностирование и их замену. Анализ затрат на восстановление работоспособности зарубежной техники показывает в среднем не менее чем пятикратное завышение стоимости запасных частей в общей структуре стоимости восстановления и отсутствие гарантии доставки их в кратчайшие сроки. Данная ситуация недопустима в условиях санкционного давления с 2014 года.

Анализ экономической эффективности замещения комплектующих импортной техники путем восстановления ресурса на примере крышки коллектора коробки передач трактора John Deere 7830.

Расчёт экономической эффективности Θ восстановления проводим в следующей последовательности [1, 2].

$$\Theta = \left[(C_1 + E_n \cdot K_1) \cdot \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n} - (C_2 + E_n \cdot K_2) \right] \cdot A_2, \quad (1)$$

где C_1, C_2 – себестоимость восстановления по существующему и предлагаемому технологическим процессам соответственно, руб./деталь; K_1, K_2 – удельные капитальные вложения на приобретение и установку ремонтно-технологического оборудования по существующему и предлагаемому технологическим процессам соответственно, руб./деталь; E_n – коэффициент эффективности капитальных вложений; P_1, P_2 – величины, обратные срокам службы сопряжений, восстановленных по существующему и предлагаемому технологическим процессам соответственно; A_2 – годовой объем восстановления деталей по предлагаемому технологическому процессу, шт.

Годовая программа восстановления крышки A по предлагаемому варианту и базовому неизменны и равна

$$A = N \cdot K_{max}^{II}, \quad (2)$$

где N – количество единиц техники, имеющих аналогичные конструктивные элементы на территории, обслуживаемой дилерским сервисным центром, шт.; K_{max}^{II} – наибольший коэффициент повторяемости дефекта.

Величины, обратные срокам службы сопряжений с возобновлённым ресурсом заменой новой деталью и восстановленной определяют из соотношении:

$$P_1 = \frac{T_1}{W_1}, \quad P_2 = \frac{T_2}{W_2}, \quad (3)$$

где W_1, W_2 – средние межремонтные ресурсы сопряжений с новой деталью и с деталью, восстановленной по предлагаемому варианту.

Себестоимость восстановления крышки определяют по формуле:

$$C = C_{zn} + C_m + C_{tz} + C_{эл} + C_a + C_z + C_n, \quad (4)$$

где C_{zn} – заработная плата производственных рабочих, руб.; C_m – стоимость материалов, руб.; C_{tz} – транспортно-заготовительные расходы, руб.; $C_{эл}$ – затраты на электроэнергию, руб.; C_a – затраты на амортизационные отчисления, руб.; C_z – заводские расходы, руб.; C_n – прочие отчисления, руб.

Заработная плата производственных рабочих определяется как:

$$C_{зн} = C_{осн} + C_{доп} + C_{нзн}, \quad (5)$$

где $C_{осн}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.; $C_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.; $C_{нзн}$ – начисления на оплату труда, руб.

Расчет основной заработной платы для предлагаемого технологического процесса проводили исходя из норм времени на выполнение операций и минимально возможной тарифной ставки рабочего:

$$C_{осн}^2 = C_{тс}^2 \cdot T_{шт}^2 \cdot K_T, \quad (6)$$

где $C_{осн}^2$ – часовая тарифная ставка выполняемой работы, руб./ч; $T_{шт}^2$ – штучное время на восстановление одной детали, ч.

Минимальная часовая ставка первого разряда $C_{тс}^2$ определяется исходя из минимального размера оплаты труда (МРОТ).

$$C_{тс}^2 = \frac{МРОТ}{\Phi_{НРВ}}, \quad (7)$$

где $МРОТ$ – минимальный размер оплаты труда; $\Phi_{НРВ}$ – месячный максимальный номинальный фонд рабочего времени, равный 192 час.

Дополнительная заработная плата рассчитывается:

$$C_{доп} = C_{осн} \cdot 0,1, \quad (8)$$

Отчисления на социальные нужды рассчитываются по формуле:

$$C_{нзн} = 0,302 \cdot (C_{доп} + C_{осн}), \quad (9)$$

Затраты на материалы рассчитываются по выражению:

$$C_M = \sum M_i \cdot Ц_i, \quad (10)$$

где M_i – расход материалов, кг; $Ц_i$ – стоимость применяемых материалов, руб.

Транспортно-заготовительные расходы определяются:

$$C_{тз} = 1,2 \cdot Ц_{ост}, \quad (11)$$

где $Ц_{ост}$ – остаточная стоимость ремонтного фонда, руб.

Остаточная стоимость ремонтного фонда определяется:

$$Ц_{ост} = 0,03 \cdot C_1, \quad (12)$$

где C_1 – стоимость нового корпуса масляного насоса, руб.

Затраты на электроэнергию на одну деталь рассчитывают по формуле

$$C_{эл} = \frac{P \cdot Ц_{эл} \cdot K_c \cdot T_n}{A}, \quad (13)$$

где P – мощность силовых потребителей электроэнергии соответственно, кВт; $Ц_{эл}$ – стоимость 1 кВт электроэнергии, руб./кВт-ч; T_n – среднегодовое потребление электроэнергии, ч; K_c – коэффициент, учитывающий загрузку и КПД силового оборудования.

Затраты на амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$C_a = \frac{0,08 \cdot C_o}{A}, \quad (14)$$

Общезаводские расходы принимаем в размере 350%:

$$C_3 = 3,5 \cdot C_{зн}, \quad (15)$$

$$C_n = 0,15 \cdot C_m, \quad (16)$$

Удельные капитальные вложения рассчитываются как:

$$K = \frac{C_b}{A_2}, \quad (17)$$

Для сравнения экономической эффективности капитальных вложений рассчитаем показатель минимума приведённых затрат по формуле:

$$C_i + E_n \cdot K_i \rightarrow \min \quad (18)$$

$$\frac{C_n - C_{ост}}{T_n} \geq \frac{C_p + E_n \cdot K_y}{T_p}, \quad (19)$$

В результате расчётов получаем $\frac{42650 - 1279,5}{6000} \geq \frac{4902,16 + 0,15 \cdot 1704,44}{3000}$ и

$6,9 \gg 1,7$. Поскольку условие неравенства выполняется восстановление крышки можно считать экономически целесообразным.

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле

$$T_o = \frac{K_D}{\mathcal{E}}, \quad (20)$$

где K_D – дополнительные капитальные вложения, руб.

Таким образом, опыт реализации восстановленных показал, что при расчётной рентабельности 77% для эксплуатационника, рентабельность от реализации собственно восстановленных деталей сервисной службы составила более 250%. Организация внедрения восстановления изношенных деталей импортной техники экономически выгодно как для собственника этой техники, так и для дилеров [3, 4]. Замещение комплектующих импортной техники соответствует цели выполнения Доктрины продовольственной безопасности государства.

Список литературы

1. Конкин Ю.А. Экономика ремонта: Учебник. – М. : КолосС, 2005.–283 с.
2. Стребков С.В. Экономическая оценка эффективности технологии восстановления детали [Текст]: Методические указания по выполнению экономической части курсового и дипломного проекта. /С.В. Стребков, О.М. Срокина. – Белгород : Изд-во БГСХА, 1996. – 27 с.
3. Стребков С.В. Ремонт крышки коллектора коробки передач трактора John Deere 7830 [Текст] / Стребков С.В., Слободюк А.П., Бондарев А.В., Зданович Б.С. // Сельский механизатор – 2014. – № 12. – С.34–35, 40.
4. Стребков С.В. Технология ремонта машин : учебно-методическое пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов, А.В. Бондарев. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2022. – 181 с.
5. Ковалев С.В. Способ восстановления изношенных поверхностей цилиндров / С.В. Ковалев // Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции, Майский, 26–27 мая 2021 года. Том 1. – Майский : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 114–115.

Тимашов Е.П., д.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

СХЕМОТЕХНИКА УСТРОЙСТВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ УЗЛОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ

Аннотация: в статье приведены результаты разработки аппаратной части программируемых устройств для регистрации предотказного состояния узлов и агрегатов механических трансмиссий. Используются микроконтроллеры с процессором ATmega328 для устройства – регистратора неисправности узлов механических трансмиссий с автоматической корректировкой по температуре окружающей среды.

Ключевые слова: автоматическая диагностика, механическая трансмиссия, надежность, техническое обслуживание, регистратор, схемотехника.

Timashov E.P., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

CIRCUIT DESIGN OF DEVICES FOR AUTOMATIC DIAGNOSTICS OF MECHANICAL TRANSMISSION UNITS

Abstract: The article presents the results of the development of hardware of programmable devices for recording the pre-failure state of components and assemblies of mechanical transmissions. Microcontrollers with an ATmega328 processor were used for a device that records faults in mechanical transmission units with automatic adjustment based on ambient temperature.

Keywords: automatic diagnostics, mechanical transmission, reliability, maintenance, recorder, circuit design.

Развитие современных цифровых технологий предоставляет широкие возможности для автоматизации различных сфер производства. До сих пор остро стоит вопрос обеспечения автоматической диагностики силовых и опорных узлов механических трансмиссий. Техническое состояние этих узлов оказывает безусловное влияние на надежность машины [1-4].

Основное направление в решении упомянутой проблемы состоит в заблаговременном диагностировании предотказного состояния узла с целью оперативного проведения ремонтно-обслуживающих воздействий. Такое диагностирование невозможно при традиционной технологии технической диагностики, так как для механических трансмиссий операции выполняются вручную, при очередном регламентном техническом обслуживании [3-7].

Единственное решение данной проблемы – применение технологии автоматической диагностики. Предыдущие исследования позволили разработать способы и методики автоматической цифровой диагностики по параметрам теплового состояния диагностируемых узлов [8-10].

Выявлены, обоснованы и верифицированы критерии для нормального, предотказного и предельного состояний по параметрам температуры и скорости ее изменения, созданы алгоритмы функционирования устройств для автоматической диагностики на основе измерения температуры. Следующий этап – разработка аппаратной части устройств для их дальнейшего программирования и использования.

При создании конструкции использовали микроконтроллер с процессором ATmega328 и контактные датчики температуры TMP 36. Для сигнализации применены светодиоды и активный зуммер, для индикации срабатывания устройства по двум критериям: достижения предельной температуры и достижения предельной скорости ее роста. Принципиальная схема устройства представлена на рисунке 1.

Общий вывод датчиков DD1, DD2 TMP36 подключен к «минусу» питания, входное напряжение 5 В на датчики подается от выхода «5V» микроконтроллера. Для повышения точности измерений использованы конденсаторы C2, C2 емкостью по 0,1 мкФ, обеспечивающие стабилизацию питающего напряжения. Для индикации применены светодиоды AL1, AL2 и токоограничивающие резисторы R1, R2 номиналом 1 кОм. Активный зуммер BF1 – типа TMB12A05. Схема регистратора питается постоянным напряжением от 6 до 20 В. Изготовленный образец цифрового регистратора неисправности трансмиссии дополнительно снабжен батареей для автономного питания типоразмера 6F22. Измеренный ток потребления устройства составляет 16,3 мА, что обеспечивает эксплуатацию в автономном режиме до 30 часов при емкости батареи 0,5 А·ч.

В разработанном устройстве из восьми аналоговых входов для подключения датчика задействованы только два, что позволяет использовать свободные входы для еще шести датчиков температуры. В общей сложности схема с использованием такого микроконтроллера позволяет автоматически контролировать техническое состояние до семи диагностируемых узлов одновременно.

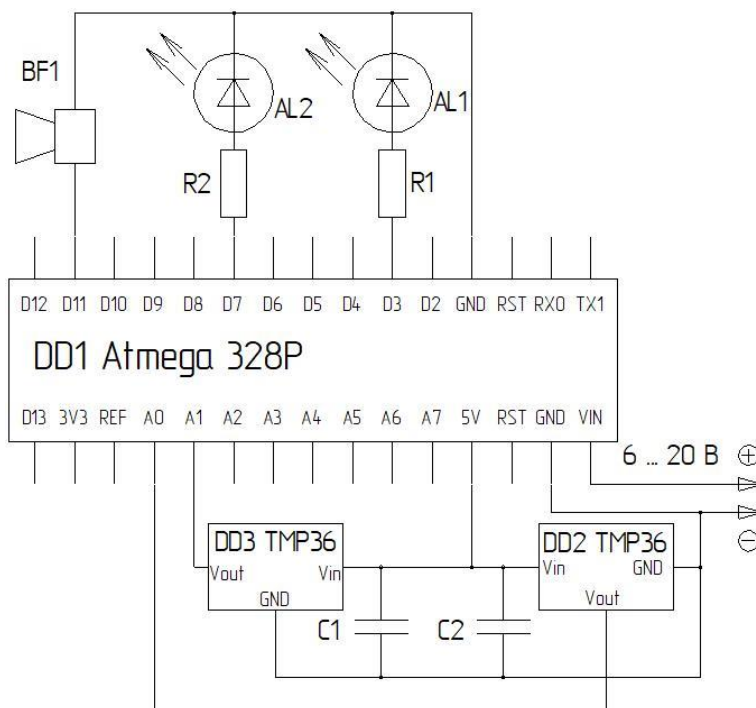


Рис. 1 – Принципиальная схема цифрового регистратора неисправности трансмиссии с автоматической корректировкой по температуре окружающей среды

Список литературы

1. Костомахин М.Н. Программный комплекс для дистанционного контроля узлов и агрегатов / М.Н. Костомахин, Е.В. Пестряков // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2022. – Т. 16, № 4. – С. 19–25. – DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-4-19-25.
2. Пастухов А.Г. Цифровизация технологических процессов в АПК / А.Г. Пастухов // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 319–320.
3. Gabitov I., Negovora A., Nigmatullin S., et al. Development of a method for diagnosing injectors of diesel engines. *Komunikacie*. 2021. Vol. 23. N1. B46-B57.
4. Ерохин М.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В. Интеллектуальная система диагностирования параметров технического состояния сельскохозяйственной техники // *Агроинженерия*. 2021. № 2 (102). С. 45–50.
5. Lazar V.V., Skorokhodov D.M., Kazantsev S.P., et al. Quality assessment of spare parts for the final drive reduction gear used in the MTZ-82.1 tractors. *Journal of Physics: Conference Series*, Krasnoyarsk, 2020. 42058.
6. Федоренко В.Ф., Таркивский В.Е. Цифровые беспроводные технологии для оценки показателей сельскохозяйственной техники // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. Т. 14. № 1. С. 10–15.
7. Голубев И.Г. Цифровизация в сфере технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники / И.Г. Голубев, В.Я. Гольяпин, М.Н. Болотина // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 286–287.
8. Пастухов А.Г. Оценка надежности карданных шарниров на основе аналитических моделей теплонапряженности / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. – 2017. – № 8. – С. 43–48.
9. Пастухов А.Г. Обобщенная оценка основных факторов при проектировании техники и технологий в агроинженерии / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов, Д.Н. Бахарев // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. – 2021. – № 1 (29). – С. 17–26.
10. Пастухов А.Г. Оценка теплонапряженности агрегатов трансмиссий на основе системного подхода / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // *Труды ГОСНИТИ*. – 2017. – Т. 129. – С. 73–78.

Тимашов Е.П., д.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ УЗЛОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ

Аннотация: в статье обобщен накопленный опыт разработки и изготовления устройств – регистраторов неисправности узлов механических трансмиссий по температурным параметрам. Рассмотрена схемотехника аналогового регистратора и одноканального цифрового регистратора неисправности узлов механических трансмиссий.

Ключевые слова: надежность, техническое обслуживание, автоматическая диагностика, механическая трансмиссия, регистратор.

Timashov E.P., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

HARDWARE PART OF THE DEVICE FOR AUTOMATIC DIAGNOSTICS OF MECHANICAL TRANSMISSION UNITS

Abstract: The article summarizes the accumulated experience in the development and manufacture of devices that record faults in mechanical transmission units based on temperature parameters. The circuit design of an analog recorder and a single-channel digital recorder of faults in mechanical transmission units is considered.

Keywords: reliability, maintenance, automatic diagnostics, manual transmission, recorder.

Современные условия эксплуатации сельскохозяйственной техники обосновывают необходимость разработки и внедрения способов и технических средств автоматической диагностики, как на этапе производства, так и при эксплуатации [1-5]. Имеющийся научный и практический задел позволил дать обоснование способам контроля технического состояния узлов механических трансмиссий по их температурному состоянию. Обосновано применение диагностических критериев: максимальной температуры в зоне трения и максимальной скорости роста температуры в зоне трения. Экспериментально доказано применение цифровых конечно-элементных моделей, позволяющих на основе измерения температуры вне зоны трения вычислять величину температуры в зоне трения [6].

Разработаны методы, позволяющие учитывать и компенсировать влияние посторонних источников теплоты на точность диагностирования. Результаты моделирования, лабораторных исследований и производственных испытаний подтвердили применимость и эффективность комплекса предложенных разработок, который можно представить как технологию цифровой термодиагностики автоматических трансмиссий [7, 8].

Основное направление дальнейшей работы заключается в адаптации разработанных способов и технических средств к диагностированию узлов механических трансмиссий существующей и вновь создаваемой техники.

Подход к измерению температуры, например, подшипниковых узлов не является новым, и существует достаточно большое количество технических решений. Диагностирование по двум параметрам – температуре и скорости ее роста с использованием специальных технических средств впервые было реализовано в Белгородском ГАУ [9].

На первом этапе было разработано аналоговое устройство – регистратор неисправности трансмиссии, принципиальная схема которого показана на рисунке 1.

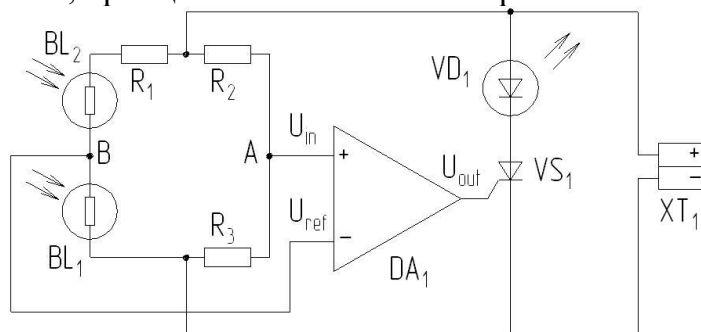


Рис. 1 – Принципиальная схема аналогового регистратора неисправности трансмиссии

В конструкции регистратора использованы два датчика температуры BL_1 , BL_2 с разной скоростью изменения их сопротивления. Оба датчика включены в плечи измерительного моста, через который подключены к компаратору DA_1 . Пороговые величины срабатывания регистратора по температуре и по скорости ее роста настраивают подбором сопротивления резисторов измерительного моста $R_1 \dots R_3$. При достижении любого из критериев срабатывания на выходе компаратора появляется напряжение, достаточное для открытия тиристора VS_1 , который включает сигнализирующее устройство, например светодиод VD_1 . При этом индикация предотказного состояния не выключается, пока есть питание на разъеме XT_1 .

Моделирование схемы на симуляторе Quite Universal Circuit Simulator V 0.0.19 показало ее работоспособность, однако такое устройство имеет существенный недостаток – необходимость трудоемкой настройки из-за подбора сопротивлений резисторов измерительного моста.

Цифровое устройство позволяет решить эту проблему. В качестве аппаратной базы использовали микроконтроллер с процессором ATmega328 (рис. 2). Микроконтроллер стабильно функционирует при напряжении питания от 6 до 20 В, имеет восемь аналоговых входов, к которым можно подключать датчики температуры. В этом устройстве применен контактный датчик температуры серии TMP 35-37, с линейной характеристикой зависимости выходного напряжения от измеряемой температуры.

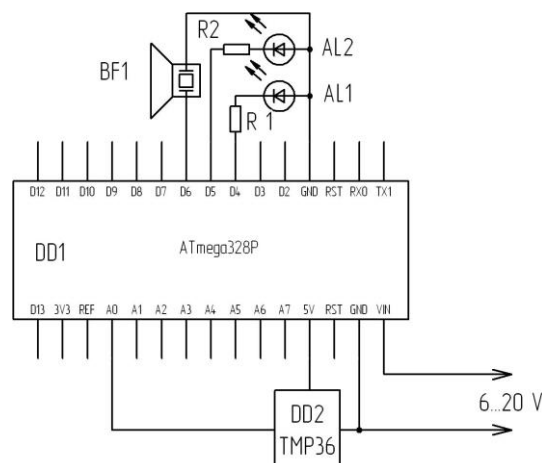


Рис. 2 – Принципиальная схема цифрового регистратора неисправности трансмиссии

Такое схемное решение позволяет программно задавать пороговые величины срабатывания устройства – как температуру, так и ее скорость. Кроме этого, цифровое схемное решение позволяет программно дифференцировать срабатывание регистратора: при превышении температуры включается светодиод VD₁, а при превышении скорости роста температуры включается светодиод VD₂. Также устройство имеет резервную звуковую сигнализацию с помощью активного зуммера BF₁, издающего разные звуковые сигналы при наступлении разных событий.

Список литературы

1. Пастухов А.Г. Цифровизация технологических процессов в АПК / А.Г. Пастухов // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 319–320.
2. Gabitov I., Negovora A., Nigmatullin S., et al. Development of a method for diagnosing injectors of diesel engines. *Komunikacie*. 2021. Vol. 23. N1. B46-B57.
3. Ерохин М.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В. Интеллектуальная система диагностирования параметров технического состояния сельскохозяйственной техники // *Агроинженерия*. 2021. № 2 (102). С. 45–50.
4. Lazar V.V., Skorokhodov D.M., Kazantsev S.P., et al. Quality assessment of spare parts for the final drive reduction gear used in the MTZ-82.1 tractors. *Journal of Physics: Conference Series*, Krasnoyarsk, 2020. 42058.
5. Федоренко В.Ф., Таркивский В.Е. Цифровые беспроводные технологии для оценки показателей сельскохозяйственной техники // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. Т. 14. № 1. С. 10–15.
6. Пастухов А.Г. Оценка надежности карданных шарниров на основе аналитических моделей теплонапряженности / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. – 2017. – № 8. – С. 43–48.
7. Пастухов А.Г. Обобщенная оценка основных факторов при проектировании техники и технологий в агроинженерии / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов, Д.Н. Бахарев // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. – 2021. – № 1 (29). – С. 17–26.
8. Пастухов А.Г. Оценка теплонапряженности агрегатов трансмиссий на основе системного подхода / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // *Труды ГОСНИТИ*. – 2017. – Т. 129. – С. 73–78.
9. Голубев И.Г. Цифровизация в сфере технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники / И.Г. Голубев, В.Я. Гольяпин, М.Н. Болотина // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 286–287.

СЕКЦИЯ 4

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГО- И ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ В АПК

УДК 631.172

Богомолов С.С.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФИТОУСТАНОВОК В ТЕПЛИЧНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация: в статье рассмотрены современные системы освещения для растениеводства, продукция российских и зарубежных производителей и обоснование применения фитоустановок вместо светильников с натриевыми лампами.

Ключевые слова: светодиод, фитоустановка, освещенность, растение.

Bogomolov S.S.

Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF PHYTO INSTALLATIONS IN GREENHOUSE ECONOMY

Abstract: the article discusses modern lighting systems for crop production, products of Russian and foreign manufacturers and the rationale for the use of phyto-installations instead of lamps with sodium lamps.

Key words: LED, phytoinstallation, illumination, plant.

По данным, представленным Российским Энергетическим Агентством, осветительные установки потребляют около 30% всей производимой в стране электрической энергии. Затраты на энергоресурсы в производстве сельскохозяйственной продукции составляют существенную часть себестоимости. В области выращивания растений в защищенном грунте особенно высокий уровень энергопотребления приходится на освещение растений фитоустановками, используемыми для удлинения светового дня или в условиях, где растения выращиваются исключительно под фитоустановками. В связи с политикой Российской Федерации, направленной на использование эффективных источников освещения, а также с государственной программой развития сельского хозяйства, в растениеводстве необходимо провести строительство новых теплиц и реконструкцию уже существующих с установкой новых эффективных систем освещения.

В основе технологии искусственного освещения растений лежит концепция накопления необходимой для жизнедеятельности энергии в джоулях за сутки, которая является индивидуальной для каждой культуры [1]. Эффективное использование световой энергии в растениеводстве защищенного грунта зависит от спектрального состава фитоустановки, дозы спектральных компонентов в зоне фотосинтетически активной радиации, уровня освещенности (фотоинтенсивности) и продолжительности суточного облучения растений (фотопериода) [2].

Использование светодиодных (LED) установок в сравнении с другими источниками освещения демонстрирует несколько преимуществ. Среди них высокая эффективность использования энергии, длительный срок службы, низкое напряжение питания, отсутствие вредных компонентов, возможность управления яркостью и цветом излучения, широкий диапазон цветовых температур от 2500 до 10000 К, отсутствие эффекта мерцания, характерного для люминесцентных ламп, безопасность для окружающей среды, а также устойчивость к механическим нагрузкам. Применительно к облучению растений, светодиоды позволяют создать оптимальные спектральные характеристики для каждой культуры и размещать светильники ближе к листьям без риска теплового ожога [3].

Применение комбинированной технологии освещения, где основной источник света – натриевые лампы, а дополнительный – светодиодные облучатели, уже позволяет достигнуть 40% экономии энергии по сравнению с технологией, использующей только натриевые лампы [1]. При использовании светодиодных облучателей эта экономия станет еще выше. Еще одним способом увеличения энергоэффективности тепличного хозяйства является установка специальных автоматизированных систем, таких как система автоматического освещения растений [4].

Современные системы освещения выполняются на основе LED светильников. Присутствие LED драйвера управления позволяет регулировать спектральный состав RGB светодиода с помощью широтно-импульсной модуляции от микропроцессорного контроллера. С помощью датчиков освещенности мощность освещения растений устанавливается или уменьшается автоматически, что повышает выходной вес растений, а также снижает энергопотребление на освещение.

Для светодиодных облучателей, произведенных в России, характерно строго заданное спектральное излучение с уклоном к синему и красному цветам. Рассмотрим несколько фитоустановок, выпущенных промышленностью. Компания ООО «ЛЮМЕН» (г. Саранск) производит облучатели LumeonAgro для межрядковой досветки растений в теплицах. Эти облучатели основаны на синих светодиодах с пиковым излучением около 460 нм, а также используют люминофор для достижения длин волн до 720 нм. Компания «Эколайт» (г. Москва) выпускает фитолампы FITOLED, в которых соотношение фитодиодов один синий к четырем красным. По заверениям производителя, это соотношение обеспечивает универсальный спектр излучения для цветущих, зеленеющих и плодово-ягодных культур. Компания ООО «Диод Систем» (г. Саранск) производит светильники DS-Fitos с высоким, согласно исследованиям производи-

теля, уровнем PPFD 83 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ при 25 Вт. Соотношение красного и синего света в этих светильниках близко к 3:1.

В процессе роста растения им необходимо приблизительно одинаковое количество красного и синего света, а в процессе созревания плодов ему требуется гораздо больше красного света. Отечественные производители выпускают фитосветильники с количеством красных светодиодов в несколько раз больше, чем синих. Общим недостатком этих светильников является то, что в фазе роста растения энергия на красное излучение расходуется фактически впустую. От мощности светильника 100 Вт потери мощности могут достигать до 30 Вт [5]. Фирмой Philips выпускаются облучательные модули GreenPowerLED, доступные в красных, синих, белых и дальних красных версиях. С этими модулями оператор может сам решить, сколько красного, синего и белого излучения необходимо растениям на любой момент времени. Соответственно зарубежные производители идут по пути создания систем облучения, адаптирующихся под физиологию растений, что, опять же, повышает энергоэффективность облучения.

Российские исследователи, в отличие от Российских производителей светодиодных фитосветильников, движутся в сторону создания систем облучения, адаптирующихся под физиологию растений, за счет регулирования характеристик облучателя. Это позволяет получить высокую эффективность фотосинтеза, повышая пищевые качества растения, так как спектр излучения получается сбалансированным и согласованным с интенсивностью поглощения и ролью в фотосинтезе ключевых пигментов фотосинтетического аппарата растения хлорофиллов, каротиноидов, криптохромов и фитохромов.

Список литературы

1. Рогатовских Т.М. Сравнительный анализ технологии досвечивания тепличных культур, с применением натриевых ламп и комбинированной технологии (натриевые + светодиодные лампы) [Текст] / Т.М. Рогатовских, В.А. Кирина // Аллея науки. – 2019. № 12. – С. 255–259.
2. Большин Р.Г. Повышение эффективности облучения меристемных растений картофеля светодиодными (LED) фитоустановками: дис. канд. тех. наук: 05.20.02: защищена 28.06.16 / Большин Роман Геннадьевич. – М., 2016. – 159 с.
3. Неменуцкая Л.А. Энергосберегающие технологии освещения для АПК [Текст] / Л.А. Неменуцкая // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – № 4. – С.238–241.
4. Гайсин Р.Н. Сокращение энергопотребления блочной теплицы путем автоматизации технологических процессов [Текст] / Р.Н. Гайсин // Материалы конференции «Междисциплинарность науки как фактор и условие повышения качества научных исследований»: Всероссийская научно-практическая конференция (Оренбург, 29 марта 2020 г.) – Уфа: OMEGASCIENCE, 2020. – С. 12–15.
5. Капитонов С.С. Обзор достоинств и недостатков светодиодных фитосветильников [Текст] // С.С. Капитонов, С.А. Медведев // Материалы научной конференции «XLVI Огарёвские чтения» (Саранск, 06-13 декабря 2017 г.). – Саранск : Изд-во НИ Мордовский ГУ, 2018. – Т.1. – С.336–340.

Богомолов С.С.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ

Аннотация: в статье рассмотрены источники питания для светодиодов, какие типы микросхем и преобразователей предлагаются промышленностью.

Ключевые слова: светодиод, питание, ток, преобразователь, стабилизатор.

Bogomolov S.S.
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

CONVERTERS AND POWER SUPPLIES FOR LEDS

Abstract: The article discusses power supplies for LEDs, what types of microcircuits and converters are offered by the industry.

Keywords: LED, power, current, converter, stabilizer.

Все больше и больше светодиодов используются как основа для систем освещения из-за их способности эффективно управлять освещением, спектральным составом и временем облучения [1-2]. Светодиод – это электрическое устройство, чья яркость определяется стабильностью тока в цепи. Это относится ко всем светодиодам, независимо от их типа, размера и мощности. Если используется несколько светодиодов, необходимо организовать источник питания, который обеспечит им одинаковое значение тока при параллельном подключении. Поэтому источники питания светодиодов являются важной частью осветительной установки, определяя параметры облучения и надежность осветительного прибора.

Сила тока, протекающего через один светодиод, определяет яркость и оттенок светодиодной матрицы. Из-за крутизны ВАХ небольшое изменение напряжения приведет к большому изменению силы тока и, соответственно, к значительному изменению яркости и оттенков массива светодиодов. А если ток превышает допустимый предел, то перегрев светодиода может привести к его быстрой деградации. Соответственно, необходимо увеличивать или уменьшать напряжение, чтобы максимально приблизить его к значению, обеспечивающему требуемые характеристики излучения.

Импульсные источники питания не рекомендуются для использования в качестве светодиодных источников питания из-за их неспособности обеспечивать необходимую стабильность тока. Вместо этого, как временное решение, часто используются стандартные преобразователи переменного/постоянного тока (AC/DC) или постоянного/постоянного тока (DC/DC), которые генерируют промежуточную линию питания на напряжении обычно 5 или 12 В, от которой

питаются драйверы, обеспечивающие постоянный ток через светодиоды. Такая архитектура не является оптимальной, поскольку существуют дополнительные потери мощности из-за промежуточного преобразования. Кроме того, потери, связанные с прохождением большого тока через низковольтную промежуточную линию питания, также велики [3].

Подключение промышленных источников питания для светодиодных светильников зависит от требуемой выходной мощности освещения. Если мощность составляет менее 60 Вт, обычно используется источник питания с коррекцией коэффициента мощности и стабилизацией выходного тока. Для более высоких мощностей применяются отдельные источники питания с коррекцией коэффициента мощности и стабилизацией выходного тока, а также гальванической развязкой входа/выхода, реализованные с использованием обратной, прямой или резонансной LLC-схемы. Преобразователи без гальванической развязки не получили широкого распространения из-за вопросов безопасности при использовании светодиодных облучательных установок.

Самый простой способ уменьшить напряжение - использовать линейный стабилизатор, управляемый через пару резисторов обратной связи. Один из резисторов включается в цепь питания светодиода и работает как датчик тока, что создает обратную связь и обеспечивает стабильный ток через светодиоды. Схемы на основе линейных стабилизаторов достаточно просты, не требуют большого количества внешних компонентов и не создают электромагнитных помех. Однако следует помнить, что они имеют недостатки, такие как низкий КПД и значительные потери мощности в виде тепла [4].

При использовании линейного регулятора напряжения с током питания светодиода 350 мА и выше необходимо устанавливать радиатор для обеспечения эффективной работы, что может привести к увеличению стоимости, габаритов и веса конечного продукта. Применение понижающего регулятора может избежать этих недостатков. Эти микросхемы обладают высоким КПД при относительно невысокой стоимости. Многие регуляторы работают на частотах выше 1 МГц, что позволяет использовать миниатюрные внешние элементы и поддерживать ток нагрузки до 1 А. Они также имеют встроенный ключ, что экономит место на плате. Кроме того, для контроля высоких выходных токов микросхемы обычно оснащены схемами защиты от сверхтока и напряжения.

Для стабилизации световых характеристик при питании светодиодов повышенной яркости, необходима возможность регулировать напряжение с некоторым перекрытием выходного напряжения микросхемы диапазона питания. Эту проблему можно решить с помощью несимметричного преобразователя постоянного напряжения на стандартных индуктивных катушках или обратных преобразователях. В зависимости от типа и схемы включения светодиодов, для обеспечения питания используются два типа микросхем: индуктивные повышающие преобразователи и преобразователи на переключаемых конденсаторах [1].

Индуктивные преобразователи часто используются в устройствах, которым необходимо обеспечить высокую эффективность преобразования. Они отличаются возможностью работать с большими токами, что делает их идеаль-

ным выбором для устройств с большим количеством светодиодов или мощных светодиодов. Используя широтно-импульсную модуляцию или частотно-импульсную модуляцию, можно управлять яркостью светодиодов. Это позволяет регулировать спектр света без необходимости отключать светодиодные линии от источника питания. Современные индуктивные преобразователи способны питать до 20 светодиодов одновременно, а их выходной ток может достигать 1 А.

Заряд конденсатора не может мгновенно измениться из-за его внутреннего эквивалентного последовательного сопротивления и последовательной индуктивности, что может уменьшить пиковый ток и увеличить время нарастания сигнала. Повышающие преобразователи с переключаемыми конденсаторами имеют высокую частоту и малую емкость, что помогает снизить нежелательный выходной шум. Они также обладают возможностью выбора выходного тока от 80 до 500 мА и питания до 16 светодиодов в зависимости от требуемых характеристик.

На основе проведенного анализа можно заключить, что для светодиодных светильников в условиях защищенного грунта подходит источник питания выполненный из AC/DC преобразователе с корректором коэффициента мощности и драйвером для стабилизации выходного тока, имеющим гальванические развязки, основанным на микросхеме с переключаемыми конденсаторами, так как они имеют низкий уровень шума и электромагнитных помех, а ток светодиодов управляется с помощью обратной связи, что обеспечивает поддержание заданных параметров светового потока облучения.

Список литературы

1. Бирюков Е. Элементная база и способы её применения для решения задач управления питанием светодиодов [Текст] // Е. Бирюков, Д. Сафаргалеев // Компоненты и технологии. Изд-во Файнстрит – 2006. № 64. С. 134–140.
2. Богомоллов С.С. Анализ источников оптического излучения для облучения растений в условиях защищенного грунта [Текст] // С.С. Богомоллов, С.В. Вендин // Материалы конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее»: XXIV Международная научно-производственная конференция (Майский, 27 – 28 мая 2020 г.). – Майский : Изд-во Белгородского ГАУ, 2020. – Т.2. – С.11–12.
3. Турчанин О.С. Источник питания светодиодных систем освещения [Текст] // О.С. Турчанин, А.А. Саркисов, В.А. Щebetеев, В.Р. Мищенко // Консолидация интеллектуальных ресурсов как фундамент развития современной науки : Сборник статей III Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 25 марта 2021 года. – Петрозаводск : Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2021. – С. 49–53.
4. Сурайкин А.И. Источник питания светодиодов на основе резонансного алгоритма [Текст] // А.И. Сурайкин, М.С. Лабутин, А.Д. Кудряшов // XLIX Огарёвские чтения : материалы научной конференции: в 3 частях, Саранск, 07–13 декабря 2020 года. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2021. – С. 164–171.

Вольвак С.Ф., к.т.н., профессор,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АККУМУЛЯТОРОВ ЭНЕРГИИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Аннотация: в результате анализа существующих аккумуляторов энергии становится возможным сделать вывод о применимости выбранных аккумуляторных батарей для обеспечения гарантированного энергоснабжения потребителя при использовании альтернативных ВИЭ на основании сравнения количества полученной энергии, поступающей от альтернативного ВИЭ за предшествующий исследуемому периоду времени, и потребляемой энергии.

Ключевые слова: системы аккумулирования энергии, аккумуляторы энергии, аккумуляторные батареи, альтернативные ВИЭ.

Volvak S.F., Ph.D., Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

TO THE USE OF ENERGY ACCUMULATORS IN ALTERNATIVE ENERGY

Abstract: as a result of the analysis of existing energy accumulators, it becomes possible to draw a conclusion about the applicability of the selected batteries to ensure guaranteed energy supply to the consumer when using alternative renewable energy sources based on a comparison of the amount of energy received from alternative renewable energy sources for the previous time period under study and the energy consumed.

Keywords: energy storage systems, energy accumulators, rechargeable batteries, alternative renewable energy sources.

К одной из основных проблем энергетического комплекса России относится ориентация энергетики на невозобновляемые источники энергии [1]. При этом будущее за развитием альтернативных возобновляемых источников энергии [2–5] и перед учёными стоит не только проблема разработки возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и выявления новых безотходных и неисчерпаемых видов топлива, но и накопления и хранения полученной энергии.

В традиционной энергетике (ТЭС, АЭС, ГЭС) самой важной составляющей систем является турбина, которая преобразовывает энергию источника в механическую для её дальнейшего применения. Однако при развитии возобновляемой энергетики на первый план выходят накопители энергии, которые позволят эффективно сохранять полученную энергию. Автомобили будущего тоже не смогут обходиться без эффективных батарей [6].

Системы аккумулирования энергии бывают нескольких типов: механиче-

ские, тепловые, химические, электрические.

Системы хранения механической энергии представляют собой большие гидроаккумулирующие плотины, механические маховики и накопители сжатого воздуха. Накопители тепловой энергии – резервуары с горячей или холодной водой, либо расплавленными солями, ледяные хранилища и криогенная техника. Химические системы используются обычно при хранении водорода. Наибольший темп роста хранения энергии за последние десятилетия пришёлся на электрические системы, такие как батареи и конденсаторы [6].

Из электрических систем в большинстве случаев используется электрохимический аккумулятор с зарядом (накоплением энергией) путём питания его электрической энергией. Как правило, возможное количество перезарядок зависит от типа аккумуляторного элемента, но в среднем, современный аккумулятор способен обеспечить 300–1000 полных циклов [7] заряда/разряда. Все электрохимические аккумуляторы можно условно разделить по назначению на несколько основных групп [8]: бытовые, для радиотелефонов, фонариков и источников бесперебойного питания (ИБП), автомобильные, промышленные. В зависимости от химсостава, который влияет на эксплуатационные свойства, различают основные типы аккумуляторов [8, 9]: свинцово-кислотные, никель-кадмиевые, никель-металл-гидридные, литий-ионные, литий-полимерные. В разных сферах также используются литий-серные, литий-кобальтовые, литий-титанатные, литий-воздушные, литий-фосфатные и воздушно-цинковые батареи, твердотельные аккумуляторы и др. [6]. Существует много других видов аккумуляторов (всего около 100).

Современные электромобили преимущественно ездят на литий-ионных батареях [10]. Появляется все больше электромобилей на альтернативных литий-железо-фосфатных аккумуляторах. Компания Tesla сейчас использует никель-кобальт-алюминиевые аккумуляторы Panasonic и никель-марганцево-кобальтовые ячейки LG Chem со сниженным содержанием кобальта [10].

Главная проблема при создании новых технологий хранения энергии заключается в том, что при улучшении какого-то одного параметра ухудшаются остальные [6]. При этом первичные гальванические элементы хорошо подходят для работы в длительном режиме, а аккумуляторы могут использоваться как для длительной работы, так и для покрытия кратковременных и толчковых нагрузок. Конденсаторы и катушки индуктивности используются, главным образом, для покрытия импульсных нагрузок и для выравнивания мощности при быстрых изменениях нагрузок. Для выравнивания мощности, отдаваемой в энергосистему ветряными и солнечными электростанциями, могут применяться комбинации аккумуляторов с ультраконденсаторами [11, 12].

Область применения некоторых аккумулирующих устройств [11, 12] по длительности нагрузки и по отдаваемой мощности характеризует рисунок 1.

Изменение структуры сетевой генерации при внедрении ВИЭ приведёт к повышению требований к функционированию и устойчивости сети, а также создаёт новые вызовы к развитию технологий аккумулирования энергии [13].

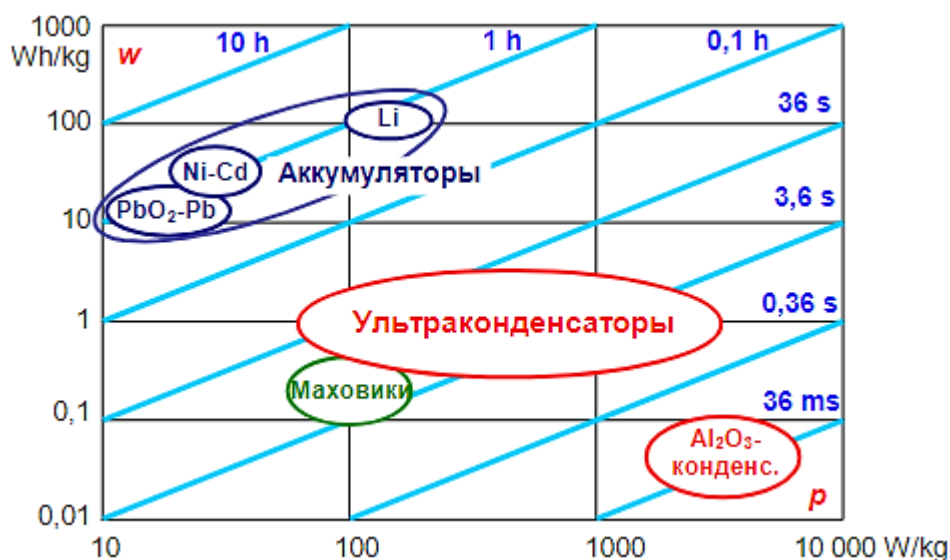


Рис. 1 – Границы удельной аккумулирующей способности [11, 12] и удельной мощности некоторых аккумулирующих устройств (приблизённо)

По данным WEO2016 повышение устойчивости сети, создание дружественных к требованиям сети солнечных и ветровых электростанций, обеспечение доступности электростанций, готовых включиться в поддержание уровня мощности за короткий период времени могут быть эффективны только до того момента, когда ВИЭ достигнут 25% доли в генерации. В системах с большей долей ВИЭ либо нужно отключать возобновляемую генерацию во время избытка мощности или снижения потребления, либо устанавливать крупномасштабные системы аккумулирования энергии [13, 14].

Таким образом, для покрытия кратковременных пиков энергопотребления, в т.ч. при использовании альтернативных ВИЭ, необходим накопитель энергии, например АКБ, который запасает излишки энергии во время минимального потребления и отдаёт запасённую энергию во время максимального потребления в короткий промежуток времени. При этом количество полученной энергии, поступающей от альтернативного ВИЭ за предшествующий исследуемому периоду времени, должно превышать потребляемую энергию. При получении неудовлетворительного результата необходимо произвести соответствующие расчёты параметров, например, увеличить номинальную мощность и/или количество энергетических установок, снизить энергопотребление и т.д. Мероприятия по снижению энергопотребления (энергосбережению) являются самыми эффективными: светодиодное освещение, обогрев с помощью тепловых насосов, наличие датчиков присутствия с целью автоматического отключения освещения и снижения уровня отопления в помещениях, где это временно не требуется. Кроме мер по энергосбережению существует вероятность наличия большего количества солнечного излучения или более сильного ветра в предшествующем периоде и тогда количество полученной от ВИЭ энергии будет больше. После такого сравнения становится возможным сделать вывод о применимости выбранных аккумуляторных батарей для удовлетворения условия энергопотребления исследуемого объекта и обеспечения гарантированного энергоснабжения потребителя при использовании альтернативных ВИЭ.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года : распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р.
2. Вольвак С.Ф. Развитие альтернативных источников энергии / С.Ф. Вольвак // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. – С. 230–231.
3. Вольвак С.Ф. Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии для сельскохозяйственного предприятия / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий // Цифровые и инженерные технологии в АПК : Материалы Национальной научно-практической конференции, Майский, 25 ноября 2021 года. – Майский : Белгородский ГАУ, 2022. – С. 17–20.
4. Вольвак С.Ф. Нетрадиционные источники энергии в сельском хозяйстве / С.Ф. Вольвак, М.В. Вольвак, В.А. Суровцев // Энергосберегающие технологии в АПК : сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (5 декабря 2018 г.). – Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019. – С. 23–26.
5. Вольвак С.Ф. Использование возобновляемых источников энергии в России / С.Ф. Вольвак, М.В. Вольвак, В.А. Суровцев // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции. – Ч. II. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2018. – С. 110–114.
6. Села батарейка: что происходит на рынке сохранения энергии. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60bde5849a7947f7d5c34333>.
7. Какие бывают аккумуляторы в мобильной, компьютерной и бытовой технике. – URL: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-331-batareiki-i-akkumulyatoryi/39937-kakie-byivaut-akkumulyatoryi-v-mobilnoi-komputernoi-i-byitovoi-te/>.
8. Основные типы аккумуляторов. – URL: <http://ironfriends.ru/osnovnye-tipy-akkumulyatorov/>.
9. Аккумуляторы разных типов: какие есть, чем отличаются. – URL: <https://dzen.ru/a/ZC1F2PavyBNueCGs>.
10. Какие батареи используются в электромобилях? – URL: <https://mag.auto3n.ru/kakie-batarei-ispolzuyutsya-v-elektromobilyah/>.
11. Аккумуляирование тепла. – URL: <https://studylib.ru/doc/2021426/akkumulirovanie-tepla>.
12. Аккумуляирование энергии. – URL: <https://avtonomny-dom.ru>.
13. Водородные энергетические технологии: Материалы семинара лаборатории ВЭТ ОИВТ РАН: сб. науч. тр. / редкол.: Д. О. Дуников (отв. ред.) [и др.]. – М. : ОИВТ РАН, 2017. – Вып. 1. – 190 с.
14. Счастливец А.И. Водородные технологии для аккумуляирования энергии / А.И. Счастливец, В.И. Борзенко, Д.О. Дуников. – URL: <https://aie.cchgeu.ru/upload/staff/upr-nauki-i-innov/AIE-2020/SchastlivcevA.pdf>.

Заболоцкий А.М., к. ф.-м. н.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПРИ НИЗКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

Аннотация: получены вольт-амперные характеристики (ВАХ) монокристаллической солнечной панели в широком диапазоне освещённостей, выполнены вычисления зависимости коэффициента заполнения ВАХ от освещённости. Показано, что основными причинами снижения эффективности солнечной панели при низкой освещённости являются снижение коэффициента заполнения ВАХ и уменьшение напряжения холостого хода.

Ключевые слова: вольт-амперная характеристика солнечного элемента, коэффициент заполнения, напряжение холостого хода, ток короткого замыкания.

Zabolotskiy A.M., Ph.D.
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

PERFORMANCE OF SOLAR PANELS IN LOW LIGHT

Abstract: The volt-ampere characteristics (VAC) of a monocrystalline solar panel in a wide range of illuminances are obtained, calculations of the dependence of the fill factor of the VAC on illumination are performed. It is shown that the main reasons for the decrease in the efficiency of the solar panel in low light conditions are a decrease in the fill factor of the VAC and a decrease in the idle voltage.

Key words: volt-ampere characteristic of the solar cell, fill factor, no-load voltage, short-circuit current.

В настоящее время всё большее внимание уделяют альтернативным источникам энергии, среди которых важное место занимает солнечная энергетика. В связи с этим неизбежно возникает вопрос об эффективности преобразования энергии света в условиях, далеко отличающихся от идеальных (пасмурное небо, сумерки и т.д.) [1]. Цель этой работы – показать, как работает солнечная панель в условиях, отличных от яркого солнечного освещения.

Как известно, солнечная панель представляет собой совокупность параллельно и(или) последовательно соединённых солнечных элементов. Эквивалентная схема солнечного элемента показана на рис. 1. Она содержит источник постоянной ЭДС, генерирующий фототок I_{ph} , который частично компенсируется диодом при подключенной внешней нагрузке R . Резистор R_p учитывает утечки тока, параллельные p - n -переходу, а резистор R_s – сопротивление кон-

тактных слоев, сопротивлений каждой из p и n областей солнечного элемента, а также переходные сопротивления металл-полупроводник [2].

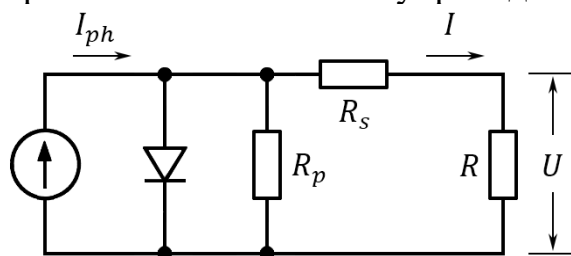


Рис. 1 – Эквивалентная схема солнечного элемента

Ток I нагрузки R и напряжение U на выходе солнечного элемента связаны уравнением

$$I = I_{ph} - I_0 \left[e^{\alpha(U + IR_s)} - 1 \right] - \frac{U + IR_s}{R_p}, \quad (1)$$

где $\alpha = q/AkT$. Здесь I_0 – тепловой ток p - n -перехода, q – заряд электрона, kT/q – тепловой потенциал, A – диодный коэффициент, $A \geq 1$ [3].

Для получения данных в целях последующего построения вольт-амперных характеристик была использована монокристаллическая солнечная панель Flexsolar мощностью 5 Вт, состоящая из 10 последовательно соединенных солнечных элементов, с помощью которой осуществлялась тестирование компьютерной программы «Solar Panel Navigator» [4].

Значения напряжения U перед обработкой редуцировались к стандартной температуре $T_0 = 25^\circ\text{C}$ по формуле $U(25) = U/[1 - 0,00393(T - 25)]$. Зависимость силы тока I от температуры T не учитывалась, т.к. температурный коэффициент по току почти на порядок ниже [5].

Для аналитического представления ВАХ солнечной панели использовалось уравнение (1), в котором параметры I_{ph} , I_0 , α , $g = 1/R_p$ и R_s определялись на основе результатов измерений методом наименьших квадратов. Как можно видеть, это уравнение содержит зависимость I от U в неявном виде. Вычислить значение I при заданном U посредством формулы (1) можно с помощью метода Ньютона для численного решения нелинейных уравнений [6].

Были получены пять ВАХ солнечной панели при освещенностях E , равных 75221, 12641, 877, 67 и 11 люкс. Две крайние из них показаны на рис. 2. Здесь кривая – зависимость (1), точки – результаты измерений напряжения U и силы тока I , $P_M(U_M, I_M)$ – рабочая точка ВАХ, в которой мощность панели максимальна. Как видим, при уменьшении освещенности происходит сдвиг ВАХ вниз и влево из-за уменьшения тока короткого замыкания I_{sc} и напряжения холостого хода U_{OS} , и, как следствие, при $E \rightarrow 0$ ВАХ стремится к линейной зависимости между I и U .

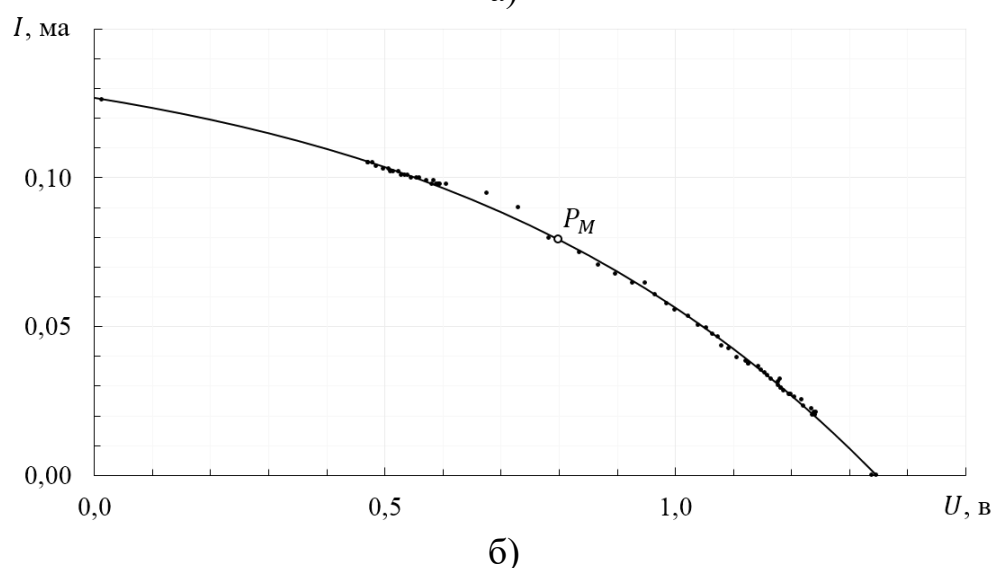
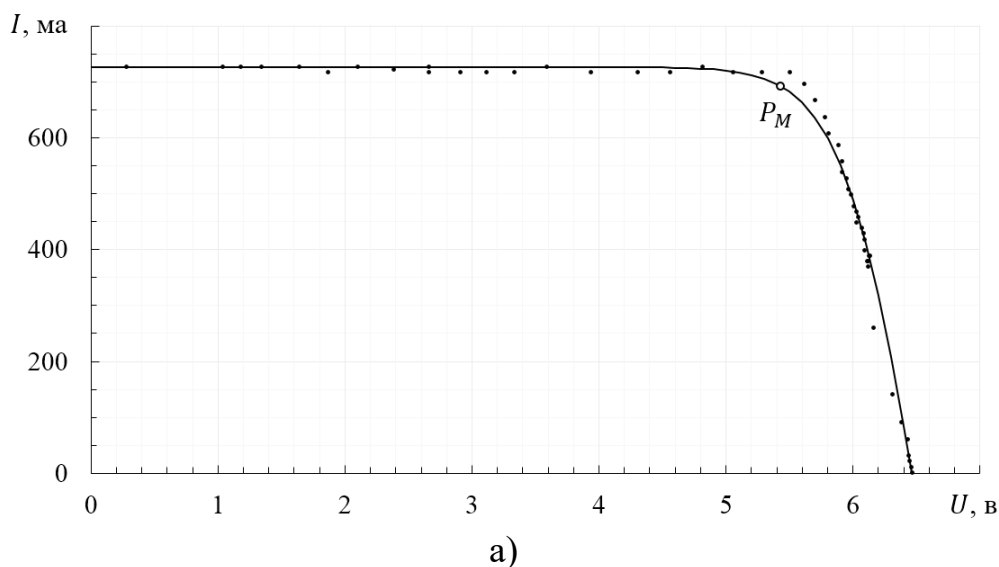


Рис. 2 – Вольт-амперная характеристика солнечной панели при освещённости: а) 75221 лк; б) 11 лк; P_M – точка максимальной мощности

В таблице 1 даны значения параметров солнечной панели в зависимости от освещённости E ; P_L – мощность излучения, поглощаемого панелью, P и η – её мощность и КПД соответственно. Первая строка данных – результат экстраполяции экспериментальных значений к освещённости в 1000 Вт/м^2 , используемой в STC [7]. Как показал анализ результатов, основные причины снижения КПД солнечной панели при уменьшении освещённости – это уменьшение коэффициента FF заполнения ВАХ и снижение напряжения холостого хода U_{OS} . Если бы этого не происходило, то КПД менялся бы в весьма узком диапазоне 18-21% при $U_{OS} = 6,5 \text{ В}$ и $FF = 0,81$ и освещённости E в интервале $0,12 - 1000 \text{ Вт/м}^2$.

Таблица 1 – Зависимость параметров солнечной панели от освещенности

E , лк	E , Вт	P_L , Вт	U_{OC} , В	I_{SC} , мА	FF	P , Вт	η , %
99472	1000	27,28	6,49	957,1	0,81	5,01	18,37
75221	756,20	20,63	6,46	726,9	0,80	3,76	18,24
12641	127,08	3,47	5,79	125,6	0,77	0,563	16,23
877	8,82	0,24	4,74	9,08	0,58	0,0249	10,33
67	0,67	0,0184	2,76	0,72	0,44	0,000882	4,79
11	0,12	0,0031	1,35	0,13	0,37	0,000063	2,01

В пасмурную погоду днём эффективность солнечной панели значительно ниже, её мощность составляет 4%-19% от номинальной мощности при STC, а в период вечерних или утренних сумерек, при освещённости ниже 1000 лк, мощность уже оказывается меньше 0,5% от номинального значения.

Список литературы

1. Влияние облачности и тени на выработку энергии солнечными панелями. URL: <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/techorient.htm> (дата обращения: 30.06.2023).
2. Гременок В.Ф. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов / В.Ф. Гременок, М.С. Тиванов, В.Б. Залесский. – Минск : Изд. Центр БГУ, 2007. – 222 с. ил., табл. – ISBN 985-476-443-5.
3. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. – М. : Энергоатомиздат. 1990. – 392 с.
4. Заболоцкий А. М. Программа для ЭВМ «Solar Panel Navigator» / Официальный бюллетень федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент) «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем», 2021, № 9. № регистрации : 2021664780.
5. Кирпичникова И.М., Махсумов И.Б. Построение энергетических характеристик солнечных модулей с учетом условий окружающей среды // Электротехника, информационные технологии, системы управления. – № 34, 2020. – С. 56–74.
6. Заболоцкий А.М. Прикладная математика. Белгород : Изд-во БелГАУ, 2016. 118 с.
7. Тестирование параметров солнечной батареи URL: <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/ptc-conditions.htm> (дата обращения 02.08.2023).

Килин С.В.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород

ДИАГНОСТИКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Аннотация: В статье рассматриваются методы диагностики технического состояния трансформатора.

Ключевые слова: диагностика, техническое состояние, силовой трансформатор, изоляция, эксплуатация.

Kilin S.V.

Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

DIAGNOSTICS OF POWER TRANSFORMERS

Abstract: The article discusses methods for diagnosing the technical condition of the transformer.

Keywords: diagnostics, technical condition, power transformer, isolation, operation.

Одним из основных направлений в диагностике электрооборудования является диагностика силовых трансформаторов. Вызвано это обстоятельство высокой стоимостью трансформатора, его значимостью в вопросах надежности электроснабжения потребителей, сложностью определения повреждений и дефектов на ранней стадии развития. Диагностика силовых трансформаторов является сложным многогранным процессом.

Выполнение мониторинга и проведение диагностических испытаний дает возможность сделать выводы по текущему состоянию технических параметров и элементов и дать заключение о дальнейшей эксплуатации трансформатора [1].

Максимальная работоспособность трансформатора в процессе на всем протяжении его эксплуатации во многом зависит от твердой изоляции обмоток трансформатора. Если при эксплуатации не нарушались режимы работы трансформатора и не имели место значительные перегрузки, то характеристики твердой изоляции обмоток трансформатора сохранят все свойства в течении всего срока эксплуатации самого трансформатора.

На данный момент есть множество различных способов определения технического состояния электрооборудования и, в частности, трансформаторов, однако практически все применяют именно нормативные методики проведения испытаний [2]. Различают два направления проведения испытаний.

Первая группа, к которой относятся измерения и анализ:

- коэффициента трансформации;
- тока и потерь холостого хода;

- сопротивления и потерь КЗ;
- сопротивления обмоток постоянному току.

Вторая группа, к которой относится проведение измерений характеристик изоляции:

- физико-химический анализ трансформаторного масла (ФХА);
- хроматографический анализ газов, растворённых в масле (ХАРГ);
- оценка влажности твёрдой изоляции;
- измерение тангенса угла диэлектрических потерь изоляции обмоток;
- оценка состояния бумажной изоляции обмоток;
- применения тепловизионного контроля состояния трансформатора.

В настоящее время все чаще стали применяться так же и другие методики определения состояния трансформатора, вот несколько из них диагностика характеристик частичных разрядов (ЧР), вибродиагностика, ультразвуковое обследование и другие методы.

Так же хотелось бы отметить, что силовые трансформаторы можно отнести к основным элементам энергосистем. Таким образом к трансформаторам будут предъявляться более высокие требования к эксплуатации и надежности нежели к другим элементам энергосистем. На сегодняшний день срок службы многих трансформаторов приближается к нормативному значению, или уже превысил его, поэтому становится наиболее актуальной проблема аварийности оборудования и, как следствие, обеспечение эффективного технического контроля над его состоянием [3, 4].

На основании выше сказанного можно сделать следующий вывод. Определение технического состояния оборудования, а в частности трансформаторов дает возможность [5]:

- предотвратить создание аварии в энергосистеме;
- уменьшить время и сроки восстановления оборудования;
- определить текущее состояние силового трансформатора и дать заключение по продолжительности эксплуатации трансформатора;
- подготовить к вводу в работу системы непрерывной диагностики и определить остаточный ресурс электрооборудования.

Список литературы:

1. Соловьев С.В. Проблема диагностики силовых трансформаторов [Текст] / Соловьев С.В., Филонова Д.Н. // Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»; Под общей редакцией: В.И. Оробинского, В.Г. Козлова. 2016. С. 352–355.
2. РД 34.45-51.300-97. Объем и нормы испытаний электрооборудования. 6-е издание, с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.10.2006 (утверждены РАО «ЕЭС России» 08.05.1997).
3. Соловьёв С.В. Тепловизионный контроль состояния электроустановок белгородских электрических сетей с помощью прибора FLIRI50 [Текст] / С.В. Соловьёв, Д.Н. Филонова // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики : материалы 11-й Международной конференции по проблемам горной

промышленности, строительства и энергетики, Тула, 05–06 ноября 2015 года / Под общей редакцией Р.А. Ковалева. – Тула : Тульский государственный университет, 2015. – С. 371.

4. Соловьёв С.В. Математическое моделирование при диагностике силовых трансформаторов [Текст] / С.В. Соловьёв // Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы IX международной научно-практической конференции, Саратов, 15–16 апреля 2018 года / Под общ. ред. Трушкина В.А. – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2018. – С. 207.

5. Диагностика силовых трансформаторов в эксплуатации [Текст] / Д.А. Труфанов, Н.В. Прибылова, В.А. Черников, А.И. Королёв // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе : Материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 09–10 июня 2020 года. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2020. – С. 505–510.

Китаёва О.В., д.т.н., доцент, **Ужик В.Ф.**, д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА

Аннотация: Несмотря на геополитические разногласия, нестабильные цены на сырьевые товары и неопределенность в отношении затрат, на горизонте появляются преобразующие изменения в некоторых частях глобальной энергетической системы. Электроснабжение становится все более экологически чистым, поскольку количество источников с низким уровнем выбросов увеличивается быстрее, чем спрос. Доля электроэнергии в общем конечном потреблении составляет с 20% сегодня до 41% в APS и более 50% в сценарии NZE к 2050 году. Электрификация является ключевым фактором сокращения спроса на ископаемое топливо, наряду с повышением эффективности и более широким использованием топлива с низким уровнем выбросов.

Ключевые слова: электроснабжение, энергетика, баланс, природные ископаемые.

Kitayova O.V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Uzhik V.F., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

WAYS OF FORMING THE ENERGY BALANCE

Abstract: Despite geopolitical disagreements, volatile commodity prices and uncertainty about costs, transformative changes in some parts of the global energy system are on the horizon. Electricity supply is becoming more environmentally friendly as the number of low-emission sources increases faster than demand. The share of electricity in total final consumption is from 20% today to 41% in APS and more than 50% in the NZE scenario by 2050. Electrification is a key factor in reducing the demand for fossil fuels, along with increased efficiency and increased use of low-emission fuels.

Keywords: electricity supply, energy, balance, natural resources.

2022 год был беспокойным для мировых энергетических рынков: цены на энергоносители – особенно на природный газ – стремительно выросли как в Европе и во многих других частях мира. Последствия ценового шока для потребителей были в значительной степени смягчены вмешательством правительства. Мировой спрос на энергию вырос на 1,3% [1].

Несмотря на геополитические разногласия, нестабильные цены на сырьевые товары и неопределенность в отношении затрат, на горизонте появляются преобразующие изменения в некоторых частях глобальной энергетической системы. Сегодня на электромобили приходится около 15% продаж автомобилей, и по прогнозу к 2030 году их доля в сценарии, основанном на реализации официально принятой политики (STEPS), достигнет 40%. Рекордные 220 гигаватт (ГВт) солнечной мощности были произведены в 2022 году, и планируется, что уровень внедрения ее увеличится более чем вдвое, а доля тепловых насосов в продажах отопительного оборудования в STEPS более чем удвоится к 2030 году. Запланированное увеличение производственных

мощностей из этих чистых энергетических технологий, если они будут полностью реализованы, по-видимому, смогут достичь многих этапов развертывания в сценарии объявленных обязательств (APS), а в случае солнечной энергии и батарей также обеспечить то, что требуется для чистого нулевого уровня (NZE) выбросов к 2050 году.

При этом на горизонте появляются трансформационные изменения в некоторых частях глобальной энергетической системы.

Тесная историческая взаимосвязь между глобальным экономическим ростом и спросом на ископаемое топливо ослабевает с появлением новой экономики чистой энергии. Исходя из сегодняшних политических установок, пик каждого из трех видов ископаемого топлива ожидается до 2030 года (рисунок 1).

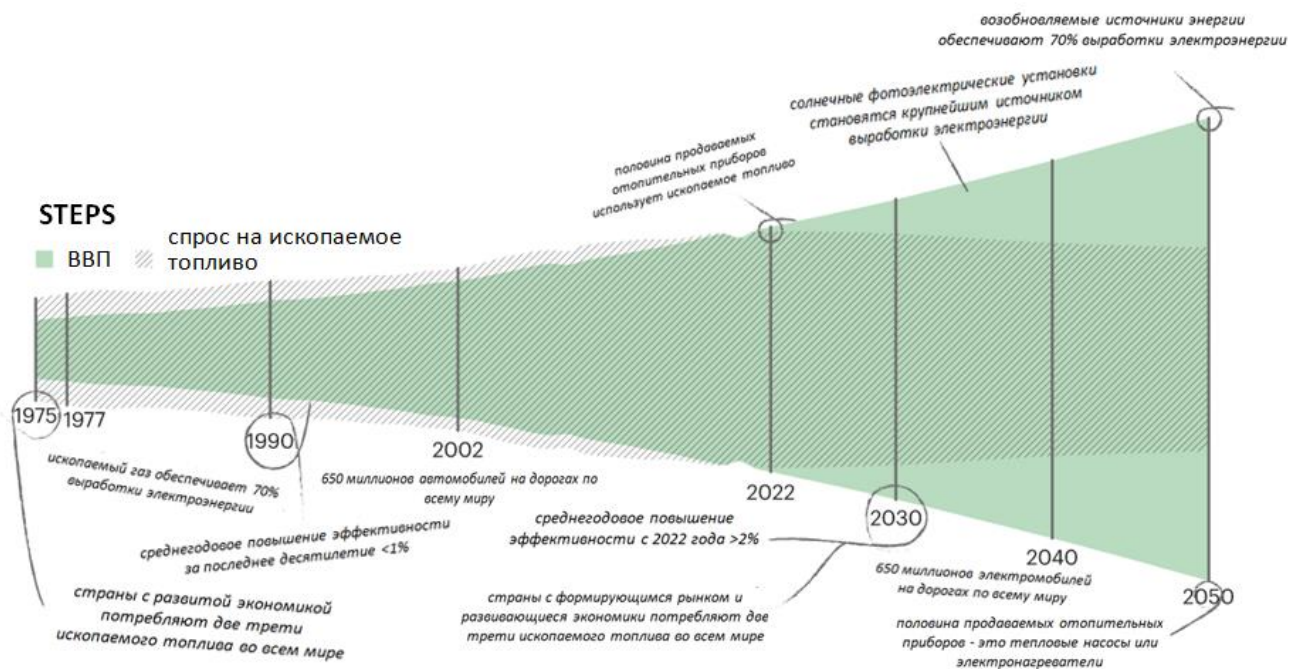


Рис. 1 – Взаимосвязь между глобальным экономическим ростом и спросом на ископаемое топливо

Электроснабжение становится все более экологически чистым, поскольку количество источников с низким уровнем выбросов увеличивается быстрее, чем спрос в каждом из сценариев. Солнечная фотозлектрическая энергия является явным лидером, но ветроэнергетика также набирает обороты, несмотря на краткосрочные проблемы с цепочками поставок, в то время как ядерная энергетика, другие возобновляемые источники энергии и топливо с низким уровнем выбросов также добиваются прогресса [2].

Солнечная фотозлектрическая энергия продолжает набирать обороты и растет с поразительной скоростью во всех принятых сценариях, что дополняется устойчивым ростом береговой и морской ветроэнергетики. Повышение гибкости энергосистем имеет решающее значение для интеграции большего количества солнечных фотозлектрических и ветровых электростанций и ускорения перехода от угля и природного газа (рисунок 2).

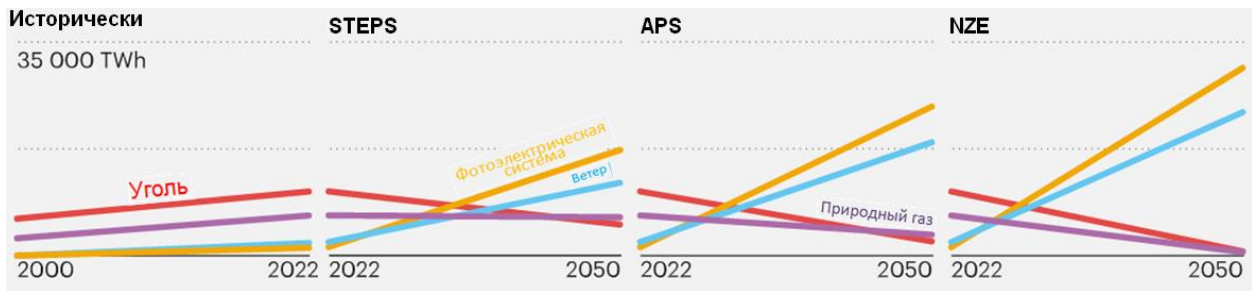


Рис. 2 – Прогноз развития энергосистемы в разных сценариях

Электрификация транспорта и теплоснабжения ускоряется в каждом сценарии, хотя и не такими темпами, как декарбонизация энергетического сектора. Энергоэффективность играет ключевую роль во всех секторах в определении общего конечного потребления. В рамках STEPS потребление увеличивается в среднем на 0,7% в год до 2050 года; в APS он достигает максимума в конце 2020-х годов, а затем медленно начинает снижаться; в сценарии NZE с сегодняшнего дня он падает на 1% в год.

Доля электроэнергии в общем конечном потреблении составляет с 20% сегодня до 41% в APS и более 50% в сценарии NZE к 2050 году (рисунок 3). Электрификация является ключевым фактором сокращения спроса на ископаемое топливо, наряду с повышением эффективности и более широким использованием топлива с низким уровнем выбросов.

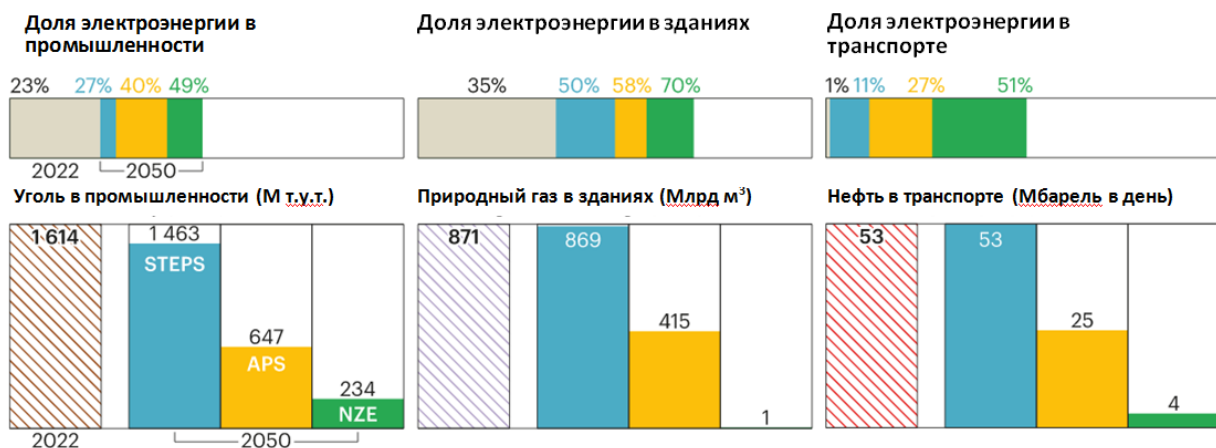


Рис. 3 – Доля электроэнергии в разных сценариях

Процессы улавливания, утилизации и хранения водорода и углерода добиваются столь необходимого прогресса. Утвержденные пути развития в разных проектах показывают, что к 2030 году планируется ввести в эксплуатацию более 400 ГВт установок электролиза водорода и более 400 миллионов тонн мощностей по улавливанию CO₂. Потенциально это могло бы соответствовать основным этапам APS, если бы все запланированные проекты были реализованы, но рост затрат и узкие места в цепочке поставок могут помешать прогрессу.

Список литературы

1. Официальный сайт международного агентства [Электронный ресурс] : Режим доступа: www.iea.org.
2. Обзор мировой энергетики 2022 г. [Электронный ресурс] : Режим доступа: https://www-iea-org.translate.google.com/reports/world-energy-outlook-2021?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=wapp.

Соловьёв С.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ЗАЗЕМЛЯЮЩЕМУ УСТРОЙСТВУ ПОДСТАНЦИИ 35 КВ «ОКТЯБРЬСКАЯ»

Аннотация: в результате расчёта, предложены технические решения по заземляющему устройству на подстанции 35 кВ «Октябрьская», которые предполагают совершенствование заземляющего устройства путём добавления новых вертикальных электродов и горизонтальных проводников.

Ключевые слова: заземляющее устройство, ток, уравнивание потенциалов, термическая стойкость.

Solovev S.V., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE GROUNDING DEVICE OF THE 35 KV SUBSTATION «OKTYABRSKAYA»

Abstract: As a result of the calculation, technical solutions were proposed for the grounding device at the 35 kV «Oktyabrskaya» substation, which involve improving the grounding device by adding new vertical electrodes and horizontal conductors.

Keywords: grounding device, current, potential equalization, thermal resistance.

Заземляющее устройство, как часть системы заземления считается одним из значимых элементов электроэнергетического объекта. К заземляющему устройству предъявляется ряд требований, касающихся как надёжности функционирования электрооборудования в независимости от условий его работы (нормальный или аварийный режим), так и безопасности работы эксплуатационного персонала [1, 2].

Применение заземлителя в ходе эксплуатации электроустановки позволяет, в частности, осуществлять функции отвода в землю токов возникающих в результате атмосферных и коммутационных перенапряжений, а так же рабочих токов. Основные функции, которые должен обеспечивать заземлитель представлены в [3, 4].

Существующий на подстанции (ПС) 35 кВ «Октябрьская» заземлитель в рамках проекта реконструкции будет совершенствоваться путём добавления новых вертикальных электродов и горизонтальных проводников.

Сечение существующих горизонтальных проводников заземлителя на ПС 35 кВ «Октябрьская» составляет 40×5 мм.

Новое высоковольтное оборудование (металлоконструкции оборудования 35 кВ), корпуса отдельно стоящих низковольтных шкафов присоединяются к сетке заземлителя сталью 30×5 мм. Сопротивление растеканию тока заземлителя не превышает допустимое – 10 Ом.

Так же стоит отметить, что спуски заземления следует изолировать с целью недопущения их активного разрушения на соответствующем промежутке «воздух-грунт». Изоляцию выполняют в два этапа на длину 10 см в каждую из сторон от границы раздела. На первом этапе выполняют покрытие участка грунтовкой ЭП-0199 в два слоя, а на втором этапе уже окрашивают в два слоя эмалью ЭП-1236 слоя (или аналогичными материалами, обладающими противокоррозионными свойствами).

Сечение заземляющих проводников и спусков выбирается по условию термической устойчивости учитывая запас на коррозию [5].

Для того чтобы определить сечение заземляющего проводника по термической стойкости $S_{ту}$ воспользуемся формулой:

$$S_{ту} = \frac{I_{кз} \cdot S_{1ка} \cdot q}{2}, \quad (1)$$

где $S_{1ка}$ – допустимое сечение для тока в 1 кА продолжительностью воздействия 1 секунда;

q – коэффициент, учитывающий продолжительность воздействия тока, считается по формуле:

$$q = \begin{cases} \sqrt{t + 0.09}, t < 1с \\ 0.8 \cdot \sqrt{t}, t > 1с \end{cases}, \quad (2)$$

где t – время срабатывания основных защит.

Значения $S_{1ка}$ приведены в [5].

Выбираем для ПС «Октябрьская» заземляющий проводник из стали, подсоединенный к аппарату для него $S_{1ка} = 16,5 \text{ мм}^2/\text{кА}$.

Ток двухфазного короткого замыкания на ОРУ 35 кВ для ПС 35 кВ «Октябрьская» равен 1,221 кА.

Время срабатывания основных защит 0,1 с.

В этом случае коэффициент, учитывающий продолжительность воздействия тока (с учетом времени работы выключателя) равен:

$$q = \sqrt{t + 0,09} = \sqrt{0,16 + 0,09} = 0,436.$$

Допустимое сечение заземляющего проводника по термической стойкости равно, мм^2 :

$$S_{ту} = \frac{1,221 \cdot 0,436 \cdot 16,5}{2} = 4,39$$

При использовании стальных заземлителей и заземляющих проводников к расчетному значению сечения, выбранного по термической стойкости ($S_{ту}$), добавляется сечение, которое будет потеряно стальным заземлителем из-за коррозии в месте его установки ($S_{кор}$) за время дальнейшей эксплуатации электроустановки (t). Таким образом, полная площадь сечения стального заземляющего проводника и заземлителя должна быть равна:

$$S_{пол.} = S_{ту} + S_{кор}(t), \quad (3)$$

Если $\delta_k(t)$ – глубина коррозии стального искусственного заземлителя или заземляющего проводника круглого сечения для требуемого срока службы электроустановки – (t), мм, то добавка к сечению по термической стойкости заземлителя по условиям коррозии составит:

$$S_{кор}(t) = \pi \cdot \delta_k(t) \cdot \left(\sqrt{\frac{4 \cdot S_{ту}}{\pi}} + \delta_k(t) \right). \quad (4)$$

Значение $\delta_k(t)$ определяется расчетом по [3].

$$\delta_k(t) = a_k \cdot \ln^3 t + b_k \cdot \ln^2 t + c_k \cdot \ln t + d_k, \quad (5)$$

где, t – расчетное время эксплуатации заземлителя в месяцах;

a_k , b_k , c_k , d_k – коэффициенты уравнения для прогноза глубины коррозии стальных заземлителей в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Коэффициенты уравнения для прогноза глубины коррозии

стальных заземлителей

Коррозийная зона	Коэффициенты уравнения				Расчётная глубина коррозии через 30 лет, мм
	a_k	b_k	c_k	d_k	
K_0	0,0206	0,1054	0,0410	0,0593	8,8
K_1	0,0118	0,350	-0,0612	0,1430	3,4
K_2	0,0056	0,0220	-0,0107	0,0408	2,0
K_3	0,0050	0,0031	-0,0410	0,2430	1,1
K_4	0,0026	0,0092	-0,0104	0,0224	0,8
K_5	0,0013	0,0030	-0,0068	0,0440	0,4

Расчетное время эксплуатации заземлителя выбираем 30 лет или 360 месяцев. Коэффициенты уравнения согласно таблице 1 составят:

$$\begin{aligned} a_k &= 0,005, \\ b_k &= 0,0031, \\ c_k &= -0,041, \\ d_k &= 0,243. \end{aligned}$$

Тогда глубина коррозии стального искусственного заземлителя равна:

$$\delta_k(t) = 0.005 \cdot \ln^3 360 + 0.0031 \cdot \ln^2 360 + (-0.041) \cdot \ln(360) + 0.243 = 1.1287.$$

Сечение стального заземлителя, потерянное в результате коррозии с учетом значений полученных коэффициентов равно:

$$S_{кор} = 3,14 \cdot 1,1287 \cdot \left(\sqrt{\frac{4 \cdot 4,39}{3,14}} + 1,1287 \right) = 12,4 \text{ мм}^2$$

Полная площадь сечения стального заземляющего проводника равна:

$$S_{кор} = 4,39 + 12,4 = 16,8 \text{ мм}^2$$

Окончательно, учитывая результаты расчетов, в качестве заземляющих спусков, горизонтальных заземляющих проводников и шины уравнивания потенциалов для нового оборудования выбираем полосовую сталь 30×5 мм.

Список литературы

1. Вендин С.В. Расчет заземляющих устройств опор грозотросов и средств подавления скользящих искровых каналов / С.В. Вендин, С.В. Соловьев, С.В. Килин, А.О. Яковлев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 2 (30). – С. 57–78.
2. ГОСТ Р 58882-2020. Заземляющие устройства. Системы уравнивания потенциалов. Заземлители. Заземляющие проводники: технические требования: дата введения 2022-06-16 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 45 с.
3. Килин С.В. Способы защиты оборудования от грозовых перенапряжений / С.В. Килин, А.О. Яковлев // 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. 110–111.
4. Кузубов В.В. Охрана труда при работе в электроустановках сельского хозяйства / В.В. Кузубов, С.В. Килин // Молодёжный аграрный форум – 2018 : Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 20–24 марта 2018 года. Том 1. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 262.
5. СТО 56947007-29.130.15.114-2012. Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6-750 кВ : руководящие указания : дата введения 2012-02-03 / ОАО «ФСК ЕЭС». – Изд. официальное. – Москва : ОАО «ФСК ЕЭС», 2012. – 63 с.

Соловьёв С.В., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УРАВНИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ ОБЩЕПОДСТАНЦИОННОГО ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация: в статье предложена организация системы уравнивания потенциалов общеподстанционного пункта управления на подстанции 35 кВ, которая позволит обеспечить необходимые эксплуатационные функции рассматриваемой электрической установки.

Ключевые слова: заземление, ток, общеподстанционный пункт управления, уравнивание потенциалов, подстанция.

Solovev S.V., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

ORGANIZATION OF A POTENTIAL EQUATION SYSTEM FOR A GENERAL SUBSTATION CONTROL CENTER

Abstract: The article proposes the organization of a potential equalization system for a general substation control point at a 35 kV substation, which will provide the necessary operational functions of the electrical installation in question.

Keywords: grounding, current, general substation control center, potential equalization, substation

Система уравнивания потенциалов, наряду с системой заземления является важной частью современного электроэнергетического объекта. Система уравнивания потенциалов позволяет обеспечить снижение разностей потенциалов, приложенных к изоляции цепей связи, уходящих с территории объекта – при коротких замыканиях (КЗ) на землю и молниевых разрядах [1, 2].

В современных условиях состоянию системы уравнивания потенциалов должно уделяться повышенное внимание, поскольку они оказывают существенное влияние на электромагнитную обстановку на электроэнергетическом объекте [3, 4].

Устройства релейной защиты и автоматики, автоматические системы управления на подстанции, системы коммерческого учёта электроэнергии и связи, основанные на микропроцессорных элементах, имеют широкие функциональные возможности и ряд других преимуществ перед электромеханическими устройствами, но, в отличие от них, современные устройства обладают сравнительно высокой чувствительностью к электромагнитным помехам.

По периметру внутри здания общеподстанционного пункта управления (ОПУ) прокладывается шина уравнивания потенциалов (ШУП).

ШУП должна выполняться из стали с сечением не менее 150 мм² и присоединяется к главной заземляющей шине (ГЗШ) шине РЕ щита собственных нужд (болтовыми присоединениями) и сваркой к внешнему заземлителю подстанции (ПС) в двух местах.

Защитное заземление шкафов в ОПУ выполняется путем присоединения (сваркой) всех металлоконструкций (шкафы, панели и т.п.), предназначенных для размещения микропроцессорной (МП) аппаратуры к элементам сетки уравнивания потенциалов, проложенным в полу помещений. При этом должен обеспечиваться надежный электрический контакт корпуса (клеммы РЕ) МП аппаратуры с металлоконструкциями (шкафами, панелями и т.п.), в которых она установлена [5].

Допускается заземление шкафов с МП аппаратурой путем присоединения их шинок РЕ (которые имеют надежный электрический контакт с корпусами шкафов и блоков) в ШУП здания.

МП аппаратуру верхнего уровня (не связанную проводными цепями непосредственно с аппаратами и конструкциями выше 1 кВ, например автоматизированное рабочее место диспетчера и т.п.) следует заземлять на ближайшую шину уравнивания потенциалов, предназначенную для заземления МП аппаратуры. При этом в помещениях, где размещается только МП аппаратура верхнего уровня, может реализовываться как система уравнивания потенциалов по схеме «сетка», так и по схеме «иерархическая звезда» в соответствии с [2].

МП аппаратуру верхнего уровня не следует заземлять непосредственно на ШУП, прокладываемую по периметру помещений.

Закладные части (швеллеры), проложенные в полу помещений, содержащих МП аппаратуру и силовое оборудование, соединяются друг с другом и с шиной, проложенной по периметру помещения, дополнительными проводниками в единую конструкцию (имеющую структуру сетки). Размер ячейки сетки должен быть не более 3 м. Сечение проводников сетки должно быть: в местах размещения силового оборудования: не менее 160 мм², в местах размещения МП аппаратуры: не менее 80 мм².

Использование проводящих напольных панелей будет также обеспечивать защиту от электростатических разрядов.

В помещении с МП аппаратурой РЕ проводники в щитах питания, а также в штепсельных розетках, через которые будет осуществляться питание аппаратуры, рекомендуется соединить с сеткой уравнивания потенциалов. Для критически важной аппаратуры даже при наличии третьего (РЕ) электрода в розетках должно быть выполнено дополнительное неразъемное соединение корпуса с системой заземления.

Представленная система уравнивания потенциалов позволит обеспечить необходимые эксплуатационные функции электрической установки.

Список литературы

1. Авербух М.А. Анализ электромагнитной совместимости сети высокого напряжения горнорудного предприятия / М.А. Авербух, Д.А. Прасол // Энергетик. – 2018. – № 2. – С. 36–41.

2. ГОСТ Р 58882-2020. Заземляющие устройства. Системы уравнивания потенциалов. Заземлители. Заземляющие проводники: технические требования: дата введения 2022-06-16 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 45 с.

3. Прасол Д.А. Электромагнитная совместимость в высоковольтных рудничных сетях с мощными тиристорными электроприводами постоянного тока: специальность 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Прасол Дмитрий Александрович, 2018. – 199 с.

4. Кузубов В.В. Охрана труда при работе в электроустановках сельского хозяйства / В.В. Кузубов, С.В. Килин // Молодёжный аграрный форум – 2018 : Материалы международной студенческой научной конференции, Белгород, 20–24 марта 2018 года. Том 1. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 262.

5. Обеспечение электромагнитной совместимости в системах электроснабжения промышленных предприятий с мощной нелинейной нагрузкой / Д.А. Прасол, С.В. Соловьев, А.О. Яковлев, С.В. Килин. – Москва; Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-книготорговый центр «Колос-С», 2020. – 220 с. – ISBN 978-5-00129-172-5.

Страхов В.Ю., Лукинов Д.А.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ КОРМОВОЙ СМЕСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОРОЩЕННОЙ СОИ

Аннотация: в статье представлены результаты исследований состава микроэлементов в семенах сои после проращивания.

Ключевые слова: пророщенная соя, ультрафиолетовое излучение, животноводство.

Strakhov V.Y., Lukinov D.A.
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

INCREASING THE NUTRITIONAL VALUE OF THE FEED MIXTURE WITH USING SPROUTED SOY

Abstract: the article presents the results of studies of the composition of trace elements in soybean seeds after germination.

Key words: sprouted soybeans, ultraviolet radiation, animal husbandry.

В последние годы в Российской Федерации отмечается стремительное развитие отрасли животноводства. Наблюдается как количественный, так и качественный скачок в производстве продуктов питания и сырья для перерабатывающей промышленности. Развитие отрасли животноводства зависит от производства качественных кормов. Правильное кормление обеспечивает здоровое поголовье и прибавку мясной и молочной продукции.

Основным сырьем для производства комбикорма выступает фуражное зерно, а также различные добавки растительного происхождения, минералы и витамины. Пшеница, овес, ячмень – это незаменимые компоненты в пищевых смесях для животных и птицы. Бобовые культуры хотя и выступают основным источником растительного белка, но могут содержать антипитательные вещества [1]. Чтобы обогащать корма протеином и не нанести вреда животным бобовые культуры перед скармливанием подвергают механической или биологической обработке. Биологическая обработка заключается в проращивании семян. Польза проращивания связана с рядом внутренних преобразований в зерновке, при которых увеличивается содержание витаминов и микроэлементов, сложные питательные вещества переходят в более простые формы [2, 3].

В научной литературе можно встретить исследования состава микроэлементов в пророщенном зерне злаковых культур, а вот информации о преобразованиях в семенах сои после проращивания крайне мало. Для исследований состава микроэлементов в семенах сои после проращивания были проведены опыты. Исследования проводились на семенах сои сорта «Нежеголь», полученных в учебно-научном инновационном центре «Агротехнопарк». Исследования предусматривали несколько этапов:

1. В начале, по данным плана эксперимента проводилась обработка образцов семян. В качестве источника ультрафиолетового облучения использовалась лампа типа ДКБУ-7.

2. Затем образцы семян сои помещали в чашечки для проращивания.

3. Во время проращивания, в течение каждых суток, семена каждые три часа увлажняли.

4. По применяемой технологии проращивания каждые сутки в течение 4 часов (с 9-00 до 13-00) обработанные и контрольные образцы семян, находящиеся на проращивании, подвергали искусственному освещению под фитолампой Camelion.

5. Срок проращивания составлял 5 суток, по истечении которого образцы были переданы в исследовательскую лабораторию.

Результаты лабораторных исследований пророщенных семян сои представлены на рисунке 1.

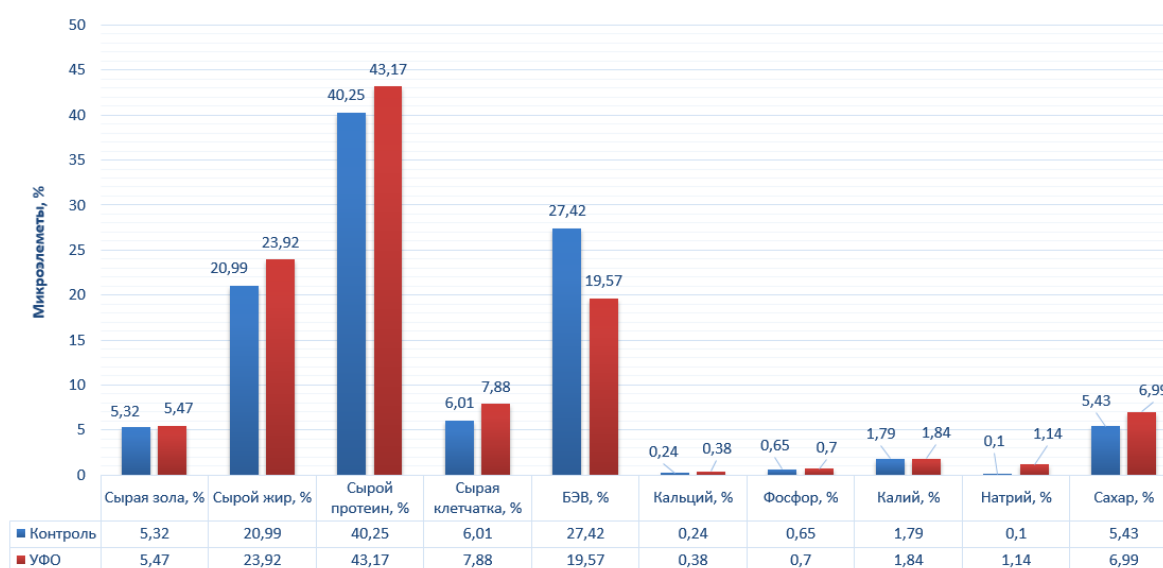


Рис. 1 – Результаты лабораторных исследований семян сои

Результаты исследований семян сои показали прирост по показателям: сырая зола, жир, протеин, клетчатка, кальций, фосфор, калий, натрий, сахар. Прирост свидетельствует о положительных преобразованиях в семенах сои при проращивании на витаминный корм.

Список литературы

1. Зимин И.Б. Повышение питательной ценности кормовой смеси с использованием пророщенного зерна / И.Б. Зимин, С.Г. Иванов, Е.Н. Главнов [и др.] // Состояние и перспективы научного обеспечения АПК : Материалы научной конференции, посвященной Дню российской науки, Великие Луки, 08 февраля 2023 года. – Великие Луки : Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 55–58.

2. Подлетьская Н.Н. Влияние уровня витаминного питания на обмен микроэлементов у молодняка свиней / Н.Н. Подлетьская, Б.А. Скуковский // Доклады ВАСХНИИ. – 1980. – № 1. – С. 25–27.

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.

Трудко А.В., студент, **Рыжов Ю.Н.**: к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Орел, Россия

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация: В данной статье представлен анализ современных технологий возделывания ярового рапса в условиях Российской Федерации. Исследование основано на сравнительном анализе различных методов и подходов к выращиванию этого культурного растения, а также на оценке их эффективности и экономической целесообразности.

Ключевые слова: яровой рапс, рапсовое масло, биодизель, технологии возделывания.

Trudko A.V., student, **Ryzhov Yu.N.**: Candidate of Technical Sciences,
FGBOU VO Orlovsky GAU, Orel, Russia

ANALYSIS OF MODERN TECHNOLOGICAL OPERATIONS IN THE CULTIVATION OF SPRING RAPE IN THE CONDITIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract: This article presents an analysis of modern technologies of cultivation of spring rape in the conditions of the Russian Federation. The study is based on a comparative analysis of various methods and approaches to the cultivation of this cultivated plant, as well as on the assessment of their effectiveness and economic feasibility.

Keywords: spring rapeseed, rapeseed oil, biodiesel, cultivation technologies.

Рапс является одной из важных культур в сельском хозяйстве. Он относится к семейству капустных и широко используется в пищевой, технической и энергетической промышленности. Рапс является источником масла, биодизеля, кормовых добавок и других продуктов. Значимость рапса в сельском хозяйстве заключается в его высокой урожайности и способности произрастать в различных климатических условиях, а также обладает высокой устойчивостью к болезням и вредителям [1].

Одним из ключевых факторов для достижения высоких и стабильных урожаев является правильное размещение рапса в севообороте. Наиболее оптимальным предшественником для этой культуры является чистый пар, хотя общая продуктивность такого севооборота может быть немного ниже, чем при полной занятости полей другими культурами. Рапс лучше всего сеять после озимых и яровых зерновых, гороха, многолетних трав и пропашных культур.[2]

Рапс, в свою очередь, способствует улучшению структуры почвы, повышает ее плодородие и значительно улучшает фитосанитарное состояние поля [3].



Рис. 1 – Общий вид семян рапса

Одна из ключевых технологических операций при выращивании рапса - основная обработка почвы. В равнинных зонах наилучшим методом основной обработки почвы перед посевом рапса является вспашка на глубину 20...22 см. Однако использование менее затратных безотвальных методов обработки почвы приводит к увеличению количества сорняков и снижению урожайности рапса на 2...3 ц/га по сравнению с вспашкой. В свете постоянного роста стоимости топлива и смазочных материалов вспашка с оборотом пласта становится экономически нецелесообразной [4].

Основная цель предпосевной обработки для ярового рапса заключается в сохранении собранной влаги, более полном уничтожении сорняков и создании условий для получения ровных и полноценных всходов. В предпосевной подготовке почвы могут быть проведены следующие операции: заделка влаги, выравнивание, внесение удобрений и гербицидов, а также культивация на глубину 4...5 см, которая обеспечит плотное семенное ложе, необходимое для равномерного всхода [5]. Наиболее эффективно предпосевную обработку почвы выполнять широкозахватными комбинированными агрегатами, которые в одном проходе могут выполнить несколько операций - выравнивание, культивацию и прикатывание. У рапса требуется внесение минеральных удобрений в 1.5...2 раза больше, чем у зерновых культур, для обеспечения его питательными веществами.

Для получения хорошего урожая семян рапса требуется использование более 20 кг серы на каждый гектар посевной площади. При недостаточном содержании доступной серы в почве оптимальная доза серных удобрений составляет от 20 до 40 кг на гектар [6]. Эти удобрения рекомендуется вносить перед посевом рапса в виде сульфатов аммония, калия и магния, суперфосфата, серы, которая обеспечивает хорошее сцепление со почвой.



Рис. 2 – Соцветие рапса

Для получения высокого и стабильного урожая ярового рапса также необходима хорошая обеспеченность почвы микроэлементами [7]. Внесение микроудобрений под рапс должно осуществляться на основе анализа содержания доступных микроэлементов в почве и ее реакции на определенные виды этих удобрений. В настоящее время на рынке доступно множество новых марок комплексных микроудобрений (такие, как гидромикс, кристалоны, ЖУСС, микромак, микроэл и другие).

Эффективность технологии посева рапса определяется временем и количеством семян, схемой и глубиной посева. Соблюдение оптимальных параметров этих методов позволяет получить равномерные всходы и высокие, стабильные урожаи семян рапса. Рапс рекомендуется сеять одновременно с ранними яровыми зерновыми культурами, такими как овес и ячмень. Однако в некоторых регионах России, где ранний сев может совпадать с засушливыми условиями необходимо высевать 40% семян, а затем по 30% через каждые 5...10 дней.

Урожайность ярового рапса мало зависит от нормы высева семян благодаря его высокой компенсационной способности при разреженных посевах. В России оптимальная норма высева этой культуры составляет 1,0...2,5 млн шт./га. Для дерново-подзолистых почв наилучший результат достигается при высеве 2...2,5 млн семян на 1 га, на черноземных почвах лесостепи с хорошим уровнем влажности в межфазье розетка листьев –цветение оптимальная норма составляет 1 млн шт./га, а в засушливых условиях и при недостатке влаги, позднем севе и отсутствии гербицидов – 1,8...2,5 млн семян на 1 га. Если использовать сеялки точного высева, междурядья могут быть увеличены до 25 см при высеве рапса.

Данная культура требует определенной глубины заделки семян. На тяжелых почвах рекомендуется высевать семена на глубину 1,5...2,5 см, а на иссушенных верхних слоях или на легких почвах, на глубину 3...4 см. Чтобы предотвратить повреждение всходов рапса вредителями, рекомендуется использовать семена, покрытые инсектицидными препаратами [8].

Убирать рапс можно отдельным (двухфазным) и прямым (однофазным) способом, однако при засоренности поля, недружественном созревании семян и недостатке сушильного оборудования, следует выбрать отдельный способ. За-

держка уборки при любом способе приводит к увеличению непроизводительных потерь урожая семян на 2...7 ц/га.

Вывод: Результаты исследования позволяют выявить наиболее перспективные технологии возделывания ярового рапса, которые могут быть использованы в практике сельского хозяйства для повышения урожайности и улучшения качества продукции. Полученные данные могут быть полезными как для научной общественности, так и для аграрных предприятий, стремящихся оптимизировать процесс выращивания рапса и повысить его конкурентоспособность на рынке.

Список литературы

1. Савенков В.П. Инновационные технологии возделывания ярового рапса на семена // Земледелие. 2009. № 2. С. 25–27.
2. Жосан А.А. Альтернативные возобновляемые топлива / А.А. Жосан, Ю.Н. Рыжов, А.А. Курочкин // В сборнике: Энергосберегающие технологии и техника в сфере АПК. Сборник материалов к Межрегиональной выставке-конференции. 2011. С. 296–299.
3. Ториков В.Е. Инновационная ресурсосберегающая технология возделывания ярового рапса на семена в Брянской области / В.Е. Ториков, А.В. Поленок, А.Р. Самоторов, Д.И. Седов // В сборнике: Современные тенденции развития аграрной науки. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Брянский государственный аграрный университет. 2022. С. 251–259.
4. Рыжов Ю.Н. Влияние спектра света на рост растений (на примере озимой пшеницы) / Ю.Н. Рыжов, А.В. Трудко, Т.С. Боварь, Д.И. Крылов. // В сборнике: Профессия инженер. Сборник статей по материалам XI Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Под общей редакцией А.Л. Севостьянова. Орел, 2023. С. 293–298.
5. Рыжов Ю.Н. Влияние звука средней частоты на рост озимой пшеницы / Ю.Н. Рыжов, А.В. Трудко, Т.С. Боварь, Д.И. Крылов // В сборнике: Профессия инженер. Сборник статей по материалам XI Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Под общей редакцией А.Л. Севостьянова. Орел, 2023. С. 281–287.
6. Шеварыкин Д.В. Альтернативные источники энергии для сферы агропромышленного комплекса / Д.В. Шеварыкин, Ю.Н. Рыжов // В книге: Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции. Тезисы докладов. Майский, 2022. С. 285–286.
7. Трудко А.В. Биотопливо как один из методов повышения технико-экономических показателей сельскохозяйственных предприятий // Научный журнал молодых ученых. 2023. № 4 (34). С. 38–42.
8. Kuznetsov Yu.A. Dual-fuel system of the diesel with mwlti-stage heating,running on compouden (plant and mineral) fuelsin a climate of russian federation / Yu.A. Kuznetsov, Yu.N. Ryzhov, A.A. Kurochkin, Yu.L. Mikhaylova, M.R. Mikhaylov // Traktori i Pogonske Mašine. 2014. T. 19. № 2. С. 36–40.

Яковлев А.О.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород

ПРИЧИНЫ АВАРИЙНЫХ ОТКЛЮЧЕНИЙ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 6-10 КВ

Аннотация: в статье произведен анализ основных причин аварийных отключений ВЛ 6-10 кВ сельскохозяйственных предприятий.

Ключевые слова: Аварийное отключение, пролет, стрела провеса провода, опора, сближение и схлестывание проводов.

Yakovlev A.O.

Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

REASONS FOR EMERGENCY OUTAGES IN RURAL ELECTRIC NETWORKS 6-10 KV

Abstract: the article analyzes the main causes of emergency shutdowns of 6-10 kV overhead lines at agricultural enterprises.

Keywords: Emergency shutdown, span, wire sag, support, approach and overlap of wires.

Электросетевое хозяйство России в целом характеризуется значительным весом систем электроснабжения сельских потребителей. Общая протяженность воздушных линий (ВЛ) электропередач, рассчитанных на разные классы напряжения, превышает 2,7 миллиона километров. Почти 50% этой суммарной протяженности, то есть более 1,2 миллиона километров, приходится на ВЛ напряжением 6-10 кВ.

Проведя анализ аварийных отключений в энергосистемах России и близлежащих стран, отмечается, что большинство таких ситуаций происходят на ВЛ напряжением 6-110 кВ. Это позволяет сделать вывод о том, что данные участки являются наиболее проблемными в системе электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. С точки зрения надежности электроснабжения аграрных потребителей, следует отметить негативный момент: наличие перерывов в электроснабжении в течение 70-100 часов в год, что значительно превышает показатели развитых стран сетевого электроснабжения.

Повышенная частота повреждений ВЛ напряжением 6-10 кВ, по сравнению с ВЛ от 35 кВ и выше, обусловлена их конструктивными особенностями [3], среди которых следует выделить: короткие пролеты, небольшие сечения проводов и меньшие стрелы их провеса, небольшие расстояния между фазными проводами, крутильная жесткость проводов, значительная разрегулировка стрел их провеса в процессе эксплуатации, а также жесткое крепление проводов на штыревых изоляторах.

Анализ ВЛ напряжением 6-10 кВ в целом [3] показывает, что это сложная система, где все элементы взаимосвязаны через сложную сеть причинно-

следственных связей. Это подтверждается наличием в энергосистемах России и других стран аварийных отключений по неизвестным причинам в 30-40%. Влияние надежности работы отдельного элемента на другие элементы различно, то есть развитие аварийной ситуации происходит при переходе одного вида повреждения в другой. Работоспособность элементов ВЛ связана с множеством как последовательно, так и одновременно влияющих на них внешних и внутренних факторов [4].

Основные причины аварий на ВЛ 6-10 кВ, приводящие к их отключению, включают: обрывы питающих проводов; короткие замыкания на землю; срабатывание релейной защиты и автоматики (РЗА), а также предохранителей в трансформаторных подстанциях; механические повреждения и физический износ опор, изоляторов, материалов и оборудования; воздействие природных и погодных факторов; а также другие внешние воздействия [5].

Исходя из статистики, наиболее частые причины отключения подачи электроэнергии – срабатывание релейной защиты и негативное влияние погодных факторов, таких как ветер, обледенение проводов и другие.

Проанализировав из общую ситуацию с состоянием электросетей в стране [6] и выполненных электросетевыми компаниями работ по реконструкции и модернизации, можно сделать вывод, что количество аварийных отключений и потерь электроэнергии в сетях напряжением 6-10 кВ значительно выше, чем в западных странах. Для улучшения этой ситуации необходимо значительно увеличить объем финансирования на реконструкцию существующей инфраструктуры.

Вывод: учитывая недостаточно удовлетворительное техническое состояние и уровень сетевых объектов, а также прогнозные данные по электрическим нагрузкам и опыт развития сетей в технически развитых странах, перед распределительным электросетевым комплексом стоит сложная задача по его улучшению. Необходимо провести технический аудит и диагностику технического состояния сетевых объектов, а также разработать схемы развития распределительных электрических сетей.

Список литературы

1. Кабашов В.Ю. Исследование причин аварийных отключений сельских ВЛ 6-10 кВ [Текст] / В.Ю. Кабашов // Инновационная наука, 2017. – № 4. – С. 71–73.
2. 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. – ISBN 978-5-00129-172-5.
4. Соловьёв С.В. Мониторинг и диагностика воздушных линий электропередач / С.В. Соловьёв // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: Материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 06–07 июня 2019 года / Под общей редакцией В.А. Гулевского. Том Часть I. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 133–137.
5. Соловьёв С.В. Проблемы мониторинга воздушных линий электропередач [Текст] / С.В. Соловьёв // Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке - взгляд в будущее». – Майский : ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», 2019. – С. 114–116.
6. Астахов С.М. Состояние и пути повышения эффективности функционирования распределительных сетей в агропромышленном комплексе [Текст] / С.М. Астахов, Р.П. Беликов // Вестник Орел ГАУ, 2011. – Т. 29. – № 2. – С. 106–108.

СЕКЦИЯ 5

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИТ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ АПК

УДК 004.89

Акупиан А.Н., к.т.н., **Ломазов В.А.**, д.ф-м.н, профессор,
Акупиан А.А., аспирант
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ТЕХНОЛОГИЯ RPA – АВТОМАТИЗАЦИЯ РУТИННЫХ ЗАДАЧ

Аннотация: В статье рассмотрены необходимость и достоинство методов автоматизации повторяющихся рутинных процессов посредством технологии RPA – программных роботов. Приведен рейтинг RPA-платформ за 2022 год. Указаны достоинства платформы PIX Studio.

Ключевые слова: робот, автоматизация, технология RPA, искусственный интеллект.

Akupiyan A.N., Ph.D., **Lomazov V.A.**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, **Akupiyan A.A.**, graduate student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

RPA TECHNOLOGY – AUTOMATION OF ROUTINE TASKS

Abstract: The article discusses the need and advantage of methods for automating repetitive routine processes using RPA technology - software robots. The rating of RPA platforms for 2022 is given. The advantages of the PIX Studio platform are indicated.

Keywords: robot, automation, RPA technology, artificial intelligence.

Автоматизация операций, представляющих собой многократное повторение одних и тех же действий, давно привлекает сотрудников, преподавателей, студентов и предпринимателей.

Из курса информатики известен простейший способ автоматизации – запись макроса в текстовом или табличном редакторе. Так в Microsoft Excel 2010 достаточно открыть вкладку «вид», включить запись макроса и последовательно выполнить необходимые действия в редакторе (рисунок 1). Затем записанному макросу присвоить кнопку на клавиатуре или сочетание клавиш и использовать в дальнейшем как автоматизированный процесс [2, 3].

Однако такая система автоматизации работает в одном приложении и если встает вопрос более широкого применения, на помощь приходят системы автоматизации высокого уровня RPA платформы. Технология RPA (Robotic Process

Automation) – роботизированная автоматизация процессов, или проще говоря, программные роботы. Такая автоматизация основывается не на классическом подходе с применением программирования, а на работе с пользовательским интерфейсом. При этом программные роботы могут работать и с API интерфейсом, при условии его предоставления приложением.

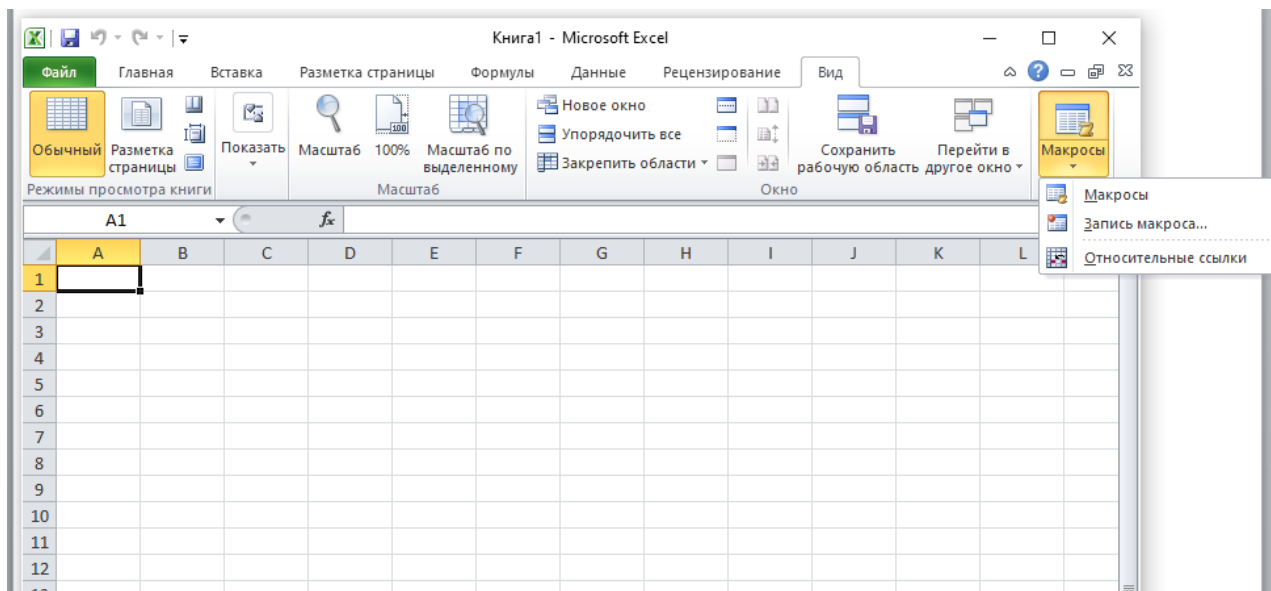


Рис. 1 – Запись макроса в Microsoft Excel 2010

RPA платформы содержат несколько компонентов. Прежде всего, это студия – среда для разработки сценариев, в которой описывается процесс, выполняемый роботом. Проектирование сценария – это первый шаг при работе с RPA. Следующий компонент, собственно, сам робот, то есть алгоритм, выполняющий сценарий. Оркестратор или мастер – еще один компонент RPA платформы, необходимый для администрирования виртуальных сотрудников. Компонент агент является связующим звеном между оркестратором и роботом.

Робота можно считать цифровым сотрудником, который может кликать на кнопки, обрабатывать запросы и формировать отчеты, отправлять сообщения по электронной почте и мессенджерах, работать с базами данных и различными государственными системами, выполнять действия в приложениях, копировать и распознавать текст, причем роботы могут использовать сторонние движки для распознавания текста, вставлять скопированный текст в другие системы и формы.

В результате роботизации определенных процессов можно получить конкурентные преимущества:

1. Автоматизация повторяющихся рутинных задач, в результате чего сотрудники могут сосредоточиться на интеллектуальной работе и максимально использовать свой потенциал;

2. При использовании роботов исключена возможность ошибки, то есть сводится на нет человеческий фактор при некорректном вводе информации;

3. Сокращение времени обработки корреспонденции, оформления отчетов, обработки текста и так далее, при этом производительность предприятия или учреждения резко возрастает;

4. Робот работает семь дней в неделю, 24 часа в сутки, не ошибается, дает возможность с помощью записей в журнале действий анализировать любые завершенные процессы.

Необходимо отметить, что в настоящее время российский рынок RPA- систем растет быстрее, чем в период пандемии корона вируса. Связано это, в первую очередь, с уходом зарубежных IT компаний из-за западных санкций. К 2024 году объем рынка может достигнуть 60 миллиардов рублей, для сравнения в 2021 году – 16 миллиардов рублей. Рейтинг RPA- платформ за 2022 год приведен в таблице 1[4].

Таблица 1 – Рейтинг RPA- платформ за 2022 год

Компания	Robin	PIX Robotics	Шерпа Роботикс	РУМИ	OneRPA
RPA- платформа	ROBIN RPA	PIX RPA	Sherpa RPA	ROOMYbots	OneRPA
Место	1	2	3	4	5
Сумма баллов	99	88	74	61	40
Технологии и фреймворки на которых создана платформа	XML с описанием действий под любой стек подключаемых языков: Microsoft .NET, Java, Python	Studio, Robot, Agent - Microsoft .NET Core 3,1 (C#, VB, C++, Python, JS)	Дизайнер, робот - C# (Microsoft .NET Framework), PowerShell, Python. Оркестратор - Nginx, Angular, PHP, MariaDB/ PostgreSQL/ Clickhouse, Docker	Оркестратор, робот: Microsoft .NET Core Студия: AngularJS + Electron	1C, Microsoft .NET

Как видно из таблицы 1, второе место в рейтинге занимает компания PIX Robotics, разработчик RPA-платформы PIX. PIX Studio представляет собой пространство, в котором осуществляется процесс программирования RPA. Имеется два режима разработки: построчный и в формате блок-схем. Режимы эти созданы как для IT-специалистов, так и для пользователей ПК. PIX Studio – это low-code платформа, то есть для создания робота не нужно писать код с нуля. В данной платформе используется принцип drag-and-drop (перетяни и брось) [1]. Достаточно выбрать активность в списке слева и перетащить ее в область разработки (рисунок 2).

Основные преимущества PIX Studio: возможность разработки роботов как для Windows, так и для Linux; продвинутый механизм взаимодействия с пользовательским интерфейсом; высокая скорость и стабильность работы RPA; имеются средства работы с удаленными рабочими столами; гибкая интеграция

с системами 1С и Oracle; создание сложных алгоритмов на основе ML (машинное обучение), OCR (оптическое распознавание символов) и ChatGPT (чат-бот с искусственным интеллектом).

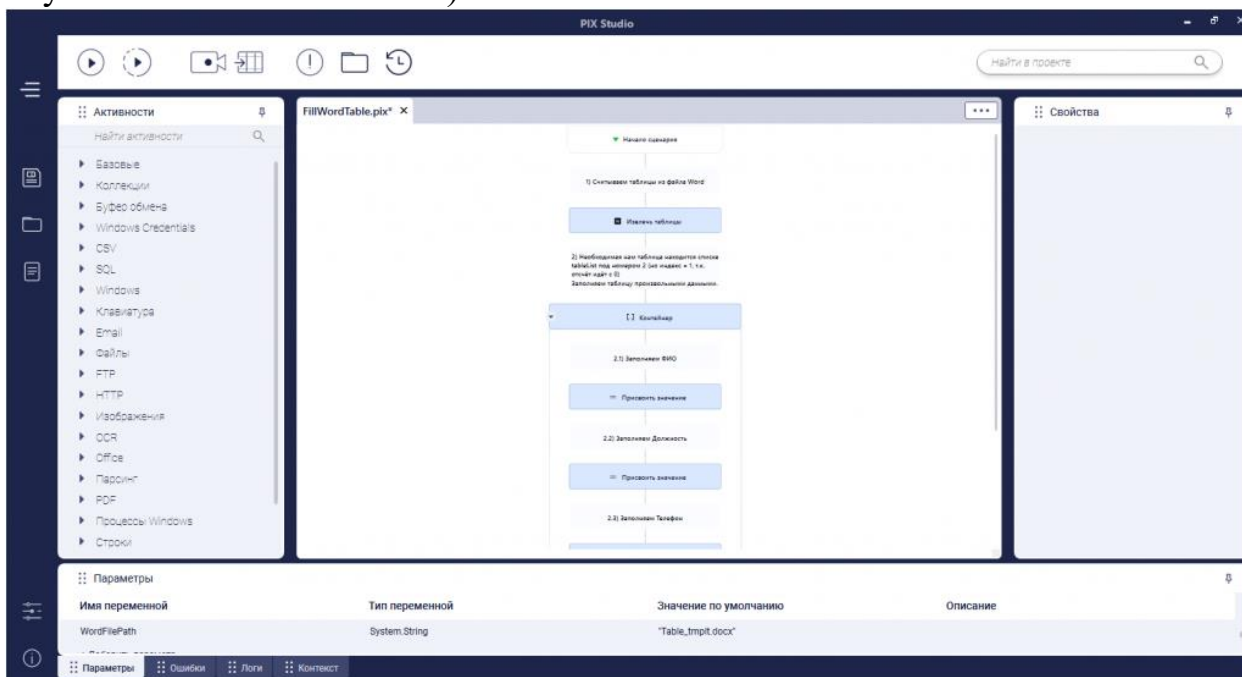


Рис. 2 – RPA-платформа PIX Studio

Прогресс в развитии автоматизации, роботизации и систем искусственного интеллекта в последние годы виден невооруженным глазом. Цифровизация всех отраслей народного хозяйства способствует развитию и внедрению новых IT технологий. Прогресс в увеличении быстродействия процессоров привел к быстрому развитию роботизированных систем, нейросетей с элементами искусственного интеллекта. Создание полноценного искусственного интеллекта не за горами. Если считать, что ИИ – это мозг робота, то RPA его руки.

Список литературы

1. PIX Robotics – <https://pix.ru/products/pix-гра/pix-studio> (электронный ресурс - дата обращения 06.11.2023).
2. Бондаренко А.А. Использование цифровых технологий при подготовке специалистов агропромышленного комплекса / А.А. Бондаренко, В.А. Ломазов // 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. 317–321.
3. Математическое моделирование и проектирование : учебно-методическое пособие / В.А. Ломазов, Д.П. Кравченко, О.С. Акупян [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – 217 с.
4. Рейтинг RPA-платформ – 2022 https://www.cnews.ru/reviews/rpa_2022 (электронный ресурс – дата обращения 06.11.2023).

Анников Д.Ю., студент, **Мироненко А.В.**, ст. преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В. Я. Горина, Майский, Россия

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация: В статье рассказывается об особенностях внедрения и применения технологий на основе искусственного интеллекта в сельском хозяйстве. Описываются отечественные разработки, применяющие искусственный интеллект.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, внедрение, модернизация, государственная поддержка.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE AGRICULTURAL COMPLEX

Annikov D.Y., student, **Mironenko A.V.**, Senior Lecturer
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

Abstract: The article describes the features of the implementation and application of technologies based on artificial intelligence in agriculture. Domestic developments using artificial intelligence are described.

Key words: artificial intelligence (AI), agriculture, agro-industrial complex, implementation, modernization, governmental support.

По прогнозам всемирной организации ООН численность населения Земли к 2050 году составит примерно 10 млрд человек. Поэтому, чтобы гарантировать продовольственную безопасность нужно прибегать к принципиально новым подходам к ведению сельского хозяйства. Одним из таких подходов является внедрение механизмов на основе искусственного интеллекта в агропромышленный комплекс.

Так в марте 2022 года в силу вступил новый национальный стандарт ГОСТ Р 599920–2021 «Системы искусственного (ИИ) в сельском хозяйстве [1]. В данном ГОСТе определены понятия «система автоматизированного управления движением в сельском хозяйстве», «эксплуатационная безопасность систем автоматизированного управления движением в сельском хозяйстве», основные характеристики эксплуатационной безопасности при использовании автоматизированных систем.

Данный ГОСТ разработан техническим комитетом по стандартизации 164 «Искусственный интеллект» для сельскохозяйственной техники «Когнитив Роботикс». CognitiveAgroPilot – это система автономного управления сельскохозяйственной техникой, работающей на основе искусственного интеллекта [2].

Компания предлагает несколько видов автопилотов: автопилоты для тракторов, автопилоты для комбайнов. Внедрение такой системы позволяет уменьшать сроки сбора урожая, и при этом сокращать потери, избежать ошибок работников сельского хозяйства в результате переутомления в период интенсивной работы, выполнять большое количество трудоёмких операций в ограниченный срок времени.

Компания «SmartAgro» предлагает внедрить интеллектуальные системы для решения комплексных задач в агропромышленном комплексе. Основным продуктом SmartAGRO – система управления сельхозпредприятием «Агроаналитика-ЮТ», в которая позволяет автоматизировать до 90% бизнес-процессов отрасли. Программа собирает данные при помощи датчиков, после чего идет анализ и предлагается конкретное решение поставленной задачи [3].

Стоит отметить, что для успешного внедрения искусственного интеллекта в агропромышленный комплекс, необходимо применять методы ИИ при подготовке кадров для сельскохозяйственной отрасли [4].

Ряд ВУЗов представил свои разработки, в которых используется искусственный интеллект. В 2023 НИТУ МИСиС, ТГТУ и НИУ ВШЭ анонсировали свою разработку робота-садовода, который помогает находить больные и пораженные плоды. Робот оснащен стереокамерой, которая работает с нейросетью имитирующей человеческое зрение [5]. Осенью 2023 года ученые СПбГУ представили разработку универсального робота-агроскаута. Универсальность такой разработки заключается в том, что робот может выполнять сразу несколько задач: сбор данных о динамике состава почвы, анализ заболеваемости растений, анализ общего состояния всего поля [6].

В работе представлена лишь малая часть применения искусственного интеллекта в сельском хозяйстве. Нельзя не заметить, что на рынке все чаще появляются отечественные разработки, в основе которых используется ИИ.

Список литературы

1. ГОСТ Р 59920–2021 «Системы искусственного интеллекта в сельском хозяйстве».
2. Сельскохозяйственные роботы Cognitive Agro Pilot – Текст: электронный <https://cognitivepilot.com/products/cognitive-agro-pilot/> (дата обращения 07.11.2023).
3. «SmartAGRO», «Агроаналитика-ЮТ» – электронный ресурс: <https://smartagro.ru/>. Дата обращения (06.11.2023).
4. Ломазов В.А. Использование методов «data science» в аграрном образовании / В.А. Ломазов, Д.Ю. Евсюков // 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. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 61–63. – EDN KWHJAQ.
5. botANNIC (робот-садовод) – Текст: электронный [https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:BotANNIC_\(робот-садовод\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:BotANNIC_(робот-садовод)) (дата обращения: 28.10.2023).
6. Ученые СПбГУ создали архитектуру для первого в РФ робота-агроскаута – Текст: электронный <https://spbu.ru/news-events/novosti/uchenye-spbgu-sozdali-arkhitekturu-dlya-pervogo-v-rf-robota-agroskauta> (дата обращения 28.10.2023).

Воробьёва В.Л.¹, студентка магистратуры, **Ломазова В.И.**^{1,2}, к.т.н, доцент
¹ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ,
²ФГАОУ ВО НИУ БелГУ, Белгород, Россия

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация: В статье рассмотрена необходимость проведения прогнозирования урожайности овощных культур. Рассмотрены существующие экономико-математические методы, на основе которых может быть разработана аналитическая информационная система для построения наиболее эффективных прогнозов урожайности.

Ключевые слова: овощные культуры, прогнозирование, урожайность, моделирование.

Vorobyova V.L.¹, master's student, **Lomazova V.I.**^{1,2}, candidate of technical sciences, associate professor

¹ Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia,

²Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

METHODS OF FORECASTING THE YIELD OF VEGETABLE CROPS

Abstract. The article considers the need for forecasting the yield of vegetable crops. The existing economic and mathematical methods are considered, on the basis of which an analytical information system can be developed to build the most effective yield forecasts.

Keywords: vegetable crops, forecasting, yield, modeling.

В настоящее время производство овощей занимает значительную часть аграрного сектора экономики. В рамках обеспечения продовольственной безопасности во многих регионах увеличивается ассортимент и количество выращиваемых овощей в закрытых и открытых грунтах. В связи с этим существует необходимость осуществлять прогнозирование урожайности [1]. овощей на краткосрочную, среднесрочную и/или долгосрочную перспективу.

За время существования экономического планирования появились и усовершенствовались различные методы прогнозирования урожайности овощных культур. Существует несколько видов классификаций этих методов, предложенных разными авторами [2].

Наиболее широкое распространение в практическом применении получили экспертные методы оценки, методы экстраполяции и методы математического имитационного моделирования.

Экспертные методы оценки основываются на выводах, сделанных одним или группой экспертов, а также анализе аналогий. Данные методы относятся к

интуитивным и могут быть использованы в случаях, когда объект прогнозирования либо очень сложен и невозможно учесть влияние на него различных факторов, либо слишком прост и не требуется проводить сложные трудоемкие расчеты. На практике эти методы часто применяются в сочетании с формализованными методами. Такой подход позволяет повысить надежность полученного прогноза.

Методы экстраполяции предполагают изучение урожайности, полученной в прошлом и настоящем и переносе тенденций развития на будущее. Среди методов экстраполяции одним из самых популярных является метод подбора функций, который основывается на методе наименьших квадратов.

Методы математического имитационного моделирования представляют собой использование различных математических моделей, которые описывают процесс в виде математических зависимостей и отношений. В рамках использования данного метода применяют матричные модели, модели оптимального планирования, статистические модели. При использовании статистических моделей в рамках экономического анализа на практике применяется системный подход (можно рассматривать отрасль овощеводства в целом, либо разделить ее на структурные части).

С развитием информационных технологий и расширением их использования в производственной деятельности сельхозпредприятий происходит усовершенствование существующих статистических и математических методов [3]. Появляются новые инструменты прогнозирования, аппаратное и программное обеспечение: дроны, геоинформационные системы, дистанционное зондирование. Эффективным инструментом в прогнозировании урожаев является искусственный интеллект, позволяющий анализировать большие данные.

Применение рассмотренных методов во взаимосвязи позволит улучшить один из главных показателей прогноза, его точность и надежность. Полученные таким образом прогнозы способны учитывать многие факторы, оказывающие влияние на урожайность (погодные условия, качество почвы, внесение удобрений и другие).

Список литературы

1. Современные аспекты стратегического планирования деятельности предприятий АПК Белгородской области / Ю.А. Китаев, О.С. Акупиян, Д.П. Кравченко [и др.]. – Белгород : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2022. – 236 с.
2. Анализ и синтез моделей инновационных агропроцессов : (подходы, модели, программная реализация) / В.А. Ломазов, Д.А. Петросов, А.И. Добрунова [и др.]. – Белгород : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2021. – 193 с.
3. Миронов А.Л. Информационно-коммуникационные технологии в работе фермеров // Проблемы и решения современной аграрной экономики : XXI международная научно-производственная конференция, п. Майский, 23–24 мая 2017 года. Том 2. – Майский : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2017. – С. 119–120.

Галат В.А., аспирант, Миронов А.Л., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация: в результате анализа возможных критериев экологической безопасности при строительстве животноводческих комплексов, выделены возможные критерии для оценки, а также предложены методы расчета и обработки данных по выделенным критериям. Рассмотрен метод анализа на основе решения оптимизационных многокритериальных задач.

Ключевые слова: экологическая безопасность, критериальная оценка.

Galat V.A., graduate student, Mironov A.L., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

MULTICRITERIA ANALYSIS OF ECOLOGICAL SAFETY OF CONSTRUCTION OF LIVESTOCK COMPLEXES

Abstract: as a result of the analysis of possible criteria for environmental safety during the construction of livestock complexes, possible criteria for assessment are identified, and methods for calculating and processing data according to the selected criteria are proposed. A method of analysis based on solving optimization multicriteria problems is considered.

Keywords: environmental safety, criteria-based assessment.

Построение животноводческих комплексов является одной из деятельностей, которая оказывает техногенное влияние на окружающую среду. Проведение строительных работ при возведении этих объектов имеет свои особенности, которые могут повлиять на экологическую безопасность.

Оценка экологической безопасности объектов строительства и их эксплуатации является важной задачей и требует учета следующих аспектов:

1. Планирование и проектирование. Необходимо провести тщательный анализ места строительства, учесть особенности ландшафта, гидрологические и геологические данные, а также учитывать потенциальные воздействия на окружающую среду, например, отходы строительства, шум, вибрации и выбросы в атмосферу.

2. Использование энергии. Экологически безопасные объекты животноводства стремятся использовать энергию более эффективно и стимулируют использование возобновляемых источников энергии. Внедрение систем энерго-

сбережения и возобновляемой энергии может значительно снизить негативное влияние на окружающую среду.

3. Управление отходами. Рациональное управление и обработка сточных вод и отходов является важным аспектом экологической безопасности животноводческих комплексов. Необходимо использовать современные технологии, которые позволяют минимизировать выбросы и эффективно перерабатывать отходы.

4. Защита окружающей среды. Животноводческие комплексы должны быть оборудованы системами для контроля выбросов вредных веществ, предотвращения загрязнения почвы и водных ресурсов. Внедрение современных систем очистки и фильтрации позволит уменьшить отрицательное влияние на окружающую среду.

Оценка экологической безопасности строительства и эксплуатации животноводческих комплексов требует комплексного подхода, включающего планирование, проектирование, использование энергии и управление отходами. Это позволит минимизировать негативное влияние на окружающую среду и обеспечить устойчивое развитие в данной области [1], а также рациональное использование земельных ресурсов [2].

Выделим основные критерии, которые используются для оценки экологической безопасности объектов строительства животноводческих комплексов (Рисунок 1).

1. Качество почвы (K1): Этот критерий отражает изменение качества почвенного покрова в результате строительства и эксплуатации комплекса. Загрязнение почвы может быть вызвано использованием химических веществ, удобрений или некорректным управлением отходами.

2. Загрязнение воздушного бассейна (K2): Этот критерий относится к степени загрязнения атмосферы в результате строительных работ, а также эксплуатации объекта. Загрязнение воздуха может влиять на другие критерии, такие как K1 (качество почвы), K3 (качество воды), K4 (биоразнообразие) и K7 (здоровье людей).

3. Качество воды (K3): Этот критерий связан с воздействием строительных работ и функционирования комплекса на качество воды в окружающих водоемах или водозаборах. Выпуск загрязненных стоков или действия, приводящие к изменению физико-химических свойств воды, могут негативно повлиять на экосистемы и здоровье людей.

4. Биоразнообразие (K4): Этот критерий отражает влияние строительства на сохранение и многообразие видов животных, растений и других организмов в окружающей среде. Уничтожение естественных мест обитания и нарушение экосистем могут привести к уменьшению биоразнообразия.

5. Шумовое загрязнение (K5): Этот критерий связан с уровнем шума, который генерируется на строительной площадке и в эксплуатации объекта. Избыточный шум может негативно влиять на окружающих животных, людей и нарушать спокойствие местного населения.

6. Радиационное загрязнение (K6): Строительная отрасль характеризуется частым применением техногенных отходов и отработанных материалов для

производства строительных материалов. Отработанные материалы могут быть поражены искусственными радионуклидами в разной степени. Замеры и оценка радиационной активности материалов необходима для определения итогового уровня загрязнения после окончания строительства и в ходе эксплуатации.

7. Ухудшение здоровья населения (K7): Вследствие возведения строительных объектов, значительно ухудшаются показатели здоровья населения, такие как смертность, заболеваемость респираторными заболеваниями, болезнями органов дыхания, системы кровообращения и др. При возведении новых животноводческих комплексов необходимо учитывать близость жилых районов и плотность населения в предполагаемом месте постройки, для сохранения здоровья людей.

Каждый из этих критериев основан на агрегировании первичных данных (например, [3, 4]) и имеет различную степень воздействия на окружающую среду. Для определения наиболее целесообразного варианта строительства животноводческого комплекса используются методы многокритериальной оценки [5]. При этом каждый критерий может быть взвешен с определенным значением, отражающим его степень важности.

Поэтому решение задачи выбора наиболее целесообразного варианта строительства животноводческого комплекса сводится к выбору подходящих критериев, определению их весовых значений и поиску оптимального решения, основанного на математическом моделировании и оптимизационных алгоритмах. Это позволяет учесть различные аспекты экологической безопасности и принять обоснованные решения.

Если предположить, что для оценки и прогнозирования благоприятных экологических условий для осуществления строительства, необходимо учитывать весовые значения критериев K1-K7, то необходимо решить задачу многокритериального анализа с целью выбора оптимального решения.

Из множества методов решений многокритериальных задач, таких как выделение главного критерия, последовательных уступок, метод идеальной точки, лексикографическое упорядочивание критерия, был выбран метод свертывания векторного критерия, т.к. с помощью него можно учесть все критерии и их вес. Решение, удовлетворяющее требованиям, должно обеспечивать \min одновременно по всем рассматриваемым параметрам. Для достижения такого решения удобно использовать совокупность параметров в виде общего векторного критерия (1). Решением задачи будет предпочтение одного векторного решения перед другим из всего «пространства решений» или «векторного пространства»:

$$K=f(K1, K2, \dots, K7) \quad (1)$$

Для того, чтобы учесть вес критериев, необходимо ввести векторную переменную a . Таким образом, решение задачи представляется в виде:

$$\min F(a, K(z)), z \in R^n, \quad (2)$$

где $a = (a1, a2, \dots, a7)$ – вектор весовых коэффициентов критериев.

Весовой коэффициент является по сути, относительной важностью перечисленных критериев и определяется с помощью ранжирования, т.к. этот метод

требует наименьших временных затрат со стороны экспертов, показывает сопоставимые результаты, и при этом является удобным для расчетов. При этом необходимо учитывать чувствительность линейной свертки частных критериев к возможным изменениям экспертных суждений [6].

Выбранный метод предполагает пересчет весовых коэффициентов в относительные частоты преобразованных рангов с помощью формулы:

$$a_i = \sum_j^m A_{ij} / (\sum_i^n \sum_j^m A_{ij}), \quad (3)$$

где A_{ij} – ранг критерия после пересчета, получаемый в результате добавления нуля тому критерию, у которого самый большой ранг, единицы следующему за максимальным критерием, двойки следующему и так далее. Наиболее весомым является критерий с минимальным значением относительной частоты преобразованных рангов. Таким образом, для решения уравнения необходимо определить вес всех критериев. При решении уравнения весомую роль играет правильное определение граничных условий. Ошибки в задании граничных условий могут привести к неработоспособности полученного решения. На начальном этапе выбор граничных условий может быть задан нормативными требованиями к строительной отрасли.

Таким образом, для определения экологической безопасности объекта строительства, в том числе строительства животноводческих комплексов необходимо выделить критерии анализа, определить их относительную важность, или вес, а затем решить оптимизационную задачу с ограничениями. Решение оптимизационной задачи предполагает поиск минимума функции из области возможных решений задачи по векторному критерию, который состоит из набора величин и их весов. В результате применения данного метода получим векторную величину, которая определит минимальное негативное воздействие на окружающую среду при реализации строительства животноводческих комплексов.

Список литературы

1. Харченко С.Г., Дорохина Е.Ю. Системный анализ как наилучший путь к экологической безопасности. Экология и промышленность России.–2017. –Т. 21.– № 1.– С. 42–49.
2. Многокритериальная оценка и выбор земельных ресурсов агробизнес-проектов / М.А. Куликова, В.А. Ломазов, И.Б. Оганова [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 7. – С. 36–38.
3. Ломазова В.И., Ломазов В.А., Петросов Д.А. Агрегирование показателей динамических систем на основе эволюционной обработки первичной информации // Естественные и технические науки. – 2015. – № 10 (88). – С. 295–297.
4. Информационное моделирование инновационно-инвестиционных проектов / В.А. Ломазов, В.И. Ломазова, В.Л. Михайлова, Д.А. Петросов // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-2. – С. 339–340.
5. Теоретические основы многокритериального экспертного оценивания инновационных агро-бизнес проектов: (модели, методы и программная реализация) / Д.А. Петросов, В.А. Ломазов, А.И. Добрунова, В.А. Игнатенко. – Белгород : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2018. – 197 с.
6. Дмитриев М.Г., Ломазов В.А. Оценка чувствительности линейной свертки частных критериев при экспертном определении весовых коэффициентов // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2014. – № 1. – С. 52–56.

Голованова Е.В., к.ф-м.н., доцент, **Голованов В.В.**, магистрант
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

АНАЛИЗ И КОРРЕКТИРОВКА ОПТИМИЗАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

Аннотация: Изложена методика корректировки оптимального решения при решении оптимизационных задач планирования и управления сельскохозяйственным производством. Предложен алгоритм корректировки решения по небазисным и базисным переменным.

Ключевые слова: оптимальное решение, базисные переменные, симплексная таблица, корректировка.

Golovanova E.V., candidate of physical and mathematical sciences,
associate professor, **Golovanov V.V.**, master's student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

ANALYSIS AND ADJUSTMENT OF OPTIMIZATION SOLUTIONS

Abstract: A methodology for adjusting the optimal solution when solving optimization problems of planning and managing agricultural production is outlined. An algorithm for adjusting the solution for non-basic and basic variables is proposed.

Keywords: optimal solution, basic variables, simplex table, adjustment

В связи с высокой динамичностью информации исходных данных экономических задач (изменяются запасы и технология использования сырья, окупаемость ресурсов) решение задачи оптимизации требует проведение нового решения или корректировки уже полученного. При этом полученное ранее оптимальное решение может потребовать увеличения или уменьшения размеров поставок, использования мощностей, введение новых или исключения ранее использованных производств, которые стали убыточными. Чтобы не решать задачи вновь, можно произвести корректировку оптимального решения. Для этого можно использовать информацию симплексной таблицы на последнем шаге. В ней на основе коэффициентов пропорциональности можем произвести необходимые изменения. При этом коэффициентами пропорциональности называют коэффициенты симплекс-таблицы начиная со второй строки, где качественно отражаются взаимосвязи переменных между собой и их ресурсами. Корректировку оптимального решения можно осуществить по формуле [1]

$$x_j^k(y_j^k) = x_j(y_j) - \sum_{j \in J_1} a_{ij} \Delta x_j (\Delta y_i),$$

где $x_j^k(y_j^k)$ – значения основных (дополнительных) переменных после корректировки; $x_j(y_j)$ – значения основных (дополнительных) переменных до корректировки; j – номер столбца, участвующего в корректировке; J_1 – множество

столбцов, участвующих в корректировке, т.е. по которым производится данная корректировка; a_{ij} – коэффициенты пропорциональности (вектор-столбца, участвующего в корректировке); Δx_j (Δy_i) – величина корректировки по основной или дополнительной переменной.

Отметим, что корректировку можно проводить как по небазисным, так и базисным переменным, а среди них – по основным и дополнительным переменным.

Корректировка по небазисным переменным.

При изменении цен или технологий производства, переменные, не вошедшие в план (т.е. невыгодные) вполне могут стать выгодными и тогда их следует ввести в базис. Введение таких переменных приведет к изменению параметров других отраслей, или использования дополнительных ресурсов и экономических резервов [2]. Методика корректировки оптимального решения, следующая:

1. Из числа небазисных основных переменных берем те, по которым намечилось наибольшее возрастание эффекта или наиболее существенное изменение в технологии

2. Находим максимальную величину корректировки

$\max \Delta x_j = \min \frac{A_i}{a_{ij}}$, где $\max \Delta x_j$ – минимальное положительное частное от

деления свободных членов на коэффициенты пропорциональности столбца, по которому делаем корректировку.

3. Придаем значению Δx_j величину, не превышающую максимальную допустимую, т.е. $\Delta x_j \leq \min \frac{A_i}{a_{ij}}$.

4. По общей формуле находим новое решение

Корректировка по небазисным дополнительным переменным.

1. Выбираем дополнительную переменную, которая стоит в ограничении по использованию того ресурса, который уменьшился или должен уменьшиться. Причинами уменьшения ресурса могут быть: разгосударствление и приватизация, вследствие чего ресурсы пашни и фондов бывшего хозяйства уменьшаются; создание фермерских хозяйств в рамках бывших совхозов и колхозов; выделение фермерских хозяйств из составов кооперативов, акционерных предприятий [3].

2. Максимальная величина определяется также, как и в предыдущем случае.

3. Величине (Δy_i) дадим значение в рамках возможного, которое определяет величину уменьшения ресурса.

4. Новое решение определяют по основным формулам корректировки.

Корректировка по базисным переменным.

1. Выбираем небазисные переменные, которые будут участвовать в корректировке. Выбираем основные переменные в случае, если корректировка не должна предположить уменьшение какого-то ресурса. Необходимость корректировки по базисным переменным может диктоваться тем, что ранее отработанные технологии изменяются, или изменяются подходы к развитию отдель-

ных отраслей. Например, после получения решения может потребоваться увеличение площади зерновых или уменьшение поголовья животных [4, 5].

2. По данным общей формулы корректировки определяем быть величину $\Delta x_j(\Delta y_i)$ так, чтобы базисная переменная $x_j^k(y_j^k)$ приняла новое решение

$$x_j^k(y_j^k) = x_j(y_j) - a_{ij}\Delta x_j(\Delta y_i); j = 1$$

Задаем значение $x_j^k(y_j^k)$ и определим величину $\Delta x_j(\Delta y_i)$ по формуле

$$\Delta x_j(\Delta y_i) = \frac{x_j(y_j) - x_j^k(y_j^k)}{a_{ij}}$$

3. Находим максимальную величину корректировки по небазисной переменной, взятой для корректировки

$$\max \Delta x_j'(\Delta y_j') = \min \frac{A_i}{a_{ij}}$$

а) если получится, что $\Delta x_j'(\Delta y_j') > \Delta x_j(\Delta y_i)$ т.е. максимально возможная величина превышает требуемую, то в этом случае корректировку осуществляем, используя только один столбец;

б) если это требование не соблюдается, т.е. $\Delta x_j'(\Delta y_j') < \Delta x_j(\Delta y_i)$ т.е. максимально возможное значение меньше требуемой величины, то в корректировке участвует не менее двух вектор-столбцов дополнительных переменных. При этом на первом этапе $\Delta x_j(\Delta y_i)$ принимаем в размере $\Delta x_j'(\Delta y_j')$, т.е.

$$\Delta x_j(\Delta y_i) = \Delta x_j'(\Delta y_j')$$

Список литературы

1. Леньков И.И. Экономико-математическое моделирование экономических систем и процессов в сельском хозяйстве. – Мн.; Дизайн ПРО, 1997, – 304 с.
2. Голованова Е.В. Адаптивная модель прогнозирования динамики объема продукции / Е.В. Голованова, Л.Д. Пахомова // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения : материалы XIII междунар. научно-произв. конф. – Белгород : изд-во БелГСХА, 2004. – С.172–174.
3. Голованова Е.В. 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 : материалы VIII междунар. научно-произв. конф. – Белгород : изд-во БелГСХА, 2005. – С.207–208.
4. Теоретические основы многокритериального экспертного оценивания инновационных агробизнес проектов: (Модели, методы и программная реализация) / Д.А. Петросов, В.А. Ломазов, А.И. Добрунова, В.А. Игнатенко. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я.Горина, 2018. – 197с.
5. Многокритериальная оценка и выбор земельных ресурсов агробизнес-проектов / М.А. Куликова, В.А. Ломазов, И.Б.Оганова [и др.]// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии- 2013,- №7.- С.36-38.

Гречихин Е.С., магистрант, **Миронов А.Л.**, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ ДАННЫХ, ВОЗМОЖНОСТИ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ И ОРКЕСТРАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ АПК ПРИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИИ

Аннотация: проведен сравнительный анализ трех популярных российских серверных операционных систем (Astra Linux, Alt Linux и RED OS) с акцентом на их способности обеспечивать безопасность данных и производительность при использовании контейнеризации и оркестрации в агробизнесе.

Ключевые слова: импортозамещение, информационная безопасность, операционная система, контейнеризация, оркестрация, агробизнес.

Grechihin E.S., Master's Student,
Mironov A.L., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

ASSESSMENT OF DATA SECURITY, POSSIBILITY OF CONTAINERIZATION AND ORCHESTRATION IN AGRICULTURAL INFORMATION SYSTEMS DURING IMPORT SUBSTITUTION

Abstract: a comparative analysis of three popular Russian server operating systems (Astra Linux, Alt Linux and RED OS) was carried out, with an emphasis on their ability to ensure data security and performance when using containerization and orchestration in agribusiness.

Keywords: import substitution, information security, operating system, containerization, orchestration, agribusiness.

Переход на использование российского программного обеспечения (ПО) в связи с ускоренной цифровизацией всех отраслей, в том числе сельского хозяйства, сопровождается рядом рисков, в том числе рисков информационной безопасности [1, 2, 3]. Этот переход должен выполняться последовательно [4]. При переходе на отечественное ПО, особенно важно проанализировать совместимость системного и прикладного ПО, возможность их интеграции. Для информационных систем крупных предприятий АПК, преимущественно имеющих распределенную структуру, особое значение имеют технологии контейнеризации и оркестрации [5], позволяющие обеспечить развертывание приложений в любой инфраструктуре.

Оркестрация и контейнеризация играют важную роль в агробизнесе, обеспечивая эффективное управление разнородными ресурсами, автоматизацию процессов, изоляцию и безопасность данных, масштабируемость при увеличе-

нии нагрузки, поддержку микросервисной архитектуры, гибкость и мобильность системы, снижение времени развертывания и обслуживания. В условиях, когда безопасность данных и управление ресурсами имеют первостепенное значение, оркестрация и контейнеризация становятся ключевыми инструментами для повышения эффективности и надежности информационных систем в АПК.

Поэтому представляет практический интерес анализ возможностей перспективных отечественных операционных систем поддерживать технологии контейнеризации и оркестрации, обеспечивая при этом и безопасность данных.

Целью данной работы являлся сравнительный анализ трех наиболее популярных российских операционных систем [6, 7, 8], включенных в единый реестр российских программ для ЭВМ и БД [9]. Это – Astra Linux (в реестре Astra Linux Special Edition, Alt Linux (в реестре Альт СП) и RED OS (в реестре РЕД ОС). Данные по этим ОС представлены в таблице 1 для оценки пригодности их использования в агробизнесе и способности ускорить переход на российское ПО на значимых объектах критической информационной инфраструктуры.

Краткое описание ОС:

Astra Linux – российская серверная операционная система на базе Debian, разработанная с акцентом на безопасность и надежность информационных систем.

Alt Linux – это российская серверная операционная система, которая основана на Debian и Red Hat, предоставляющая широкие возможности для развертывания серверов и рабочих станций.

RED OS – российская операционная система, разработанная с акцентом на высокую безопасность и защиту данных. Она базируется на открытом исходном коде и предоставляет средства для обеспечения безопасности, включая механизмы контроля доступа и мониторинга.

Сравнительный анализ:

1. Безопасность и защита данных:

– Astra Linux: Обладает высоким уровнем безопасности и встроенными средствами шифрования данных. Поддерживает механизмы управления доступом и аудит, что важно для защиты данных.

– Alt Linux: Также предоставляет средства для обеспечения безопасности данных и управления доступом, хотя уровень безопасности может быть несколько ниже Astra Linux.

– RED OS: Имеет один из самых высоких уровней безопасности с встроенным шифрованием и мощными средствами управления доступом и мониторинга.

2. Репозитории:

– Astra Linux: Обладает собственными репозиториями, специально ориентированными на российский рынок. Репозитории Astra Linux содержат множество пакетов и обновлений, а также обеспечивают безопасность и актуальность программного обеспечения.

– Alt Linux: Также предоставляет собственные репозитории с широким выбором пакетов и обновлений.

– RED OS: Поддерживает собственные репозитории, включая расширенные возможности для управления программным обеспечением.

3. Встроенный Secret Net Studio:

– Astra Linux, Alt Linux и RED OS обладают встроенным Secret Net Studio, что предоставляет дополнительные средства для обеспечения безопасности и управления информационной безопасностью.

4. Интеграция с облачными платформами:

– Astra Linux и Alt Linux: Имеют ограниченную интеграцию с облачными платформами.

– RED OS: Обладает более широкой интеграцией с облачными платформами, что может быть важным аспектом при развертывании крупных информационных систем.

5. Поддержка контейнеризации и оркестрации:

– Astra Linux: Поддерживает Docker для контейнеризации, но не обладает нативной поддержкой Kubernetes или OpenShift, что может ограничивать возможности оркестрации.

– Alt Linux: Поддерживает Docker и предоставляет высокую производительность контейнеров. Кроме того, поддерживает Kubernetes, что делает ее подходящей для оркестрации.

– RED OS: Поддерживает Docker и обладает высокой производительностью контейнеров. Она также поддерживает как Kubernetes, так и OpenShift, что делает ее отличным выбором для оркестрации контейнеров на объектах критической информационной инфраструктуры.

Таблица 1 – Сравнение характеристик ОС

Критерии	Отечественные операционные системы		
	Astra Linux	Alt Linux	RED OS
Уровень защищенности	Максимальный («Смоленск»)	Высокий	Высокий
Репозитории	Собственные	Собственные	Собственные
Наличие SNS	Встроенный Secret Net Studio	Встроенный Secret Net Studio	Встроенный Secret Net Studio
Интеграция с облачными платформами	Ограниченная	Ограниченная	Широкая
Поддержка контейнеризации и оркестрации	Да	Да	Да
Лицензия	Коммерческая (с сертификатами ФСТЭК, ФСБ)	Бесплатная, коммерческая	Бесплатная, коммерческая

В результате сравнительного анализа отечественных операционных систем Astra Linux, Alt Linux и RED OS с учетом ряда ключевых параметров, включая репозитории, сложность и время перехода с CentOS, Ubuntu и Debian, интеграцию с облачными платформами, поддержку контейнеризации и оркестрации, а также безопасность и защиту данных, можно сделать вывод о том, что каждая из операционных систем имеет свои преимущества и подходит для разных сценариев использования. В данном контексте RED OS выделяется как операционная система, которая предоставляет высокий уровень безопасности, широкую интеграцию с облачными платформами, поддержку контейнеризации и оркестрации, что делает ее отличным выбором для использования в сфере агробизнеса. Доступ к репозиторию RED OS открыто предоставляется всем для целей тестирования и изучения, что является дополнительным достоинством этой операционной системы.

Список литературы

1. 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 01.11.2023).
2. 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-tsifrovooy-ekonomiki-v-apk> (дата обращения 01.11.2023).
3. Дутов А.И., Миронов А.Л. Информационная безопасность предприятий АПК в условиях цифровизации. /Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции «Вызовы и инновационные решения в аграрной науке»: в 4 томах. Т. 4. – Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023, с. 292–293.
4. «Об утверждении Методических рекомендаций по переходу на использование российского программного обеспечения...»: приказ Минцифры Российской Федерации от 19 января 2023 г. № 21 – 509 с.
5. Гречихин Е.С., Миронов А.Л. Использование технологии контейнеризации для интеграции приложений в информационных системах предприятий АПК. / Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции «Вызовы и инновационные решения в аграрной науке»: в 4 томах. Т. 4. – Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023, С. 288–289.
6. База знаний [Электронный ресурс] URL: <https://redos.red-soft.ru/base/> (дата обращения: 01.11.2023).
7. База знаний [Электронный ресурс] URL: <https://wiki.astralinux.ru/kb> (дата обращения: 01.11.2023).
8. Документация ALT Linux Team [Электронный ресурс] URL: <https://docs.altlinux.org/ru-RU/index.html> (дата обращения: 01.11.2023).
9. Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [Электронный ресурс] URL: <https://reestr.digital.gov.ru/documents/access/>(дата обращения: 01.11.2023).

Диль М.А., аспирант, Миронов А.Л., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ ДАТАСЕТА ПО МАТЕРИАЛАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

Аннотация: проведен анализ проблемы исходных данных для обучения систем искусственного интеллекта в интересах мониторинга сельскохозяйственных земель, сформулированы задачи формирования отечественного датасета по материалам дистанционного зондирования сельскохозяйственных угодий.

Ключевые слова: мониторинг сельскохозяйственных земель, искусственный интеллект, дистанционное зондирование, датасет.

Dil M.A., graduate student, **Mironov A.L.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

TASKS OF FORMING A DATASET BASED ON MATERIALS OF REMOTE SENSING OF AGRICULTURAL LAND

Abstract: An analysis of the problem of initial data for training artificial intelligence systems in the interests of monitoring agricultural land was carried out, and the tasks of forming a domestic dataset based on remote sensing materials of agricultural land were formulated.

Keywords: agricultural land monitoring, artificial intelligence, remote sensing, dataset.

Ведомственным проектом «Цифровое сельское хозяйство» [1, 2] предусмотрено создание цифровой платформы, обеспечивающей аккумуляцию сведений о землях сельскохозяйственного назначения для эффективного управления сельским хозяйством страны. Эти сведения необходимы не только для контроля использования земель, но и для прогнозирования экономических результатов деятельности. Для этого предполагается обработка данных дистанционного зондирования с использованием систем искусственного интеллекта. Решение вопросов диагностики и прогнозирования имеют стратегическое значение для управления сельским хозяйством [3].

Сразу же с момента публикации ведомственный проект [1] привлек внимание общественности и специалистов своей оторванностью от жизни, совершенно неправдоподобными ожидаемыми результатами, несбалансированностью, игнорированием ранее разработанной специалистами АПК Концепции

цифрового сельского хозяйства. В итоге, как отмечалось участниками совещания [4], посвящённому обсуждению итогов этапа выполнения проекта – «Работа по созданию платформы идет, однако результатов пока нет». В принципе, сейчас результаты есть. Так, запущена единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения, (ЕФИС ЗСН) предназначенная для обеспечения актуальными и достоверными сведениями о таких землях, включая данные об их местоположении, состоянии и фактическом использовании. Однако эта система имеет существенные недостатки [5].

Не занимаясь критикой проекта, необходимо четко зафиксировать, что отсутствие научно обоснованной методики наполнения базы данных платформы не позволит получить хоть сколько-нибудь достоверные данные, пригодные для принятия ответственных решений в АПК.

Для того чтобы данные, собираемые платформой, можно было использовать, эти данные должны быть достоверными.

Более того, данные, используемые для диагностики и прогнозирования должны соответствовать требованиям, предъявляемым к данным полевых опытов [6, 7, 8].

Нет никаких правовых оснований требовать от экономических субъектов предоставления сведений сверх тех, которые предусмотрены статистической отчетностью. Таким образом, требования Минсельхоза к предприятиям АПК по представлению комплекса дополнительных данных, которые хотели бы видеть чиновники Минсельхоза, являются незаконными.

Возникает вопрос о том, каким образом это противоречие может быть снято и где взять корректный датасет спутниковых снимков (этот вопрос общий для всех отраслей [9]).

Для получения комплекса достоверных сведений необходимо проведение соответствующих научно-исследовательских работ, финансируемых из государственного бюджета.

В начале 90-х годов прошлого века сотрудниками Центрально-черноземного филиала Всесоюзного Института агропочвоведения и удобрений им. Д.Н. Прянишникова (г. Белгород, директор Акулов П.Г.) на основе анализа снимков, сделанных с борта космической станции «Алмаз», было сформировано ТЗ на НИР по разработке системы и методик калибровки космических снимков в интересах диагностики состояния и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. Для этого предлагалось использование многолетнего стационарного опыта ЦЧФ ВИУА севернее Белгорода (объект «Ерик»). Эта НИР должна была обеспечить формирование архива сигнальных характеристик десяти «эталонных» тестовых участков опыта с точно известными параметрами (культурами, применяемыми агротехнологиями, характеристиками почвы, полученными результатами по урожайности). Несмотря на признание актуальности подлежащих решению вопросов, Минсельхоз не смог обеспечить финансирование работы. К сожалению, эти вопросы не решены и по настоящее время. Сейчас ни у нас, ни в других странах нет системы, обеспечивающей обучение систем искусственного интеллекта для диагностики сельскохозяйственных угодий. Рост доступности к данным дистанционного зондирования Земли обуслов-

ливает интерес к методам оценки состояния посевов, то есть создание архива сигнальных характеристик сельскохозяйственных угодий является объективной необходимостью.

Анализ имеющихся датасетов по космическим снимкам сельскохозяйственных угодий показывает, что они не пригодны для практической работы и не могут быть основой обучения систем искусственного интеллекта.

Вместе с тем интерес к созданию специализированного датасета имеется во всех странах мира в связи с его практической необходимостью.

Можно отметить имеющиеся датасеты по космическим снимкам [10, 11, 12, 13]. Эти датасеты ограничены и не могут явиться основой для серьезной работы по диагностике сельскохозяйственных угодий в России. Имеется целый ряд информационных ресурсов, посвященных вопросам анализа данных дистанционного зондирования (NASA Worldview, Google Earth Engine, Kaggle, USGS EarthExplorer, European Space Agency (ESA) и др.). NASA и IBM представили open-source модель Prithvi, которая, по мнению разработчиков, позволит ученым отслеживать последствия изменения климата, осуществлять мониторинг вырубки лесов, а также прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур и анализировать выбросы парниковых газов [14]. Создаются датасеты и платформы для анализа данных дистанционного зондирования для отдельных стран (например, для Индии).

Однако в нашей стране до настоящего времени не только не создана база данных сигнальных характеристик сельскохозяйственных культур, характерных для наших территорий, но и не планируется. Это принципиальная ошибка. Требуется создание отечественного датасета с ориентацией на особенности сельского хозяйства нашей страны. В целом же необходима переориентация проекта «Цифровое сельское хозяйство» с ведомственного на отраслевой, как и было задумано в Концепции цифрового сельского хозяйства.

Список литературы

1. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с.
2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» Минсельхоза России предлагает создание «Суперсервиса». 15.05.2019. [Электронный ресурс] URL: <https://cctmcs.ru/otsentre/novosti/1129/>.
3. О стратегическом направлении в области цифровой трансформации агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 г.: распоряжение Правительства РФ от 29 декабря 2021 г. № 3971-р.
5. Мельникова Ю. Сельское хозяйство идет по цифровой целине 07.10.2020. [Электронный ресурс] <https://www.comnews.ru/content/209426/2020-10-07/2020-w41/selskoe-khozyaystvo-idet-cifrovoy-celine>.
6. Долматова О.Н., Щерба В.Н. Информационное обеспечение эффективного сельскохозяйственного землепользования // Омский научный вестник. Сер. Общество. История. Современность. 2022. Т. 7, № 3. С. 142–147.
7. Основы научных исследований в агрономии. [Электронный ресурс] <https://www.google.com/search?q=Основы+научных+исследований+v+агрономии> (дата обращения 10.11.2023).
8. Основы научных исследований: Учебное пособие/ сост.: А.П. Авдеенко, С.С. Авдеенко, И.В. Фетюхин, Н.А. Рябцева – Персиановский : Донской ГАУ, 2018. – 184 с.

9. Некрасова Е.В. Основы научных исследований в агрономии : учебное пособие / Е.В. Некрасова, Т.В. Маракаева, А.А. Калошин. – Омск : Омский ГАУ, 2018. – 85 с.
10. Где взять датасет спутниковых снимков в виде изображений? [Электронный ресурс] <https://qaa-engineer.ru/gde-vzyat-dataset-sputnikovyh-snimkov-v-vide-izobrazhenij/> (дата обращения 10.11.2023).
11. Amazon Web Services (AWS Open Data Registry) [Электронный ресурс] <https://registry.opendata.aws/> (дата обращения 10.11.2023).
12. Agricultural land use in England [Электронный ресурс] <https://datasetsearch.research.google.com/search?src=2&query=Agricultural%20land%20use%20in%20England&docid=L2cvMTF0ZjUzaGY4dg%3D%3D>.
13. Provisional Agricultural Land Classification (ALC) [Электронный ресурс] <https://datasetsearch.research.google.com/search?src=2&query=Agricultural%20land%20use%20in%20England&docid=L2cvMTFzOHQwa2NiaA%3D%3D>.
14. DIUx xView 2018 Detection Challenge [Электронный ресурс] <http://xviewdataset.org/#dataset> (дата обращения 10.11.2023).
15. Prithvi: модель и датасет NASA для анализа экологических явлений [Электронный ресурс] <https://neurohive.io/ru/datasety/prithvi-model-nasa-dlya-analiza-ekologicheskikh-yavlenij/> (дата обращения 10.11.2023).

Емельянов И.А.,¹ студент магистратуры, **Давитян Л.М.**¹, студент магистратуры, **Ломазова В.И.**^{1,2}, к.т.н, доцент
¹ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ²ФГАОУ ВО НИУ БелГУ, Белгород, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ В СФЕРЕ АПК

Аннотация: современные технологии внедряются во все сферы жизнедеятельности социума, в том числе искусственный интеллект. В статье рассматриваются особенности внедрения искусственного интеллекта в образовательную деятельность АПК.

Ключевые слова: искусственный интеллект, обучение, педагог.

Emelyanov I.A.¹, master's student, **Davityan L.M.**¹, master's student
Lomazova V.I.^{1,2}, candidate of technical sciences, associate professor
¹Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia,
²Belgorod National Research University,
Belgorod, Russia

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING STUDENTS IN THE FIELD OF AGRICULTURE

Abstract: modern technologies are being introduced into all spheres of society, including artificial intelligence. The article discusses the features of the introduction of artificial intelligence in the educational activities of the agro-industrial complex.

Keywords: artificial intelligence, learning, teacher.

Искусственный интеллект становится неотъемлемым элементом повседневной жизни, в том числе и в образовательном процессе. Будущее невозможно представить без внедрения современных технологий в процесс обучения и при подготовке студентов к будущей профессиональной деятельности в сфере АПК [1].

Интернет и мобильные телефоны – это две взаимосвязанные технологии, которые влияют на нашу обычную жизнь. В то же время в обществе не прекращаются дебаты как среди ученых, психологов, педагогов и родителей о влиянии интернета на современного человека [2, 3].

Роль цифровых технологий в образовательном процессе заключается в расширении возможностей педагога и студента, что будет способствовать более глубокому и осмысленному пониманию рассматриваемого материала.

Под искусственным интеллектом нами понимается способность компьютера обучаться, принимать решения, выполнять действия, которые свойственны человеческому интеллекту. Более того, искусственный интеллект имеет меж-

дисциплинарный характер, так как в совокупности изучает технологии, позволяющие принимать решения с точки зрения различных отраслей знаний.

Искусственный интеллект не является совершенно новой технологией и не подлежит обсуждению. Многие романисты прошлого и научно-фантастические фильмы предсказывали его рост популярности. Хотя все пошло не так, как они ожидали, тем не менее, сама технология уже здесь и внедряется во всех отраслях.

По прогнозам экспертов использование искусственного интеллекта в образовании постепенно будет расширяться. Об этом говорится в отчете о рынке искусственного интеллекта в сфере образования. Хотя многие исследователи в области образования считают, что эта технология не может лишить педагогических работников присутствия, они согласны с тем, что она изменит то, как они выполняют свою работу, и изменит применяемые передовые методы обучения. В то же время, управляя группой студентов во время обучения, педагог вынужден одновременно разрешать организационные и административные задачи. Помимо аудиторных занятий они проверяют тесты, оценивают домашние задания, оформляют необходимые документы, составляют отчет о проделанной работе, готовят материалы для проведения занятий и т.д., что требует наличие определенного дополнительного времени [4].

Искусственный интеллект может гарантировать, что образовательное программное обеспечение будет персонализировано для отдельных лиц [5]. Уже имеется определенный задел адаптивных обучающих программ для студентов в сфере АПК. По данным ООН, чтобы прокормить население Земли, на 70% необходимо увеличить производство продуктов питания. Повысить рентабельность и сократить издержки – это основная цель деятельности сельхоз товаропроизводителей. Данную проблему можно решить путем применения современных технологий: роботов, дронов, беспилотных летательных аппаратов.

Считаем, что такое использование искусственного интеллекта, вероятно, является одним из наиболее значимых в образовании, поскольку обучение становится более удобным и плавным, а также затрагивает личные знания.

Основной страх перед внедрением искусственного интеллекта в образовательную отрасль заключается в том, что он частично или полностью заменит работников отрасли, и человеческий ресурс будет не востребован. Думаем, что не совсем верное решение, т.к. на самом деле, в образовании в сфере АПК искусственный интеллект, как говорилось выше, дополняет, улучшает и облегчает работу педагогов, что помогает выявить недостатки усвоения материала отдельными студентами сельскохозяйственного сектора, а для отдельных студентов – более расширенному и углубленному рассмотрению материала. Он может гарантировать, что образовательное программное обеспечение будет персонализировано для отдельных лиц. Например, искусственный интеллект сможет определить, когда некоторые обучающиеся пропускают определенные вопросы. Считаем, что это повысит ответственность педагогического работника и заставит их придерживаться лучших методов преподавания.

Таким образом, применение элементов искусственного интеллекта на занятиях является обязательным для подготовки студентов в сфере АПК, однако, стороны не должны забывать и о том, что искусственный интеллект – это не со-

вершенство и тоже возможны ошибки. Поэтому, основная цель педагога-наставника – это применение современных средств обучения наравне с традиционными.

Список литературы

1. Intellectual assessment of staff sufficiency for innovative development of the sustainable regional agro-industrial complex / V.A. Lomazov, D.Yu. Evsyukov, V. A. Lomazova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20.11 2021 г.–Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 022064.

2. Использование информационно-коммуникационных технологий для обеспечения задач повышения квалификации специалистов АПК / А.И. Дутов, А.Л. Миронов, Л.А. Манохина [и др.] // Дополнительное профессиональное образование АПК: научное обеспечение: Материалы II Междунар. научно-практ. конф. «Андреевские чтения», Москва, 23.02.2021 г. – М. : Российская академия кадрового обеспечения АПК, 2021. – С. 159–165.

3. Миронов А.Л., Позднышева Г.В. Развитие сетевых технологий: net, web, grid, blockchain // Роль науки в удвоении валового регионального продукта: Материалы XXV Междунар. научно-произв. конф., Майский, 26–27.05. 2021 г. Том 2. – Майский : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2021. – С. 250–251.

4. Автоматизация формирования содержания ОПОП ВО на основе профессиональных стандартов по требованиям ФГОС ВО 3++ как фактор цифровой трансформации образовательных систем / Р.Н. Правосудов, Д.Ю. Евсюков, В.А. Ломазов, Е.Н. Ботина // Информатика и образование. – 2021. – № 2 (321). – С. 24–32.

5. Евсюков Д.Ю., Ломазов В.А. Интеллектуальный анализ образовательных данных и цифрового следа обучающегося // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Междунар. научно-произв. конф., Майский, 25.05.2022 г. Том 3. – Майский : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2022. – С. 25–26.

Збинякова М.В., аспирант, **Миронов А.Л.**, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА И СПЕЦИАЛИЗАЦИИ РАБОТНИКОВ АПК

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы профессионального отбора и специализации работников в цифровом сельском хозяйстве, а также технологии информационной поддержки этого процесса.

Ключевые слова: цифровизация, агропромышленный комплекс, профессиональный отбор и специализация, искусственный интеллект.

Zbinyakova M.V., graduate student,
Mironov A.L., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

INFORMATION SUPPORT TECHNOLOGIES PROFESSIONAL SELECTION AND SPECIALIZATION OF AGRICULTURAL INDUSTRIAL WORKERS

Abstract: The article discusses issues of professional selection and specialization of workers in digital agriculture, as well as technologies for information support of this process.

Keywords: digitalization, agro-industrial complex, professional selection and specialization, artificial intelligence.

Цифровизация сельского хозяйства обусловила целый ряд требований к работникам АПК. Для управления современным аграрным производством работники должны обладать соответствующими знаниями, умениями и навыками работы со сложными техническими объектами, оперативно реагировать на нестандартные ситуации, а управленцы – ещё и уметь работать в условиях всё увеличивающегося потока информации, часто превышающего порог стрессоустойчивости. В настоящее время, кроме требований к профессиональным знаниям и опыту работы, в большинстве текстов вакансий предприятий для менеджеров различного уровня предъявляется требования устойчивости к стрессу и другим психофизиологическим и психологическим качествам претендентов [1, 2].

Цена ошибки, вызванной слабыми знаниями предметной области, либо неспособностью быстро принять правильное решение в условиях стресса, а также задержкой операторской реакции в современном цифровом сельском хозяйстве может быть весьма велика. И если ранее требования к профессиональному отбору предъявлялись в авиации и во флоте, атомной отрасли, на железнодорож-

ном транспорте, на опасных химических производствах, то сейчас такие задачи становятся характерны и для предприятий АПК.

В настоящее время существует огромное количество психологических тестов, реализованных в виде программных приложений или сетевых сервисов, разработаны программно-аппаратные комплексы для психофизиологического тестирования. Для обработки результатов тестирования используются различные статистические методы. Однако этого явно недостаточно для профотбора по всему комплексу параметров. До настоящего времени профотбор прежде всего имел целью снижение профессиональных рисков, снижение количества несчастных случаев на производстве. Вместе с тем, при профотборе должны учитываться необходимые предприятию профессиональные компетенции работника. Профессиональные компетенции характеризуются результатами обучения и имеющимся опытом работы. Результаты обучения могут оцениваться с помощью системы тестов. Здесь имеются проблемы [3, 4].

Во-первых, имеется система компетенций, прописанная в образовательных стандартах.

Во-вторых, имеются требования, зафиксированные в профессиональных стандартах (эти требования могут отличаться от требований ФГОС).

В-третьих, у работодателя может быть свое видение приоритетности тех или иных компетенций для будущего работника. Таким образом, возникает вопрос шкалы компетенций и возможности её коррекции (адаптации) под заказчика. И если в случае психофизиологического тестирования мы имеем дело скорее со структурированной задачей, то в случае с другими видами тестирования – со слабо структурированными. В этом случае необходимо соответственно применять иные методы и информационные технологии, в частности аппарат нечеткой логики, экспертные технологии и технологии искусственного интеллекта. АО «Сибagro» уже применило в тестовом режиме работа для поиска новых сотрудников. Робот на основе анализа анкет соискателей на сайте производит их отбор для дальнейшего собеседования со специалистом компании. В этом и следующем году у нас в стране предполагается проведение тестирования использования искусственного интеллекта при отборе на государственную службу [5].

В сельском хозяйстве цифровизация является необходимой. В сфере аграрного образования информационная поддержка процесса обучения и повышения квалификации постоянно совершенствуется. В основном используются коммуникационные возможности современных технологий. Информационное обеспечение процесса повышения квалификации и переподготовки работников агробизнеса до последнего времени прежде всего основывалось на использовании «классических» информационных технологий. Это – ведение баз данных о работниках АПК соответствующего профиля, календарное планирование циклов повышения их квалификации в соответствии с нормативно-правовыми актами. Имеются основания для внедрения новых методов работы с кадрами АПК, предусматривающих информационное обеспечение профессионального отбора и специализации путем использования технологий искусственного интеллекта [6, 7].

Система интеллектуальной поддержки профессионального отбора и специализации работников АПК должна включать методики и методы всестороннего анализа личности: психологические тесты, позволяющие выявлять познавательные, эмоциональные и волевые качества, профессиональные склонности, оценку компетенций будущего сотрудника. Ее результатом явится подробный «профессиональный портрет» будущего сотрудника, на основе которого и будет принято решение о последующем трудоустройстве или необходимости повышения квалификации.

Список литературы

1. Мишенин Е.Н., Миронов А.Л. Системы поддержки принятия решений как перспективный инструмент психологического исследования работников АПК // Материалы Национальной научно-практической конференции. – Майский : БелГАУ, 2021, С. 361–365.
2. Ломазов В.А., Прокушев Я.Е. Процедура поддержки принятия кадровых решений с учетом мотивации работников // Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – № 4 (355). – С. 2–10.
3. Косов А.В., Дутов А.И., Миронов А.Л., Харламов С.Ю. Цифровизация дополнительного профессионального образования в АПК: состояние и направления развития // Материалы III Междунар. научно-практ. конф. «Цифровизация отраслей АПК и аграрного образования». – Москва, 2022. С. 129–134.
4. 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 Нац. научно-практ. конф. «Цифровые и инженерные технологии в АПК». – Майский : БелГАУ, 2022. С. 211–214.
5. В России отбор на госслужбу будет проводить искусственный интеллект. 24.08.2023 [Электронный ресурс] URL: <https://tvspb.ru/news/2023/08/24/v-rossii-otbor-na-gossluzhbu-budet-provodit-iskusstvennyj-intellekt>.
6. Ломазов В.А., Прокушев Я.Е. Алгоритмизация поддержки принятия решений при отборе управленческого персонала на основе нечетких модельных представлений и процедур // Информационные системы и технологии. – 2014. – № 5 (85). – С. 20–27.
7. Гильдингерш М.Г., Тестова В.С. Инновационные технологии подбора персонала (на основе искусственного интеллекта) // Векторы благополучия: экономика и социум. – 2023. – № 1 (48). – С. 164–168.

Збинякова М.В., аспирант, **Миронов А.Л.**, к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

РАЗВИТИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ АПК

Аннотация: в статье рассмотрим важные аспекты развития современных информационных технологий, применимых в агропромышленном комплексе РФ.

Ключевые слова: информационные технологии, искусственный интеллект, компьютерные технологии, нейронные сети.

Zbinyakova M.V., graduate student, **Mironov A.L.**, Candidate of Technical Sciences, associate Professor,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

DEVELOPMENT OF HIGH-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN THE RUSSIAN AGRICULTURAL SECTOR

Abstract: In the article we will consider important aspects of the development of modern information technologies applicable in the agro-industrial complex of the Russian Federation.

Keywords: information technology, artificial intelligence, computer technology, neural networks.

В стремительно меняющейся действительности, в условиях современных технологических систем важной задачей государства является развитие агропромышленного комплекса, поддержка высококвалифицированных специалистов их обучение и дальнейшее трудоустройство.

Стратегия развития АПК определяет перечень ключевых направлений важной и значимой из которых является внедрение цифровых сервисов. Все это будет бессмысленно без участия в развитии данной отрасли высококвалифицированных специалистов, способных адаптироваться под быстро меняющиеся реалии и имеющих необходимые навыки управления, применения, использования современных технических средств и технологий.

Переход Российского образования на новые образовательные стандарты позволяет строить обучение с учетом развития той или иной отрасли. В нем определены минимальные требования к информативности учебных программ, максимальный объем нагрузки, а также требования к образовательному процессу. Ключевым, согласно документу, является подготовка высококвалифицированных специалистов, обладающих общекультурными компетенциями (ОК), общепрофессиональными компетенциями (ОПК), профессиональными компетенциями (ПК). Соответственно главной задачей образования является эти компетенции привить. Но в то же время проблемой современного работодателя

является понять, обладает ли специалист ими или нет. В связи с этим актуальной становится задача разработки и внедрения такой системы, которая позволила бы работодателю определять уровень развития той или иной компетенции, профессиональных знаний, умений и навыков, а также психолого-физиологических особенностей развития личности.

Существует множество педагогических, психологических методов диагностики уровня развития, но каждая из них способно отобразить и раскрыть лишь одну сторону человека. Для всестороннего анализа необходимо применять несколько методик, что является затратным по времени, не говоря про анализ полученного материала и его разбор.

Развитие технических средств существенно облегчило труд человека. Современные компьютерные системы способны диагностировать заболевания, управлять процессами и техническими средствами, анализировать характер человека, его интересы и увлечения и даже устранять неполадки с производственных процессах. Технологии искусственного интеллекта радикально меняют все жизненные процессы. Часто в этом случае возникает вопрос, можно ли заменить человека компьютером? Ответом часто бывает – «Да!». Но на самом деле развитие искусственного интеллекта хоть и быстрыми темпами стремится вперед, в то же время еще далеко до создания полноценного искусственного разума, способного решать все человеческие задачи. Соответственно важным и главным в этом развитии всегда остается человек, поскольку именно он способен обучить нейронные сети выполнению определенной задачи.

Возвращаясь к теме подбора высококвалифицированных кадров и анализируя развитие искусственного интеллекта в России, актуальной задачей становится создание системы интеллектуальной поддержки профессионального отбора и специализации работников АПК.

Совсем недавно компания АО «Сибagro» применила в тестовом режиме робота для поиска новых сотрудников, который по анализу анкет, представленных на сайте компании, проводит анализ и звонит претенденту, приглашая его на собеседование. Собеседование естественно проводит специалист компании, и он уже принимает решение о его профпригодности. Но как правило, основная ошибка совершается именно на данном этапе. А несоответствие работника требованиям и нормам организации, неспособность выполнять поставленные задачи, нестабильное психологическое состояние, отсутствие необходимых умений и навыков приводят к серьезным финансовым потерям компании и риску отсутствия клиентов в дальнейшем. Все это лишний раз доказывает необходимость создания такой системы интеллектуальной поддержки профессионального отбора и специализации работников АПК, которая способна учитывать все необходимые качества будущего работника на начальном этапе и оценивать риски, в случае отсутствия у претендента на вакантное место, того или иного качества или компетенции.

Система интеллектуальной поддержки профессионального отбора и специализации работников АПК должна включать методики и методы всестороннего анализа личности: психологические тесты, позволяющие выявлять познавательные, эмоциональные и волевые качества, профессиональные склонности,

оценку компетенций будущего сотрудника. Ее результатом будет подробный портрет будущего сотрудника, на основе которого и будет принято решение о последующем трудоустройстве.

Поскольку при очном собеседовании с потенциальным сотрудником решающую роль могут сыграть различные факторы, например, незнакомая обстановка, волнение, личные проблемы и т.д. Важным будет являться то, что разработанная система интеллектуальной поддержки может быть внедрена, например, в сайт работодателя, тем самым пройти необходимые тестирования претендент может в любой комфортной обстановке, соответственно результаты будут более достоверны, а портрет будущего сотрудника более точным.

Именно сейчас возможным подходом к достижению цели можно рассмотреть создание нечеткой продукционной модели оценки профессиональных и психофизиологических качества специалистов АПК. Потому как в стремительно меняющемся мире актуальными данными всегда будут являться личные качества кандидатов. Но учитывая все риски, наиболее важными конечно же профессиональные качества, определяемые стандартом образования. Необходимо постоянно совершенствовать системы отбора кандидатов, использовать современные методы оценки сформированности профессиональных качеств.

Разработка формализованных методов на основе психологического тестирования, позволяющих объективно оценивать личностные качества специалистов АПК и, в частности, уровень сформированности профессионально важных качеств. Разработка и внедрение подобных методов позволят сделать выбор в пользу настоящих профессионалов отрасли.

Ход работы для достижения поставленных целей можно разделить на несколько этапов:

1. Выявление профессиональных компетенций на основе стандартов образования.
2. Подбор тестов, для выявления соответствующих компетенций.
3. Разработка математической модели.
4. Реализация модели – разработка программного продукта.

Применение полученных в процессе обучения профессиональных знаний, умений и навыков в коллективной среде, с проявлением профессиональной подготовки, является основой компетентности. Опыт использования этих компетенций в реальной деятельности также является неотъемлемой частью. В агропромышленном комплексе компетентность всегда связана с профессиональной деятельностью, и именно эта деятельность является основным критерием для оценки профессиональности сотрудника. Кроме знаний, умений и навыков, компетентность в АПК также включает ценностно-мотивационный аспект, который проявляется в личном отношении сотрудника к его предмету деятельности и его способности выполнять работу добросовестно.

Обязательным требованием для работников агропромышленного комплекса является наличие не только профессиональных, управленческих, специальных, проектных и научно-исследовательских компетенций. Кроме этого, они должны обладать такими важными качествами, как способность к устойчивому вниманию, стрессоустойчивость, коммуникативность, готовность к обучению и

повышению квалификации, постоянство и точность. Профессионально важные характеристики работников агропромышленного комплекса могут незначительно отличаться в зависимости от сферы их профессиональной деятельности, но все они являются общепринятыми.

Например, использование математического аппарата нечеткой логики покажет высокую эффективность в построении модели оценки профессионально важных качеств работников АПК [1, 2]. При анализе результатов оценки личных качеств может возникнуть степень неопределенности, что требует учета нечеткости. Однако, для построения такой модели необходимо учесть некоторую степень нечеткости, которая неизбежно присутствует в данных оценки. Использование математического аппарата нечеткой логики является подходящим для данной задачи. В результате, модель оценки можно улучшить и достичь более точных результатов.

В качестве примера в работе можно использовать некие переменные: К1 – замкнутость, К2 – общительность, К3 – интеллект, К4 - неустойчивость, К5 - эмоциональная устойчивость, К6 – прямолинейность, К7 – дипломатичность, К8 - уверенность в себе, К9 – тревожность, К10 – самоконтроль.

Выходными переменными можно будет соответствие кандидата занимаемой должности. А – полностью подходит, В – частично подходит, С – не подходит.

Процесс обработки включает в себя необходимость определения функций принадлежности. Эти функции принадлежности основываются на первичных баллах, которые охватывают диапазон от 1 до 10 и определяют степень наличия описанных личностных характеристик.

Таким образом в ходе усердной работы, согласно собранным результатам анализа личных качеств претендентов, мы сумеем получить параметр для определения степени их соответствия.

Список литературы

1. Бочарова Е.В. Система компетенций работников агропромышленного комплекса // ИСОМ. 2017. № 5-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-kompetentsiy-rabotnikov-agropromyshlennogo-kompleksa> (дата обращения: 10.11.2023).

2. Дутов А.И. Использование информационно-коммуникационных технологий для обеспечения задач повышения квалификации специалистов АПК / Дутов А.И., Миронов А.Л., Манохина Л.А., Белогурова Н.А., Пузанова Л.А. // В сборнике: Дополнительное профессиональное образование агропромышленного комплекса: научное обеспечение. Материалы II Международной научно-практической конференции «Андреевские чтения». Москва, 2021. С. 159–165.

Игнатов А.Ю.¹, студент магистратуры, **Ломазов В.А.**^{1,2}, д.ф.-м.н., профессор
¹ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ²ФГАОУ ВО НИУ БелГУ, Белгород, Россия

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы учета эксплуатации и обслуживания сельхозтехники. Показана целесообразность внедрения автоматизации ведения учета использования и обслуживания с\х техники на предприятиях АПК.

Ключевые слова: автоматизация, техника, обслуживание, внедрение, интеграция.

Ignatov A.U.¹, master's student,
Lomazov V.A.^{1,2}, doctor of physical and mathematical sciences, professor
¹ Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia, ²Belgorod National
Research University, Belgorod, Russia

AUTOMATION OF ACCOUNTING FOR THE OPERATION AND MAINTENANCE OF AGRICULTURAL MACHINERY

Abstract. The article deals with the problems of accounting for the operation and maintenance of agricultural machinery. The expediency of introducing automation of accounting for the use and maintenance of agricultural machinery at agricultural enterprises is shown.

Keywords: automation, engineering, maintenance, implementation, integration.

Развитие агропромышленного комплекса (АПК) Белгородской области предполагает все более широкое использование сельскохозяйственной техники и оборудования [1]. Актуальность проблемы автоматизации учета и обслуживания сельскохозяйственной техники обусловлена огромным объемом информации. Каждая единица техники имеет свои характеристики, ресурсные данные и историю эксплуатации. Одним из главных преимуществ автоматизации учета и обслуживания сельскохозяйственной техники является возможность точного и своевременного контроля за состоянием всего парка техники. Это позволяет оперативно реагировать на проблемы и предотвращать (а в ряде случаев прогнозировать [2]) аварийные ситуации, а также планировать и оптимизировать обслуживание и ремонт техники.

Еще одним важным аспектом автоматизации учета и обслуживания сельскохозяйственной техники является улучшение управления запасными частями и материалами. Системы учета и складского управления (в составе информационных систем сельхозпредприятий [3]) позволяют автоматически отслеживать наличие запасных частей, контролировать их расход, оптимизировать закупки и предотвращать недостатки. Кроме того, автоматизация учета позволяет собирать и анализировать большие объемы данных. Это дает возможность выявлять тенденции,

прогнозировать поломки и улучшать процессы обслуживания. Аналитические инструменты позволяют определить оптимальное время замены техники, оптимизировать ее использование и повысить эффективность работы сельскохозяйственного предприятия в целом.

На Российском рынке программного обеспечения (ПО) можно выделить систему «1С: Агропромышленный комплекс» [4], предназначенную для решения таких задач как:

- учет работы автотранспорта и ГСМ;
- планирование и учет ремонтных работ сельскохозяйственных транспортных средств (ТС);
- отражение сельхоз-деятельности в учете;
- картография;
- интеграция с GPS / ГЛОНАСС системами мониторинга транспорта.

В облачном сервисе «Завгар.онлайн» предлагаются решения основных вопросов по управлению корпоративным транспортом [5]. Данное ПО помогает решать ключевые проблемы, такие как:

- предрейсовые осмотры техники;
- своевременность проведения технического обслуживания техники;
- контроль расхода топлива.

Так же можно отметить ПО – MONTRANS ONLINE [6] представляющую собой комплексную систему управления, которая позволяет автоматизировать работу автопарка и включает в себя такие системы как:

- система контроля транспорта;
- система контроля тахографических показателей;
- система видеонаблюдения в транспортных средствах;
- система удалённого предрейсового осмотра.

В заключение следует отметить, что, автоматизация учета и обслуживания сельскохозяйственной техники является неотъемлемой частью современного сельского хозяйства. Она позволяет повысить эффективность использования техники, снизить затраты на обслуживание и ремонт, улучшить планирование и контроль процессов. Реализация таких автоматизированных систем не только способствует развитию сельскохозяйственного сектора, но и способствует повышению продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных предприятий.

Список литературы

1. Современные аспекты стратегического планирования деятельности предприятий АПК Белгородской области / Ю.А. Китаев, О.С. Акупиан, Д.П. Кравченко [и др.]. – Белгород : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2022. – 236 с.
2. Вовченко А.И., Ломазов В.А. Автоматизация оценки и прогнозирования технического состояния железнодорожных колесных пар // Информационные системы и технологии. – 2010. – № 4 (61). – С. 95–99.
3. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем. – Белгород: БУКЭП, 2017.-99 с.
4. 1С: Агропромышленный комплекс – <https://solutions.1c.ru/catalog/erapk-mod/features>.
5. Завгар.онлайн – <https://zavgar.online/type/programmnoe-obespechenie-dlya-upravleniya-selskokhozyajstvennoj-tehnikoj>.
6. Mostrans.online <https://www.navtelecom.ru/ru/oborudovanie/integratsiya/montrans-online>.

Клёсов Д.Н., к.т.н., **Ореховская А.А.**, к.с.-х.н.,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация: В условиях рыночных отношений вопрос прогнозирования объемов производства продовольствия очень актуален. Среди множества показателей, описывающих деятельность предприятий АПК, особого внимания заслуживает урожайность сельскохозяйственных культур. Авторами разработана математическая модель прогнозирования урожайности озимой пшеницы. Техническая значимость и новизна модели подтверждена свидетельством на государственную регистрацию программы для ЭВМ.

Ключевые слова: прогнозирование, урожайность, озимая пшеница.

Klesov D.N., Candidate of Technical Sciences,
Orekhovskaya A.A., Candidate of Agricultural Sciences,
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

FORECASTING THE YIELD OF GRAIN CROPS

Abstract: In the conditions of market relations, the issue of forecasting the volume of food production is very relevant. Among the many indicators describing the activities of agricultural enterprises, crop yields deserve special attention. The authors have developed a mathematical model for predicting the yield of winter wheat. The technical significance and novelty of the model is confirmed by the certificate for the state registration of the computer program.

Keywords: forecasting, yield, winter wheat.

В настоящее время накоплен богатый теоретический и методический материал в области планирования и прогнозирования [1-2]. Однако, изучение основных способов прогнозирования урожайности зерновых культур выявило ряд недостатков методологии краткосрочного и среднесрочного прогноза:

- игнорирование колебаний урожаев во времени;
- использование меры связей при формировании фактической урожайности и перенос этой меры связей на прогнозный период;
- принятие среднемноголетней величины метеофакторов на каждый год прогнозного периода;
- необоснованность длины временного ряда для выявления тенденций фактической урожайности, используемого в качестве основы определения базисной величины и среднеквадратического отклонения прогнозируемой урожайности.

Отмеченные недостатки оказывают существенное влияние на точность прогнозируемой урожайности зерновых культур, снижают практическую значимость прогнозов в корректировке плановой структуры посевных площадей. Игнорирование изменения урожаев во времени как основная концепция методологии прогно-

зирования предопределяет динамику прогнозируемой урожайности с ее ежегодным приростом относительно базового уровня, что не соответствует динамике фактической урожайности. Этот подход характерен методам моделирования, экстраполяции, нормативному.

Большую величину расхождения фактической урожайности от прогнозируемой дают также нормативные методы. Согласно методическим положениям нормативных методов, прирост прогнозируемой урожайности определяется суммой прироста урожая с 1 га площади посева от влияния исследуемых факторов, эффективность которых определяется по опытным данным, а затем уменьшается на величину потерь урожая за счет воздействия неблагоприятных погодных условий. Рассчитанная таким образом величина прироста прогнозируемой урожайности зерновых культур за счет исследуемых факторов суммируется с базисной урожайностью, представляющей собой среднюю фактическую урожайность зерновой культуры за последние 3–5 лет. Нормативный метод обуславливает, как правило, значительное завышение прогнозируемой урожайности по сравнению с фактической [3-4].

Метод аналогий, как метод прогнозирования урожайности с учетом достигнутого уровня передовыми хозяйствами, бригадами, звеньями, не имеет практического значения в краткосрочном прогнозировании, но он дополняет среднесрочное прогнозирование. Основная проблема обеспечения точности прогнозов урожайности зерновых культур заключается в выборе передовых объектов и их количестве [5].

Таким образом, вопрос разработки способа прогнозирования урожайности зерновых культур остается актуальным. Для расчета модели прогнозирования урожайности озимой пшеницы мы использовали многолетнюю выборку данных (25 лет) с учетом следующих факторов:

1. агротехнические:

- доля пропашных культур в севообороте, %;
- глубина основной обработки почвы, см;
- доза органических удобрений, т/га;
- доза минеральных удобрений, ц/га;

2. агрохимические:

- содержание гумуса, %;
- содержание подвижного фосфора, мг/100 г почвы;
- содержание обменного калия, мг/100 г.

Технический продукт был запатентован в Федеральном институте промышленной собственности: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Калькулятор урожайности озимой пшеницы» № 2022681347 от 11.11.2022 г. [6].

Список литературы

1. Ступаков А.Г. Моделирование урожайности зерна озимой пшеницы / А.Г. Ступаков, А.А. Ореховская // Актуальные решения аграрной науки по развитию сельскохозяйственного производства и укреплению продовольственной безопасности страны: Материалы Международной научной конференции, Майский, 29 сентября 2022 года. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 105–106.

2. Товстолицкий Е.В. Модели и методы многовариантного прогнозирования урожайности зерновых культур / Е.В. Товстолицкий, В.А. Ломазов // 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. 269–272.
3. Архипова М.Ю. Современные направления прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур на основе использования эконометрических моделей / М.Ю. Архипова, А.И. Смирнов // Вопросы статистики. – 2020. – Т. 27, № 5. – С. 65–75. – DOI 10.34023/2313-6383-2020-27-5-65-75.
4. Оразаева И.В. Сравнительная оценка урожайности и качества зерна новых районированных и перспективных сортов озимой мягкой пшеницы селекции Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина / И.В. Оразаева, И.В. Кулишова // Аграрная Россия. – 2015. – № 10. – С. 7–9.
5. Эффективность производства продукции растениеводства в крестьянских (фермерских) хозяйствах Белгородской области на основе процессов интенсификации / О.С. Акупиан, Н.М. Ечин, Л.И. Завгородняя [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – 105 с. – ISBN 978-5-905686-96-2.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022681347 Российская Федерация. Калькулятор урожайности озимой пшеницы: № 2022669531: заявл. 18.10.2022; опубл. 11.11.2022 / А.А. Ореховская, Н.В. Водолазская, Д.Н. Клесов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

Клёсов Д.Н., к.т.н., **Баскакова В.В.**, старший преподаватель,
Мироненко А.В., старший преподаватель, **Бориславская В.С.**, магистрант
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация: Нанотехнологии и ИТ могут революционизировать сельское хозяйство, оптимизируя управление ресурсами, автоматизируя процессы, улучшая мониторинг и прогнозирование, повышая продуктивность и обеспечивая лучшую трассировку продуктов.

Ключевые слова: сельское хозяйство, ИТ, нанотехнологии.

Klesov D.N., Candidate of Technical Sciences, **Baskakova V.V.**, senior lecturer,
Mironenko A.V., senior lecturer, **Borislavskaya V.S.**, master's student
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

NANOTECHNOLOGY AND IT IN AGRICULTURE

Abstract: Nanotechnology and IT can revolutionize agriculture by optimizing resource management, automating processes, improving monitoring and forecasting, increasing productivity and providing better product tracing.

Keywords: agriculture, IT, nanotechnology.

В мире современных технологий, нанотехнология стала одним из ключевых направлений развития. Это область науки, которая изучает манипулирование веществом на атомном и молекулярном уровне. Благодаря нанотехнологиям, возможности информационных технологий (ИТ) расширяются, создавая новые перспективы для развития.

Нанотехнологии, известные своими преобразовательными возможностями в области ИТ, также начинают проникать в сельское хозяйство, обещая значительные улучшения в этой важной отрасли. Это включает в себя все, от улучшения урожайности и качества продукции до более эффективного использования ресурсов и управления окружающей средой.

Нанотехнологии могут быть использованы в самых различных сферах сельского хозяйства [1 - 6], а именно:

1. Мониторинг здоровья животных и птицы: Наносенсоры могут быть использованы для отслеживания здоровья в реальном времени, что может помочь предотвратить болезни и улучшить производительность.

2. Управление кормлением: Нанотехнологии могут быть использованы для создания "умных" систем кормления, которые автоматически адаптируются к потребностям каждого животного, что может помочь улучшить их здоровье и продуктивность.

3. Улучшение процесса доения: Наноматериалы могут быть использованы для создания более долговечного и гигиеничного оборудования для доения, что может помочь улучшить эффективность процесса и уменьшить риск инфекций.

4. Улучшение качества продуктов животноводства: Наночастицы могут быть использованы для обнаружения и устранения патогенов в молоке и мясе, что может помочь улучшить его качество и безопасность.

5. Сохранение окружающей среды: Нанотехнологии могут быть использованы для создания более эффективных систем обработки отходов, что может помочь сократить воздействие сельскохозяйственного производства на окружающую среду.

6. Улучшение качества почвы: Наноматериалы могут быть использованы для улучшения качества почвы, увеличивая ее плодородие и устойчивость к болезням.

7. Улучшение системы полива: Нанотехнологии могут быть использованы для создания более эффективных систем полива, что может помочь сократить потребление воды и улучшить эффективность полива.

8. Контроль вредителей: Нанотехнологии могут быть использованы для создания более эффективных средств борьбы с вредителями, что может помочь уменьшить потери урожая.

9. Увеличение урожайности: Нанотехнологии могут быть использованы для создания более эффективных удобрений и пестицидов, что может помочь увеличить урожайность и уменьшить воздействие на окружающую среду.

10. Улучшение качества продуктов растениеводства: Нанотехнологии могут быть использованы для улучшения качества сельскохозяйственных продуктов, например, увеличивая их питательную ценность или продлевая срок их годности.

11. Мониторинг и прогнозирование: С помощью наносенсоров и ИТ можно отслеживать состояние почвы, растений и животных в реальном времени, а также прогнозировать будущие условия, что позволит своевременно реагировать на изменения и предотвратить возможные проблемы.

12. Управление ресурсами: Нанотехнологии и ИТ могут быть использованы для точного управления ресурсами, такими как вода, удобрения и энергия. Это поможет оптимизировать их использование и сократить отходы.

13. Автоматизация процессов: Нанотехнологии и ИТ могут быть использованы для автоматизации многих сельскохозяйственных процессов, что поможет сократить трудозатраты и улучшить эффективность работы.

14. Улучшение трассировки продуктов: С помощью нанотехнологий и ИТ можно улучшить системы трассировки продуктов, что обеспечит большую прозрачность и безопасность пищевых продуктов.

15. Создание умных ферм: Нанотехнологии и ИТ могут помочь в создании так называемых "умных ферм", где все процессы контролируются и оптимизируются с помощью передовых технологий.

В целом, нанотехнологии могут играть значительную роль в модернизации сельского хозяйства и улучшении его эффективности и устойчивости. Однако,

как и в любой другой области, необходимо тщательно изучать возможные риски и последствия применения этих технологий.

Несмотря на потенциальные трудности, нанотехнологии представляют собой мощный инструмент для преобразования сельского хозяйства. С их помощью можно решить многие из самых насущных проблем этой отрасли, делая ее более устойчивой, продуктивной и эффективной.

Список литературы

1. «Nanotechnology in Agriculture: Recent Advances, Challenges and Future Perspectives» – S. Ghormade, V. Deshpande, and M. Paknikar. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 2018.
2. Усенко Л.Н. Тенденции развития и цифровой трансформации сельскохозяйственного производства / Л.Н. Усенко // *Научные труды Вольного экономического общества России*. – 2023. – Т. 240, № 2. – С. 436–459. – DOI 10.38197/2072-2060-2023-240-2-436-459. – EDN IZKPUT.
3. Ткачева А.Р. Аспект развития нанотехнологий в сельском хозяйстве / А.Р. Ткачева, Е.А. Гречихина, Ю.С. Скотар // *Физика и современные технологии в АПК : материалы XI Всероссийской молодежной конференции молодых ученых, студентов и школьников с международным участием, Орел, 19 февраля 2020 года*. – Орел : ООО Полиграфическая фирма «Картуш», 2020. – С. 207–209. – EDN CALZTK.
4. Авершин Е.А. Внедрение нанотехнологий в сельское хозяйство России / Е.А. Авершин, М.М. Ромашенко, Е.М. Камышникова // *Физика и современные технологии в АПК : материалы XI Всероссийской молодежной конференции молодых ученых, студентов и школьников с международным участием, Орел, 19 февраля 2020 года*. – Орел : ООО Полиграфическая фирма «Картуш», 2020. – С. 183–186. – EDN MJMMCM.
5. Ужик В.Ф. Нанотехнологии - в машинном доении коров / Ужик В.Ф., Ужик О.В., Клёсов Д.Н., Науменко А.А., Чигрин А.А. // *Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства*. 2014. № 4 (16). С. 49–52.
6. Ужик В.Ф. Наноструктурная жидкость в пульсаторе доильного аппарата / Ужик В.Ф., Ужик О.В., Клесов Д.Н., Науменко А.А., Чигрин А.А. // В сборнике: *Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и IT-технологий*. Материалы XVIII Международной научно-производственной конференции. 2014. С. 202.

Котляренко М.С., студент магистратуры, **Вохменов С.В.**,
старший преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НЕСБАЛАНСИРОВАННЫХ ДАННЫХ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ

Аннотация: В статье рассматривается проблема несбалансированных данных. Данная проблема является одной из наиболее распространенных в машинном обучении. Произведена программная реализация методов балансирования данных, описаны контекстные методы и процесс адаптации алгоритмов.

Ключевые слова: балансирование данных, python, сбор данных, выборка данных, нейронная сеть.

Kotlyarenko M.S., master's student, **Vohmenov S.V.**, senior lecturer
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

RESEARCH OF METHODS FOR SOLVING THE PROBLEM OF UNBALANCED DATA IN MACHINE LEARNING

Abstract: The article examines the problem of unbalanced data and identifies methods aimed at balancing data. This problem is one of the most common in machine learning. An analysis of existing methods for solving the problem of unbalanced data was carried out. A software implementation of data balancing methods is presented, and the processes are described.

Keywords: data balancing, python, data collection, data sampling, non-ironic network.

Проблематика машинного обучения и совершенствования методологического аппарата балансирования данных приобретает все большую актуальность по мере усложнения сетевых структур и информационного обеспечения в различных сферах деятельности, начиная от вопросов проектирования систем кибербезопасности [1] и до задач синтеза агротехнологических процессов [2-4]. Проблема несбалансированных данных в машинном обучении заключается в том, что модель может быть предвзятой к более часто встречающимся классам, что приводит к плохим результатам при классификации или прогнозировании менее распространенных классов. Существуют различные методы борьбы с этой проблемой, такие как сэмплирование данных, взвешивание классов, использование алгоритмов обучения, способных учитывать дисбаланс классов, и другие подходы [3].

Типы методов решения проблемы несбалансированных данных:

- Взвешивание классов.
- Увеличение выборки (Oversampling).
- Уменьшение выборки (Undersampling).

- ADASYN.
- Ансамблирование моделей.
- Контекстные методы.

Взвешивание классов – это метод, который учитывает дисбаланс классов обучающих данных. Это достигается путем присвоения различных весов классам во время обучения модели. Классам с наименьшим количеством примеров присваивается более высокий вес, чтобы модель уделяла больше внимания этим классам в процессе обучения. В результате модель становится менее предвзятой и способной с более высокой точностью обрабатывать несбалансированные данные.

Увеличение выборки (Oversampling) - метод обработки несбалансированных данных в машинном обучении, который заключается в увеличении числа примеров менее распространенных классов путем создания дополнительных синтетических примеров на основе уже существующих данных. Наиболее распространенный метод увеличения выборки – это метод SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique). Данный метод генерирует синтетические примеры путем комбинирования наиболее близких существующих примеров миноритарного класса. Увеличение выборки позволяет улучшить баланс классов и повысить производительность модели при обработке несбалансированных данных.

Уменьшение выборки (Undersampling) в машинном обучении – это метод, который используется для борьбы с несбалансированными данными путем уменьшения числа примеров более часто встречающегося класса. Это может быть полезно, если у вас слишком много примеров от одного класса, что может привести к предвзятости или плохим результатам для других классов. Уменьшение выборки можно осуществить случайным удалением примеров из часто встречающегося класса или использованием более сложных методов, таких как кластерный анализ для удаления избыточных примеров. Однако следует быть осторожным, так как уменьшение выборки может привести к потере важной информации и влиянию на производительность модели. Это метод увеличения выборки, который используется для решения проблемы несбалансированных данных в машинном обучении.

ADASYN основан на методе SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) и предлагает адаптивный подход к созданию синтетических примеров для несбалансированных классов.

Ансамблирование моделей – это метод, который объединяет несколько моделей машинного обучения. Данный метод направлен на повышение качества предсказаний и обобщения. Особенность ансамблирования заключается в том, что несколько моделей обучаются независимо, а затем их прогнозы комбинируются, часто путем голосования или усреднения, для получения окончательного предсказания.

Существует несколько подходов к ансамблированию моделей, включая бэггинг (например, случайный лес), бустинг (например, градиентный бустинг) и стекинг (комбинирование прогнозов нескольких моделей с использованием мета-модели). Ансамблирование моделей зачастую приводит к улучшению качества предсказаний, особенно в задачах, где используются регрессия и классифи-

кация. Ансамблирование является широко используемым подходом в машинном обучении.

Контекстные методы в машинном обучении относятся к подходам, которые учитывают информацию о контексте или окружении, в котором происходит обучение или предсказание событий. Эти методы широко используются в задачах, связанных с обработкой текста, изображений, видео и других направлениях обработки данных.

Примером контекстных методов служат рекуррентные нейронные сети (RNN). Рекуррентные нейронные сети способны учитывать последовательность входных данных, а также эффективно работают с контекстом в текстовых данных. Кроме того, в задачах обработки изображений и видео широко применяются свёрточные нейронные сети (CNN), способные выделять пространственный контекст изображений.

Контекстные методы играют главную роль в современных приложениях машинного обучения, таких как:

- Машинный перевод.
- Обработка естественного языка.
- Компьютерное зрение.

Контекстные методы позволяют моделям учитывать информацию о контексте для более точного анализа и предсказаний.

Предварительно оценив имеющиеся методы, можно выбрать наиболее подходящий из них с учетом специфики решаемой задачи по сбалансированию данных в процессе машинного обучения, а также в задачах по оптимизации различных нейронных сетей.

Список литературы

1. Гостищева Т.В. Модели и методы проектирования систем защиты информации / Т.В. Гостищева, В.А. Ломазов, Ю.В. Малий. – Белгород : Автономная некоммерческая организация высшего образования «Белгородский университет кооперации, экономики и права», 2021. – 175 с.
2. Адаптивный структурно-праметрический синтез дискретных систем с заданным поведением / Д.А. Петросов, А.В. Чуев, В.А. Ломазов [и др.] : Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016. – 193 с.
3. Модели и методы интеллектуального структурно-параметрического синтеза агротехнологических процессов : Монография / Д.А. Петросов, А.И. Добрунова, В.А. Ломазов [и др.]. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – 193 с.
4. Ломазов В.А., Ломазова В.И. Информационное представление моделей взаимосвязанных организационно-технологических процессов // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-2. – С. 337–338.
5. Сааков Д.В. Улучшение производительности алгоритмов машинного обучения с несбалансированными // Экономика строительства. – 2023. – № 4. – С. 73–77.

Кузнецов Е.В., студент магистратуры,
Баскакова В.В., старший преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ Белгород, Россия

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СКЛАДСКОГО УЧЕТА ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация: Важным направлением в сфере разработки и внедрения информационных систем в процессы оптимизации учета можно выделить создание и внедрение вспомогательных или автоматизированных информационных систем для уменьшения типовых операций, а также выбора наиболее оптимальных решений распределения.

Ключевые слова: оптимизация, проектирование, автоматизированная система, учет.

Kuznecov E.V., master's student, **Baskakova V.V.**, senior lecturer
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

DESIGNING OF THE INFORMATION SYSTEM OF WAREHOUSE AC- COUNTING OF THE ENTERPRISE

Abstract: An important direction in the field of development and implementation of information systems in the processes of accounting optimization is the creation and implementation of auxiliary or automated information systems to reduce typical operations, as well as the selection of the most optimal distribution solutions.

Keywords: optimization, design, automated system, accounting.

В современном мире невозможно представить себе низкий темп накопления и использования знаний. В связи с таким фактом наблюдается возрастание объемов и оборота информационных потоков различного характера: экономического, финансового, политического, духовного.

Сферы жизнедеятельности социального и коммерческого направления явно нуждаются в постоянном обслуживании процессов электронными системами для учета, оптимизации и других, более узконаправленных задач.

В автоматизированные информационные системы пользователями вносятся информация, которая, в последствии работы данной системы перерабатывается, и полученные результаты могут быть предоставлены в виде необходимом для дальнейшего использования информации.

Если создается на предприятии, в организации единая система обработки информации, то проектировщик приоритетно и в первую очередь стремится обеспечить целостность системы, используя для этого специальные системообразующие компоненты.

Такие свойства как целостность и единообразие для систем состоит в создании новых функций, присущих системе, в формировании новых знаний. Преодоление организованной сложности, с которой можно столкнуться при создании любой системы, состоит в упрощении, оптимизации и многоуровневом и многоаспектном моделировании [1].

Проектирование информационной автоматизированной системы складского учета имеет ряд функциональных задач по выявлению слабых мест работы нынешней системы, оптимизации совокупности нерационально распределенных частей полного цикла процесса, уменьшение человеческого трудового ресурса и другие вытекающие мелкие задания.

Выполнение поставленных задач неизбежно приведет к достижению аспектов основной цели: оптимизация всего процесса, экономия времени и человеческих ресурсов, экономическая выгода.

Автоматизации производственных, учетных и других процессов влечет за собой преимущество, заключающееся в сокращении избыточности хранимых данных. Данный шаг приводит как следствие к экономии объема используемой памяти, уменьшению затрат на многократные операции обновления избыточных копий и устранение возможности возникновения противоречий из-за хранения в разных местах сведений об одном и том же объекте, увеличение степени достоверности информации и увеличение скорости обработки информации; излишнее количество внутренних промежуточных документов, различных журналов, папок, заявок и т.д., повторное внесение одной и той же информации в различные промежуточные документы [2, 3].

Как показывает уже многолетняя практика, разработка и внедрение в различные сферы автоматизированных систем дает возможность человеку представить в формализованном виде, пригодном для практического использования, концентрированное выражение научных знаний и практического опыта для реализации и организации социальных процессов.

При всех ранее описанных условиях предполагается экономия затрат труда, времени и других материальных ресурсов, необходимых для осуществления этих процессов. Поэтому автоматизированные системы играют важную стратегическую роль, которая постоянно возрастает [4, 5].

Немаловажно заметить одно из основных преимуществ именно проектирования различного рода электронных систем – возможность на этапе прогона и тестирования проекта без колоссальных потерь выявить возможные будущие проблемы и трудности и исправить их без материальных потерь.

В ходе работы, была разработана контекстная диаграмма, которая показывает входные и выходные ресурсы, правила управления и механизм управления (Рисунок 1).

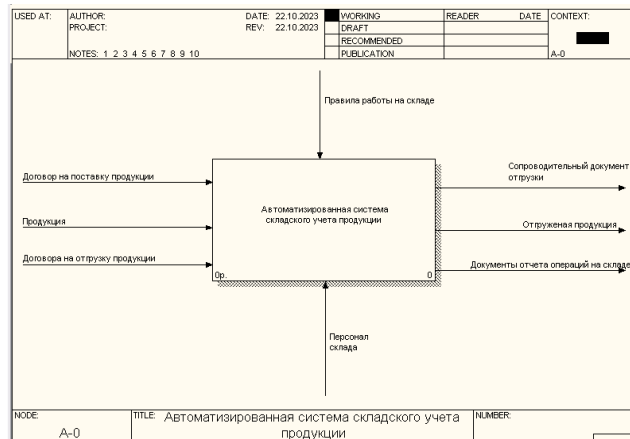


Рис. 1 – Контекстная диаграмма «Автоматизированная система складского учета продукции» (IDEF0).

Декомпозируем контекстную диаграмму на функциональные блоки, имеющие по одной или несколько связей. Все это необходимо для описания процесса автоматизации складского учета (Рисунок 2). Так, например, блок «Прием продукции» и блок «Хранение и переучет продукции» имеют взаимосвязь по признаку «Производство на складе». А в свою очередь отгрузка продукции и формирование отчета о движении продукции имеют непосредственную взаимосвязь. В частности, можно отметить, что блок «Отгрузка продукции и формирование отчета о движении продукции и документы на складе» имеют взаимосвязи с блоками «Хранение продукции» и «Прием продукции», потому что фиксирует информацию обо всех этапах процесса ведения складского учета. Нельзя не сказать о том, что все блоки декомпозиции имеют управляющие и вспомогательные сущности. В данном случае это правила работы на складе и персонал склада.

Блок «Хранение продукции» на четыре действия разбит следующим образом (Рисунок 3): Данные обновляются на терминале, по средствам терминала уже с обновленными данными цепочка действий приводит к сканированию штрихкода, которое в свою очередь проводит идентификационную функцию для учета товара, а в дальнейшем уточняется и вносится через терминал и все внесенные, обновленные данные сохраняются в базу данных склада.

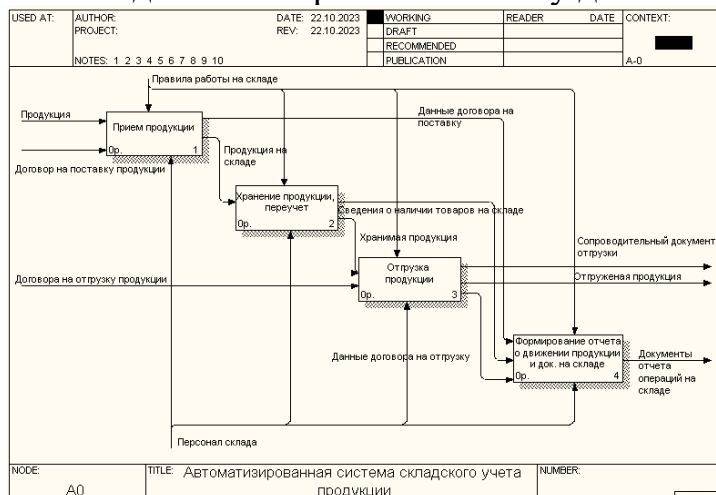


Рис. 2 – Диаграмма декомпозиции «Автоматизированная система складского учета продукции» (DFD).

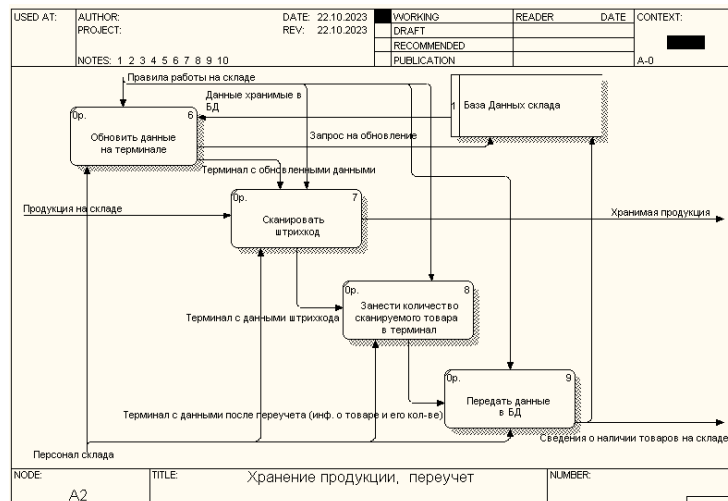


Рис. 3 – Декомпозиция функционального блока «Хранение продукции, переучет» (DFD).

Дальнейшее развитие исследованиями в рассмотренном направлении может быть связано с использованием методов интеллектуального анализа данных [6].

Список литературы

1. Баскакова В.В, Жихарев А.Г. К вопросу применения системно объектного имитационного моделирования организационно-деловых процессов // Научный результат. Информационные технологии. 2023. №2.
2. Жихарев А.Г, Баскакова В.В. подходы к оценке эффективности организационно-деловых процессов, организационной системы // Научный результат. Информационные технологии. 2022. №3.
3. Ломазов В.А., Ломазова В.И. Информационное представление моделей взаимосвязанных организационно-технологических процессов // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-2. – С. 337–338.
4. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Система поддержки принятия решений на основе нечетких показателей оценки инвестиционных рисков ИТ-проектов // Информационные системы и технологии. – 2011. – № 5 (67). – С. 86–89.
5. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем. – Белгород : БУКЭП, 2017. – 99 с.
6. Ляшенко А.А. Миронов А.Л. Проблемы внедрения информационных систем // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Междунар. студ. научн. конф., Майский, 24–25 февраля 2021 года. Т. 3. – Майский : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2021. – С. 200.

Кузьмичева Т.Г.¹, к.ф.-м.н., доцент, **Голованова Е.В.²**, к.ф.-м.н., доцент
¹ФГАОУ ВО НИУ БелГУ, ²ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация: статья посвящена изучению основных направлений использования информационных технологий на предприятии.

Ключевые слова: информационная система, информационная технология, сельскохозяйственная техника, анализ продаж продукции, бизнес-процессы, товар.

Kuzmicheva, T. G.¹, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, **Golovanova E.V.²**, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor,
¹Belgorod National Research University, ² Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

THE MAIN DIRECTIONS OF USING INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ENTERPRISE

Abstract: the article is devoted to the study of the main directions of the use of information technologies in the enterprise.

Keywords: information system, information technology, agricultural machinery, product sales analysis, business processes, goods.

Успех в управлении фирмой и лидирующее место на рынке зависят от скорости выполнения и степени автоматизации рабочих бизнес-процессов. В 21 веке самые успешные компании работают с внедрением хорошо разработанных информационных систем [1]. Также, внедрение информационных систем в работу предприятия регулирует все рабочие бизнес-процессы, что помогает минимизировать потери и убытки.

Передача информации о положении и деятельности предприятия на высший уровень управления и взаимный обмен информацией между всеми взаимными подразделениями фирмы осуществляются на базе современной электронно-вычислительной техники и других технических средствах связи.

Крупные кампании (корпораций, холдингов), для которых характерна сложная структура, связанная с многопрофильностью подразделений, их территориальной распределенностью и различием в производственном потенциале, как правило, сталкиваются с такими проблемами, как:

– отсутствие организационного единства среди подразделений предприятия, в частности, одинакового понимания сущности бизнес-процессов, единой

методологии бухгалтерского учета, унификации нормативно-справочной информации,

- трудности планирования деятельности по всем горизонтам (долгосрочного, текущего, оперативного) на всех уровнях управленческой вертикали, доведения до каждого из подразделений конкретных задач, контроля над текущим исполнением и анализа выполнения этих задач,

- недостаточная оперативность (актуальность) данных о финансово-хозяйственной деятельности подразделений, филиалов и корпорации в целом,

- высокая трудоемкость сбора и обобщения (консолидации) данных территориально-распределенных участков, в частности, бухгалтерий, каждая из которых ведет свои, «неполные» с точки зрения корпорации, балансы; большое количество ошибок в подобных данных, их разнородность и несогласованность,

- отсутствие оперативной и достоверной информации о взаиморасчетах (взаимозачетах) с внешними поставщиками и потребителями, а также – филиалами предприятия, и, как следствие, трудность управления дебиторской – кредиторской задолженностью. Решение этой проблемы значительно усложняется при изменении статуса контрагента (например, при покупке корпорацией фирмы, которая ранее была внешним контрагентом).

Единственным решением этих проблем является разработка и внедрение так называемых информационных технологий, т.е. технологий, основывающихся на использовании вычислительной техники и электронных средств коммуникации.

В современном обществе информационные технологии являются универсальным инструментарием в управлении организациями всех типов, действующих во всех сферах. Основные функции современных информационных технологий управления предприятиями – сбор, хранение, поиск, систематизация и обработка необходимых данных для всех сфер общественной жизни, выработка новой информации, решение тех или иных оптимизационных задач. Ставится задача не только отобрать и автоматизировать трудоёмкие, регулярно повторяющиеся рутинные операции над большими массивами данных, но и получить принципиально новую информацию, которая необходима для принятия эффективных управленческих решений.

Среди основных направлений развития современных информационных технологий в обеспечении эффективного функционирования и развития можно выделить:

- Автоматизация документооборота.
- Коммуникации.
- Управление технологией фармацевтического производства.
- Автоматизация бухгалтерского учета и планирования.
- Разработка систем принятия решений.
- Автоматизация банковских операций.
- Создание автоматизированных рабочих мест.

Ведение документации предоставляет следующие преимущества: минимальные расходы на канцелярские средства (бланки, бумага, канцелярские

принадлежности); отпадает необходимость в дорогих средствах защиты от несанкционированного доступа (сейфы и т.п.), так как предоставить доступ к документу можно только ограниченному кругу лиц с помощью паролей и т.п.; отпадает необходимость в выделении специальных помещений (архивов) и специальной мебели, громоздких папок и т.д.; ускоряется процесс поиска нужного документа; сам процесс поиска переходит в качественно новую плоскость (поиск по ключевым словам, поиск среди нескольких документов и пр.); появляется возможность организовать совместную работу нескольких лиц или отделов над одним документом; ускоряется процесс создания документов за счет возможности включения в него фрагментов из других документов и возможности правки уже существующего текста.

В последнее время большую популярность имеют электронные документы, основанные на «гипертексте». Это понятие означает включение в документ ссылок на другие документы, с помощью которых можно мгновенно ознакомиться с документом, на который ссылаются.

Для обеспечения конфиденциальности электронные документы могут быть зашифрованы. Современные технологии шифрования, применяемые в персональных компьютерах, соответствуют стандартам спец. служб России и США и обеспечивают гарантированную конфиденциальность сведений, содержащихся в документе. Это ликвидирует возможность утраты, порчи, получения конкурентами информации, составляющей производственную и коммерческую тайну. Во многих современных программных продуктах, от MSOffice и 1С до серьезных ERP-систем и дорогостоящих СУБД, есть удовлетворительные средства защиты данных [2].

Коммуникации играют самую важную роль в функционировании предприятия. Как показывают исследования, для обеспечения предприятия необходимой информацией и для передачи исходящей информации в другие звенья организации управляющий персонал организации расходует более 70% своего рабочего времени.

Для обеспечения оперативного обмена информацией, электронными документами, была введена система электронной почты.

Система электронной почты предусматривает передачу сообщений и электронных документов посредством какой-либо компьютерной сети (средства телекоммуникации) с одного компьютера на другой.

Кроме системы электронной почты, важным источником получения информации является глобальная компьютерная сеть Internet. С помощью таких услуг сети Интернет, как телеконференции, World Wide Web, можно использовать разнообразную научную и техническую информацию из многочисленных баз данных, организовывать диалоги в реальном времени с людьми, находящимися в отдаленных регионах, просматривать официальные сведения коммерческих организаций и пр.

На базе компьютеров и микропроцессоров в настоящее время созданы автоматические и полуавтоматические линии по производству продукции. Использование таких линий позволяет высвободить персонал для решения других задач, повысить объем и качество выпускаемой продукции.

В производствах, не имеющих автоматических линий, компьютеры широко используются на отдельных стадиях производства, в частности, при контроле качества продукции. Применение компьютеров в производстве позволяет исключить технологические ошибки, повысить качество труда работников.

В настоящее время бухгалтерский учет практически повсеместно ведется с использованием компьютерной техники. Введение автоматизированных систем бухгалтерского учета позволяет: организовать совместную работу бухгалтеров; получать оперативные статистические данные, на составление которых обычными средствами уходит несколько дней; исключить ошибки в вычислениях, приводящих к дополнительным затратам времени и денежных средств; повысить качество труда бухгалтеров путем исключения в их работе рутинных операций (вычисления, составления таблиц, графиков).

При современном развитии информационных технологий, для осуществления какой-либо банковской операции (перевод денег на счет и пр.) уже отсутствует необходимость самому являться в банк. Существуют системы, с помощью которых можно осуществлять банковские операции прямо в бухгалтерии предприятия. Составление и проводка соответствующих документов выполняется с помощью компьютера.

Связь компьютера организации с компьютером банка может осуществляться как непосредственно, используя телефонную линию, так и через Интернет.

Очевидные преимущества «электронного банкинга» заключаются в следующем: оперативное осуществление банковских операций; отсутствие необходимости лично являться в банк; возможность осуществления банковских операций с любого места, где есть телефон (используя переносной компьютер).

Таким образом, обладание программными решениями автоматизирования процессов работы фирмы, помогает добиться новых высот и выводит предприятия на новые экономические уровни [3, 4].

Список литературы

1. Гвоздиков А.В. Автоматизированные информационные системы и их технологии [Текст] / А.В. Гвоздиков. – издательство: Москва: ИНФА – М, 2018. – 575 с.
2. Розентул Б.А. Факторы успешного внедрения информационных технологий в практику управления коммерческой фирмой. В сб. Новое в экономике и управлении. Вып. 7. – М. : МАКС Пресс. 2006.
3. Карминовский М.Н. Информационные системы в экономике [Текст] / М.Н. Карминовский, В.А. Черниковский. – изд. : Москва : финансовая статистика, 2018. – 37 с.
4. Дутов А.И. Использование информационно-коммуникационных технологий для обеспечения задач повышения квалификации специалистов АПК / Дутов А.И., Миронов А.Л., Манохина Л.А., Белогурова Н.А., Пузанова Л.А. // В сборнике: дополнительное профессиональное образование агропромышленного комплекса: научное обеспечение. Материалы II Международной научно-практической конференции «Андреевские чтения». Москва, 2021. С. 159–165.

Кузьмичева Т.Г.¹, к.ф.-м.н., доцент, **Голованова Е.В.**², к.ф.-м.н., доцент
¹ФГАОУ ВО НИУ БелГУ, ²ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация: статья посвящена изучению роли информационных технологий на предприятии.

Ключевые слова: информационная система, информационная технология, сельскохозяйственная техника, анализ продаж продукции, бизнес-процессы, товар.

Kuzmicheva, T. G.¹, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, **Golovanova E.V.**², candidate of physical and mathematical sciences, associate professor,
¹Belgorod National Research University, ² Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN THE LIFE OF ENTERPRISES

Abstract: the article is devoted to the study of the role of information technologies in the enterprise.

Keywords: information system, information technology, agricultural machinery, product sales analysis, business processes, goods.

Высокие технологии, рост объемов и номенклатуры производства, беспрецедентное разнообразие товаров и услуг, появление уникальных по сложности изделий, масштабных информационных сетей, динамичные изменения во внешней и внутренней среде предприятий, меняя характер производства, образ жизни людей, порождают целый ряд проблем обеспечения адекватного управления. Научно-технический прогресс чрезвычайно ускорил темпы внедрения последних достижений в области информационных технологий во все сферы социально-экономической жизни.

Роль, которую играют ИТ в организации [1], в значительной мере определяет и характер возврата инвестиций. Как правило, это: вспомогательная роль, что соответствует традиционному подходу, когда корпоративная стратегия формулируется где-то «наверху» и передается в ИТ – подразделение, с тем чтобы оно обеспечило ей соответствующую поддержку. В этом случае ИТ играет роль технологической подложки, обеспечивающей поддержку операционных и контрольных функций. Любая организация может принять для себя этот подход, не проводя каких-либо существенных изменений в своей оргструктуре и системе бизнес-процессов. При таком подходе информационные технологии,

как элемент инфраструктуры предприятия, положительно влияют на эффективность бизнеса, но их возможности раскрываются далеко не полностью.

ИТ нередко рассматриваются как механизм преобразования бизнеса. Организации все чаще приходят к выводу, что реинжиниринг бизнес-процессов в сочетании с внедрением ИТ может привести к кардинальному сокращению времени выполнения цикла производства, снижению трудоемкости, повышению качества обслуживания клиентов, сокращению времени реакции на изменение требований рынка и пр. Достижение этих результатов требует от сотрудников ИТ – подразделений знаний в области организации бизнес-процессов. В большинстве случаев необходима определенная степень участия ИТ – специалистов в бизнесе компании, благодаря чему достигается необходимый уровень понимания внешних и внутренних бизнес-процессов.

ИТ проявляется и как механизм выработки стратегии. Информация и компоненты ИТ становятся неотъемлемой частью все большего числа продуктов и услуг. Это приводит к необходимости привлечения ИТ - специалистов к разработке корпоративной стратегии. Такая роль требует от них глубокого понимания бизнеса рынка и отрасли, в которой работает компания.

Информационные системы неоднозначно рассматриваются при решении отраслевых проблем. В одних отраслях они, как правило, основную роль играют в производстве, в других – в маркетинге. В западных странах во многих областях лидеры отраслей настолько агрессивны, что меняют правила конкуренции, заставляя принимать их своих последователей.

По мере изменения роли ИС в рамках фирмы меняются организационная схема и процессы управления. Условно информационные системы можно разделить на следующие четыре класса: стратегические, сдвигающие, поддерживающие, заводские.

Стратегическая ИС. Для значительного числа западных фирм ИС существенны для реализации текущих стратегий и операций. Кроме того, разрабатываемые приложения являются основой успеха таких фирм в будущем. Им уделяется значительное внимание, в банках, страховых компаниях и основных каналах розничной торговли.

Сдвигающая ИС (усиливающая). Определенные группы западных фирм получают поддержку своей производственно-хозяйственной деятельности от использования ИТ, но полностью не зависят от них при достижении производственных целей. Разработка соответствующих приложений, безусловно, необходима, чтобы облегчить фирме достижение ее стратегических целей.

Во многих фирмах по различным причинам ИС не несут полной нагрузки, но и остановка системы на короткое время не нанесет сильного урона такой организации. Примером такой организации может служить ЦЕРН (Европейский центр ядерных исследований, CERN – фр.). Фактически, ЦЕРН является совокупностью большого числа различных проектов, объединенных единой управленческой системой. Общая организация построена на принципе распределенных технологий и общего электронного документооборота.

Поддерживающая ИС. Для некоторых фирм, несмотря на высокий уровень расходов на ИТ, стратегическое влияние ИС на производство и будущие стра-

тегии низкое. Фирма могла бы продолжать функционировать, хотя и неровно, и в случае выхода ИС из строя. Соответственно, ИТ имеют низкие организационные позиции, они не играют большой роли в планировании бизнеса, особенно в верхних эшелонах управления. До недавнего времени, такие фирмы проявляли мало интереса к разработке и реализации ИТ-стратегии.

Заводская ИС. Отдельные фирмы сильно зависят от надежности поддержки производственной информационной системы, облегчающей выполнение работ. Системные простои вызывают крупные нарушения производства, что в свою очередь может вызвать потерю потребителей или существенный рост затрат.

Фирмы «заводской категории» используют ИТ подобно инвестиционным банкам с тем, чтобы критические, зависящие от времени операции, функционировали гладко. Для фирм этой категории даже одночасовое прерывание услуги может иметь сильные негативные производственные, конкурентные и финансовые последствия. Но ИТ-приложения, хотя и важны для прибыли таких фирм, не являются основой их конкурентоспособности.

Обоснованная и успешная автоматизация существенно ускоряет прохождение на предприятии бизнес-процессов различного уровня – от проведения первичных документов до принятия важных стратегических решений.

На примере CAD/CAM и ERP систем (удобно рассмотреть факторы воздействия ИС на предприятие. При применении CAD/CAM-систем для проектирования и производства деталей на станках с ЧПУ наблюдаются, прежде всего, прямые эффекты. Эффекты, приводящие, по оценкам зарубежных экспертов, к снижению себестоимости изделий на машиностроительных предприятиях: за счет снижения металлоемкости изделия при оптимизации его геометрических параметров (в среднем на 5-10%), и к снижению трудоемкости за счет создания рациональной геометрии деталей и сборочных единиц, унификации узлов и модулей.

Предприятие получает возможность в кратчайшие сроки вывести на рынок новое изделие (или модернизировать старое) и привлечь новых покупателей и/или удержать старых. Таким образом, вопросы внедрения САПР следует рассматривать с позиции стратегического управления.

При внедрении ERP-системы на предприятии мы можем говорить о надежном графике поставок сырья, материалов и комплектующих, которые обеспечивают выполнение основного плана производства. Обычно выделяются следующие положительные эффекты:

- Незавершенное производство и длительность производственного цикла (снижение вложений в активы, снижение затрат на перемещение материалов, сокращение сроков производства, снижение запасов полуфабрикатов собственного производства из-за сокращенного производственного цикла).
- Складские запасы (снижение вложений в активы, снижение затрат на перемещение материалов, повышение уровня обслуживания).
- Использование производственных ресурсов (минимизация потерь рабочего времени, переналадок, повышение коэффициента готовности оборудования).

- Снижение материальных затрат (партнерские отношения с поставщиками, своевременность входящих поставок, возможность использования небольших партий, снижение доли бракованных материалов).
- Повышение качества продукции (снижение брака, снижение нарушений графиков производства, уменьшение количества переналадок, предотвращение снижения объема продаж).
- Повышение качества обслуживания (снижение сроков поставок, обеспечение соответствия между запасами готовой продукции и клиентским спросом, своевременность поставок, интенсификация общения с клиентами).
- Управление затратами (оперативность и точность расчета себестоимости (в том числе, на основе функционально-стоимостного подхода), возможность оперативного анализа затрат, возможность анализа причин отклонений от плана, определение наиболее рентабельных видов продукции).
- Организация хранения и перемещения материалов (повышение эффективности при одновременном снижении трудоемкости, повышение качества обслуживания, более точный и оперативный контроль).
- Учет и управление финансами (доступность точной и своевременной финансовой информации, оптимизация финансовых взаимоотношений с поставщиками и потребителями).

Косвенные результаты внедрения – улучшения от воздействия системы, о которых мы можем говорить достаточно условно. Эти улучшения являются следствием воздействия прямых факторов на предприятие. К этим факторам, в первую очередь, относятся преимущества, полученные предприятием в борьбе за рынок [2].

Список литературы

1. Гвоздиков А.В. Автоматизированные информационные системы и их технологии [Текст] / А.В. Гвоздиков. – Издательство: Москва : ИНФА – М, 2018. – 575 с.
2. Карминовский М.Н. Информационные системы в экономике [Текст] / М.Н. Карминовский, В.А. Черниковский. – Изд. : Москва : финансовая статистика, 2018. – 37 с.
3. Дутов А.И. Использование информационно-коммуникационных технологий для обеспечения задач повышения квалификации специалистов АПК / Дутов А.И., Миронов А.Л., Манохина Л.А., Белогурова Н.А., Пузанова Л.А. // В сборнике: Дополнительное профессиональное образование агропромышленного комплекса: научное обеспечение. Материалы II Международной научно-практической конференции «Андреевские чтения». Москва, 2021. С. 159–165.

Кузьмичева Т.Г.¹, к.ф.-м.н., доцент, **Голованова Е.В.²**, к.ф.-м.н., доцент
¹ФГАОУ ВО НИУ БелГУ, ²ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

РЫНОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

Аннотация: статья посвящена изучению рынка информационных технологий в России.

Ключевые слова: информационная система, информационная технология, сельскохозяйственная техника, анализ продаж продукции, бизнес-процессы, товар.

Kuzmicheva, T. G.¹, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, **Golovanova E.V.²**, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor,
¹Belgorod National Research University, ² Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

INFORMATION TECHNOLOGY MARKET IN RUSSIA

Abstract: the article is devoted to the study of the information technology market in Russia.

Keywords: information system, information technology, agricultural machinery, product sales analysis, business processes, goods.

Деятельность многих современных российских компаний динамична и многогранна. Следовательно, увеличение территориальной распределенности административных, производственных, торговых и складских подразделений, рост материальных, финансовых и информационных потоков значительно усложняют управление предприятием. Создание комплексных систем управления позволило повысить устойчивость компании в условиях рынка и сделать бизнес более прозрачным.

Развитие новых информационных технологий в России имеет свои широкие перспективы, базируясь на передовом мировом опыте. Оно определяется рядом факторов, создающих условия для ускорения информатизации, эффективного использования новых информационных технологий в государственном и негосударственном секторах экономики, развития отечественного сектора по производству новых информационных технологий. К числу таких факторов относятся:

- увеличивающаяся конкуренция со стороны аналогичных зарубежных предприятий;
- развитие технологических возможностей телекоммуникационной и компьютерной техники;

– необходимость все в большей мере учитывать индивидуальные запросы покупателей в связи с большой дифференциацией производимых товаров и услуг.

Анализируя тенденции развития рынка информационных технологий в России, можно увидеть, что в общей массе предлагаемых решений доля комплексных интегрированных систем неуклонно растет. Об этом свидетельствуют предложения фирм – разработчиков программного обеспечения, увеличение числа специализированных выставок, конференций, семинаров и иных тематических мероприятий.

Исторически так сложилось, что первыми в России появились и завоевали популярность относительно несложные «тиражные» системы, предназначенные для автоматизации отдельных задач: бухгалтерского учета, расчета заработной платы, управления персоналом, складского учета и т.д. Рациональным выбором для небольших предприятий по-прежнему являются «коробочные» решения (готовые, покупаемые в «коробке», программные продукты) для автоматизации отдельных задач, особенно если такие решения позволяют предприятию полностью автоматизировать работу ряда функциональных служб. Однако использование информационных технологий, ориентированных на решение отдельных задач, дает ограниченный эффект в повышении продуктивности бизнеса.

Сегодня на отечественном рынке информационного программного обеспечения представлены системы комплексной автоматизации предприятий, различные по идеологии построения, функциональным возможностям, срокам внедрения, сложности внедрения и эксплуатации, стоимости. Каждая из них способна в той или иной степени решать проблемы предприятия с учетом его отраслевых особенностей, размера и других факторов. В то же время причисление отдельных систем к классу ERP можно объяснить и маркетинговой тактикой производителей, обусловленной постепенным насыщением рынка традиционных бухгалтерских систем.

Имеющиеся сегодня на российском рынке системы управления предприятиями условно можно подразделить на два больших класса: большие системы и средние.

Наиболее эффективно и полно проблемы предприятий среди больших систем решают системы R/3 компании SAP AG, BAAN 4 компании BAAN и Oracle Applications компании Oracle. Они с успехом внедрены и эксплуатируются за рубежом, являются лидерами на международном рынке, обладают значительным жизненным циклом, но при этом требуются серьезные финансовые и человеческие ресурсы для их использования. В российских условиях применение подобных систем нередко затруднительно. Из-за высокой стоимости сегодня их могут позволить себе далеко не все отечественные компании, поэтому успешное внедрение этих систем носит единичный характер.

Средние системы представлены в основном решениями отечественных разработчиков, накопивших многолетний практический опыт в области как создания и продвижения тиражных учетных систем, так и выполнения комплексных проектов автоматизации. К ним можно отнести решения: БОСС-Корпорация («АйТи»), БЭСТ-Про («Интеллект-Сервис»), «Галактика» (корпо-

рация «Галактика»), «Парус» (компания «Парус»), «Флагман» (компания «ИН-ФО-СОФТ») и др. [1].

Перечисленные системы по своим функциональным возможностям приближаются к ERP-системам и способны достаточно полно удовлетворять потребности многочисленных российских предприятий в автоматизации. Как правило, в их состав российские разработчики включают развитые средства для автоматизации бухгалтерского учета, расчета заработной платы, управления персоналом, управления производством, автоматизации складского учета, организации в рамках предприятия целостного документооборота, проведения финансового анализа, бизнес-планирования.

R\3 от SAP AG. На сегодняшний день компания SAP лидирует среди независимых производителей бизнес-приложений и занимает 36% рынка программного обеспечения. Описание системы составляют основные модули: финансовая бухгалтерия; контроллинг; управление материальными потоками; техническое обслуживание и ремонт оборудования; продажа, отгрузка, фактурирование; система проектов; управление, планирование и контроль основных средств; управление персоналом.

Базовая система R\3 предоставляет набор функциональных возможностей для решения организационно-экономических задач, включая гибкое производство, планирование производственных мощностей и техническое обслуживание предприятия, систему сбыта, прием и исполнение заказов в условиях существования различных валют, языков, прочих особенностей, планирование и осуществление транспортных операций.

Oracle Applications от Oracle представляет собой набор из более чем 35 интегрированных приложений, в которые входят: приложения для управления финансами; приложения для управления материальными потоками; приложения для управления производством; приложения для управления проектами; приложения для управления персоналом; приложения для управления маркетингом. Данные программные модули для автоматизации всех аспектов деятельности предприятия.

BAAN IV от BAAN. Базовая система BAAN IV создана для комплексной поддержки системы управления предприятием. Все подсистемы конфигурируются под конкретные процедуры и задачи управления. Самое главное в системе – ее гибкость и функциональное наполнение. Состав базовой системы BAANIV представляет собой: программные инструментальные средства; производство; сбыт; снабжение; склады; сервис; финансы; транспорт; проект; организатор.

Несомненным плюсом системы является то, что она легко может быть адаптирована к любому пользовательскому интерфейсу. Доступ к базе данных системы возможен из любых прикладных программ. Программное обеспечение BAAN может применяться в широком диапазоне предприятий – от средних до самых крупных.

Система управления БОСС компании АйТи. Функциональные возможности комплексной интегрированной системы управления БОСС охватывают все основные бизнес-процессы организации: управление и бухгалтерский учет,

финансовый менеджмент; управление персоналом; логистика; маркетинг и продажи; управление производством; делопроизводство и документооборот. Система состоит из отдельных, полностью самостоятельных и в то же время интегрированных продуктов. Это позволяет создавать систему предприятия поэтапно, начиная с того функционального подразделения, автоматизация которого наиболее актуальна в настоящий момент.

Босс корпорация – полномасштабная система управления финансово-хозяйственной деятельностью, разработанная для крупных корпораций и торговых объединений. Состоит из четырех взаимодействующих подсистем (финансы, логистика, маркетинг и персонал). Эту систему отличает легкость настройки и адаптации, открытость исходных материалов, масштабируемость, надежность, ориентация на российскую специфику ведения учета.

Выбор той или иной системы управления в каждом конкретном случае определяется потребностями предприятия, существующими особенностями подготовки и выпуска продукции, опытом и квалификацией сотрудников и другими факторами. Этот выбор далеко не так очевиден, как может показаться на первый взгляд.

Практика свидетельствует, что приобретение мощных дорогостоящих систем не позволяет сразу решить все проблемы. В то же время успешное внедрение комплексной системы «среднего класса» на предприятии дает возможность сделать его работу более прозрачной, преодолеть многие барьеры между подразделениями, скоординировать их деятельность и в результате повысить эффективность функционирования компании в целом.

Успех или неудача комплексной автоматизации предприятия, как в России, так и за рубежом [2], в значительной степени зависит от готовности руководства к коренным организационным преобразованиям и созданию эффективных внедренческих команд, облеченных необходимыми полномочиями. Успешное развитие современного бизнеса немислимо без активного применения новейших информационных технологий. Успешность ведения бизнеса определяется квалификацией предпринимателя, главного менеджера, бухгалтера и т.д., знанием запросов потребителей и пониманием ситуации на рынке.

Список литературы

1. Федоров Б., Макаренко В. Внедрение информационных технологий в систему управления предприятием // Персонал Микс. – 2002. – №1.
2. Карпов Д.В. Опыт применения информационных технологий управления на предприятиях России и за рубежом. Информационные технологии в России. М. : Центр исследований и статистики науки, 2001.

Левченко З.Н., учитель, МБОУ «Головчинская СОШ с УИОП»
Мартынов Е.А., к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород

ПРИМЕНЕНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Аннотация: Стремительное развитие VR не могло обойти стороной образовательные и научные процессы. Широкое применение технологий виртуальной реальности делает процесс обучения более доступным и интересным. Значительным преимуществом использования VR в образовательном процессе является формат обучения, построенный в игровой форме, он увлекает человека сильнее.

Ключевые слова: VR, образование, тренажер, VR симулятор.

Levchenko Z.N., teacher, MBOU «Golovchinskaya school with UIOP»
Martynov E.A., Martynov E.A., Ph.D., Associate Professor Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

APPLICATION OF VR TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Abstract: The rapid development of VR could not ignore educational and scientific processes. The widespread use of virtual reality technologies makes the learning process more accessible and interesting. A significant advantage of using VR in the educational process is the learning format, built in a playful way, it fascinates a person more.

Keywords: VR, education, simulator, VR simulator.

Преобразование структуры учебного процесса в направлении широкого использования в нем дидактической техники, обладающей функцией обратной связи и заменяющей педагога на ряде этапов учебного процесса – важнейшая в настоящее время тенденция совершенствования данного процесса во всех типах учебных заведений. Исходя из этого, следует быть готовыми к изменению методики, функций педагога в условиях внедрения в обучение автоматизированных систем на базе электронно-вычислительных машин.

В последние годы все шире происходит внедрение в учебный процесс обучающих программ. Особое внимание привлекают новые средства обучения, что обусловлено их значительно большей эффективностью по сравнению с другими средствами обучения. Применение компьютерных обучающих программ позволяет:

1. повышается качество обучения за счет:

1.1. индивидуализации обучения, – индивидуальный темп и метод обучения, адаптация системы к исходному уровню знаний обучаемого, характеру и причинам ошибок, особенностям мышления обучаемого.

1.2. анализа предыстории обучения и ее учета при организации последующего обучения, учета психофизиологических характеристик обучаемых путем тестирования.

1.3. постоянного индивидуального контроля качества знаний на каждом этапе обучения, при этом увеличивается объективность контроля знаний.

2. сокращается время обучения за счет:

2.1. уменьшения времени на технические операции, – выполнение вычислений, контроль правильности ответов, обращение за справкой, помощью или разъяснением.

2.2. мгновенной реакции программной системы на допущенные ошибки.

2.3. индивидуализации темпа обучения, с учетом уровня знаний обучаемого.

2.4. адаптации к типу мышления обучаемого.

С точки зрения обучаемого применение компьютерных обучающих программ повышает интерес к обучению, увеличивает мотивацию за счет новизны и сочетания более разнообразных и наглядных методов обучения в совокупности с традиционными [1, 2].

VR (виртуальная реальность) – инновационная технология, которая уже сейчас активно внедряется в образовательную сферу, преобразуя традиционные методы обучения. Все больше учебных заведений осознают потенциал VR и используют его в учебном процессе.

Использование VR в образовании открывает новые возможности для обучающихся, позволяя им взаимодействовать с виртуальными объектами и мирами, создавать свои собственные учебные исследовательские проекты и эксперименты. Одним из ключевых преимуществ VR в учебе является возможность создания иммерсивной обучающей среды, в которой студенты полностью погружаются в виртуальную реальность и получают уникальный опыт.

Также VR может быть использована в обучении естественным наукам, где обучающиеся могут исследовать различные экосистемы, проводить виртуальные эксперименты и наблюдения, что позволяет им лучше понять и запомнить сложные научные концепции.

Одним из самых уникальных аспектов использования VR в учебе является возможность обучения на расстоянии. VR технологии позволяют студентам и преподавателям быть в одном виртуальном пространстве, несмотря на физическое удаление. Это устраняет преграды времени и расстояния, позволяя людям из разных уголков мира обмениваться знаниями и опытом, а также участвовать в коллективных проектах и дискуссиях.

VR-технологии дают возможность смоделировать любую механику действий или поведение объекта, решать сложные математические задания в игровой форме.

Одним из примеров VR тренажера является разработанный программный продукт представленный на рисунке 1 [3]. Тренажер предназначен для исследования поведения вязких жидкостей.

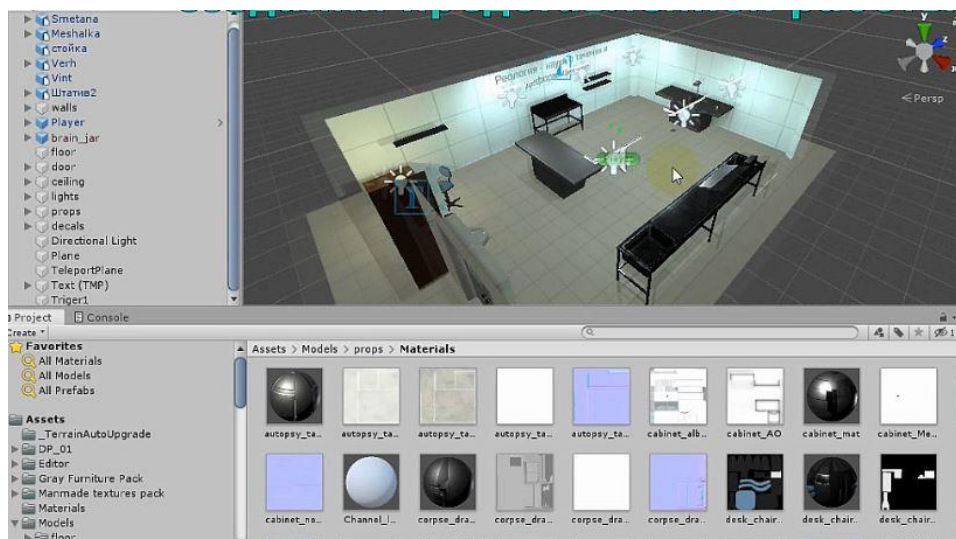


Рис. 1 – Расположение объектов на сцене

Создание VR-тренажеров сопряжено с решением следующих задач: создание реалистичных 3D моделей объектов, с которыми будет взаимодействовать обучающийся; программное описание поведения объектов с учётом математического моделирования.

Технологии виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности внедряются в российские школы и вузы медленно. Причина и в высоких ценах на оборудование, и в ограничениях СанПиН, и в нехватке подходящего для образовательных задач VR- и AR-контента [4].

Для работы в дополненной реальности во многих случаях достаточно приложения на смартфоне. Телефоны в образовательных целях использовать в школах, правда, нельзя. Кое-где их уже начинают заменять планшетами, которые выдают ученикам специально для учёбы, но процесс это небыстрый.

С виртуальной реальностью всё ещё сложнее. VR-гарнитуры и подходящие для работы с ними компьютеры есть далеко не в каждой школе. В скольких именно – оценить сложно.

Список литературы

1. Мартынов Е.А. Обучающая программа по дисциплине инженерная реология // Современные проблемы инновационного развития агроинженерии. Материалы международной научно-производственной конференции в 2 частях. Белгород, 2012. С. 3.
2. Виртуальная реальность в образовании [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://hsbi.hse.ru/articles/virtualnaya-realnost-v-obrazovanii/>.
3. VR симулятор для исследования вязкости / Мартынов Е.А., Саенко Ю.В., Макаренко А.Н., Борозенцев В.И. // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022614619, 23.03.2022. Заявка № 2022613641 от 15.03.2022.
4. VR-тренажёры, виртуальные лаборатории и учебники с дополненной реальностью в школе и вузе [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/education/kak-v-shkolakh-i-vuzakh-uchat-s-pomoshchyu-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti/>.

Ломакина О.М.¹, студентка магистратуры, **Ломазов В.А.**², д.ф.-м.н., проф.
¹ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ²ФГАОУ ВО НИУ БелГУ, Белгород, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАТФОРМЫ MOODLE КАК ЦИФРОВОЙ ФАКТОР, ПОВЫШАЮЩИЙ МОТИВАЦИЮ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Аннотация: В статье рассматривается проблема отсутствия мотивирующего фактора при обучении студентов в цифровой образовательной среде вуза. Проведен анализ встроенного функционала обучающей платформы Moodle и опыта его применения в учебном процессе. Разработаны технические рекомендации для оптимизации работы модуля.

Ключевые слова: moodle, журнал оценок, мотивация обучающегося, система управления обучением.

Lomakina O.M.¹, master's student, **Lomazov V.A.**², Doctor of Physical and Mathematical Sciences, prof.

¹Belgorod State Agricultural University, ²Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

USING THE MOODLE PLATFORM ASSESSMENT MODULE AS A DIGITAL FACTOR THAT INCREASES STUDENTS' MOTIVATION

Abstract: The article examines the problem of the lack of a motivating factor when teaching students in the digital educational environment of a university. An analysis of the built-in functionality of the Moodle learning platform and of the experience of its use in the educational process was carried out. Technical recommendations have been developed to optimize the operation of the module.

Key words: moodle, grade book, student motivation, learning management system.

В современном мире с его быстрым техническим и экономическим ростом повысилась потребность в высококвалифицированных специалистах. На рынке труда возрос спрос не только на количество, но и на качество знаний выпускников [1]. Поэтому важным вопросом для вузов остается качественное образование как важный фактор в сохранении конкурентоспособности и престижа. Для достижения таких целей недостаточно иметь хорошее материально-техническое обеспечение образовательного процесса, также необходимо разработать стратегию стимулирования и повышения мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов [2], а в дальнейшем работников [3]. В рамках ограниченного бюджета данная проблема становится актуальной.

Одним из элементов внешней мотивации студента (а также учащегося системы повышения квалификации [4, 5, 6]) является оценка его учебной деятельности, ее контроль и объективность.

В последнее время активно внедряется балльно-рейтинговая система оценки успеваемости в вузах, что влияет на мотивацию студента. Большинство учебных заведений на данный момент активно используют систему управления обучением Moodle, позволяющая обеспечить полноценный учебный процесс с качественным образовательным контентом, системой мониторинга и оценки качества знаний [6], рейтинговую систему оценки успеваемости обучающихся. Но не весь функционал платформы Moodle задействован. Например, фиксирование знаний аудиторных занятий осуществляется только на бумажном носителе, что уменьшает контроль успеваемости как со стороны обучающегося, так и со стороны его родителей. Данная ситуация снижает ответственность и, в свою очередь, мотивацию студента. Результаты балльно-рейтинговой системы рассчитываются вручную, что повышает загруженность преподавателя. Обучающиеся не имеют круглосуточного прямого доступа к результатам освоения дисциплины. Зачастую о своей успеваемости они узнают на сессии. Из-за низкой компетентности администраторов платформы Moodle не весь функционал данной системы бывает задействован в учебном процессе. Специалисты не вдаются в тонкости настройки модулей, полагаются на установки по умолчанию, игнорируя мощный потенциал платформы.

Для решения проблемы мотивации предлагаем использовать модуль «Оценки» LMS Moodle. Этот модуль позволяет отображать данные по результатам оценивания структурных единиц электронного контента учебного курса и выводить статистику. Все контрольные точки курса, такие как лекции, практические занятия, лабораторные занятия, тестирование, форум, глоссарий, автоматически отображаются в журнале оценок. При грамотной настройке модуль выводит полноценную и понятную отчетность по успеваемости.

Данный модуль включает в себя следующие пункты:

- настройка журнала оценок;
- настройка оценок курса;
- настройка отчета по оценкам.

В ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ внедрена балльно-рейтинговая система и разработаны методические указания по настройке модуля оценок электронного курса. Основной алгоритм работы наших сотрудников заключается в следующем.

Преподаватель курса формирует учебно-методический комплекс с контрольными точками, в которые закладывается балльно-рейтинговая система. При этом оцениваемые учебные элементы полностью соответствуют рабочей программе дисциплины. В процессе проведения аудиторных или дистанционных занятий преподаватель выставляет оценку в каждую контрольную точку, при условии, что данный элемент настроен на ручное оценивание. Или оценивание происходит в автоматическом режиме при работе студента с учебным элементом.

В модуле «Оценки» настраиваются категории, в которых размещаются контрольные точки в соответствии с балльно-рейтинговой системой. В свою очередь, в категории вводятся формулы, благодаря которым автоматически выводятся данные по выставленным баллам. Для этого настраиваются максимальные и проходные баллы оцениваемых элементов и их идентификаторы. Введение проходного балла в настройках контрольной точки позволит отображать в журнале оценки ниже проходного балла красным цветом, а выше – зеленым цветом, что упрощает навигацию по результатам.

Выстраивается четкая структура, как самих категорий, так и оцениваемых элементов, так как это так же влияет на уровень навигации по ресурсу. Студенту и преподавателю при таком подходе легко ориентироваться в журнале. Например, в ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ выстраивается каскадная структура рейтингов, позволяющая быстро переходить между режимами отображения баллов по итогам и по конкретным оцениваемым элементам.

Особое внимание уделяется настройкам вида журнала оценок, которые влияют на отображение данных для конечного пользователя, что может повлиять на его мотивацию. Маловажные на первый взгляд функции, которым не придают значения, имеют в совокупности большое влияние на функционирование электронного курса в целом.

Во вкладке «Настройка оценок курса» следует активировать следующие настройки:

- в пункте «Расположение итогового столбца» указать параметр «в начале», что выставит объективную информацию о сумме заработанных баллов за курс в поле зрения пользователя;

- в пункте «Формат представления оценки» следует указать параметр «значение», что позволит студенту увидеть только полученный балл без лишней информации;

- в пункте «Знаков после запятой» следует указать значение 2, так как сотые доли оценки в сумме могут повлиять на итоговую оценку за курс;

- в пункте «Режим отображения рейтинга» выставить параметр «Показать». Это позволит отобразить для каждого элемента оценивания положение студента по отношению к другим участникам курса, что является весомой мотивацией и включает в курс элементы соперничества.

- в пункте «Отображать диапазон» выставить параметр «показать», который позволит студенту видеть максимальные баллы по каждому оцениваемому элементу и прилагать усилия для достижения более высокой оценки.

После настройки параметров модуля «Оценки» студенту будет доступна актуальная информация по своей успеваемости по конкретной дисциплине.

Настройка модуля «Оценки» позволит повысить степень ответственности и мотивацию студентов, так как предоставит круглосуточный доступ обучающимся и их родителям к информации о процессе обучения и итоговым суммам баллов, включит в учебу состязательные составляющие и сделает прозрачным оценивание результатов выполнения заданий. Именно постоянный мониторинг результатов учебной аудиторной или дистанционной деятельности позволит

студенту контролировать ситуацию и вовремя прилагать усилия для достижения результата. Отображение текущего состояния успеваемости позволит преподавателю без лишней ручной работы вовремя обратить внимание на учащихся с низкой успеваемостью. Включение дополнительных настроек модуля позволяет организации сэкономить, отказавшись от внедрения стороннего программного продукта, уменьшить трудоёмкость мониторинга успеваемости, сделать процесс получения промежуточного среза данных быстрым и точным.

В свою очередь введение данного модуля требует от преподавателя продуманного формирования учебно-методического комплекса, адекватную систему оценивания заданий и его своевременность. Грамотная настройка модуля администраторами системы управления обучением Moodle обеспечит полноценность и корректность отображаемых данных. Также потребуются разработка унифицированной формы архитектуры электронного курса и журнала для масштабного мониторинга успеваемости.

Список литературы

1. Цеханович Д.Б., Шевченко Д.С. Профессиональная подготовка высококвалифицированного специалиста в современном вузе // Молодой ученый. – 2021. – № 45 (387). – С. 250–254.
2. Мормужева Н.В. Мотивация обучения студентов профессиональных учреждений // Педагогика: традиции и инновации: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, декабрь 2013 г.). – Челябинск: Два комсомольца, 2013. – С. 160–163.
3. Ломазов В.А., Прокушев Я.Е. Процедура поддержки принятия кадровых решений с учетом мотивации работников // Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – № 4 (355). – С. 2–10.
4. Использование информационно-коммуникационных технологий для обеспечения задач повышения квалификации специалистов АПК / А.И. Дутов, А.Л. Миронов, Л.А. Манохина [и др.] // Дополнительное профессиональное образование агропромышленного комплекса: научное обеспечение : Материалы II Междунар. научно-практ. конф. «Андреевские чтения», Москва, 23 февраля 2021 г. – М. : Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, 2021. – С. 159–165.
5. Цифровизация дополнительного профессионального образования в АПК: Состояние и направления развития / А.В. Косов, А.И. Дутов, А.Л. Миронов, С.Ю. Харламов // Цифровизация отраслей АПК и аграрного образования: Материалы III Междунар. научно-практ. конф., Москва, 20 января 2022 г. – М. : Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, 2022. – С. 129–134.
6. Метликин М.А., Ткаченко Ю.В. Применение системы управления обучением Moodle в учреждениях высшего профессионального образования // Современные научные исследования и инновации. 2021. № 12.

Острась Е.С.

МОУ «Майская гимназия», Майский, Россия

**МЕЖСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД КАК МОДЕЛЬ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
ДИСЦИПЛИН ЕСТЕСТВЕННОНАУНОГО БЛОКА:
ОПЫТ АПРОБАЦИИ МЕТОДИК**

Аннотация: Разработана программа для ЭВМ «Элементы кинематики движения», проведена апробация на базе МОУ «Майская гимназия». По результатам исследования получен документ Федерального института промышленной собственности.

Ключевые слова: алгоритм, программа, робот, кинематика.

OSTRAS E.S.

Maiskii Gimnasium, Maiskii, Russia

**INTERSYSTEM APPROACH AS A MODEL FOR STUDYING NATURAL
SCIENCE DISCIPLINES: EXPERIENCE OF TESTING METHODS**

Abstract: A computer program *Components of motion kinematics* has been developed and tested on the basis of the municipal educational institution “Maiskii Gimnasium”. According to the results of the study, a document from the Federal Institute of Industrial Property has been obtained.

Keywords: algorithm, program, robot, kinematics.

В настоящее время особо востребован стал междисциплинарный подход, подразумевающий использования методологии нескольких направлений естественнонаучного блока (физика, биология, информатика) [1-3]. Базовой составляющей подобного дидактического подхода в свое время стало Научное обществе юных естествоиспытателей природы под руководством учителя биофизики и биохимии Капустина Р.Ф. (МОУ «Майская гимназия», Майский, Белгородская область) [4-5]. Одним из результатов данной плодотворной деятельности стала разработка одного из элементов алгоритма блока программ, которая может стать базовой в разработке практической части школьного курса робототехники. В рамках данной системы был использован набор LEGO MIND-STORMS Education, главным элементом которого является модуль EV3, представляющий собой программируемый интеллектуальный модуль, управляющий моторами и датчиками и обеспечивающий беспроводное подключение. При этом можно выбирать, какие узловые части (моторы и (или) датчики) будут использоваться в дальнейшем, предопределяя функциональное содержание будущего робота.

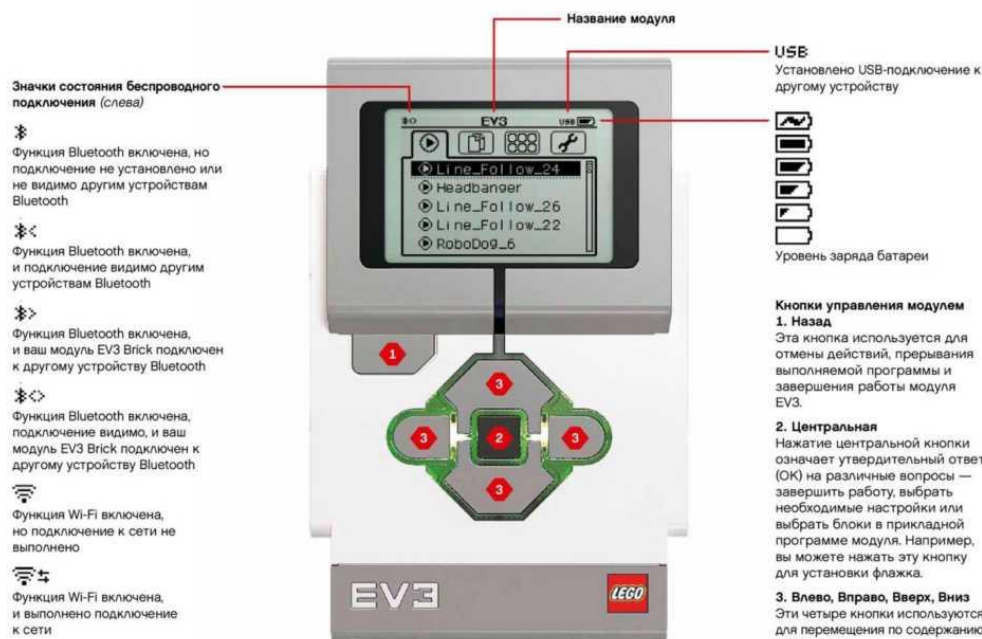


Рис. 1 – Экран показывает, что происходит внутри модуля EV3, и позволяет использовать интерфейс модуля. Также он позволяет добавлять текст и числовые или графические ответы в вашу программу или эксперименты. Кнопки управления модулем позволяют перемещаться по интерфейсу модуля EV3. Их также можно использовать в качестве программируемых активаторов. Пример создания программы, состоящей из модулей. Начинается программа установкой кнопки запуска. Далее кнопке запуска добавляем включение и параметры большего мотора.

Написанная программа предназначена для конструктора, состоящего из стандартного набора LEGO, в который входит более 600 элементов, датчиков, моторов различного применения, сервоприводов (мотор с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения) и программируемого контроллера. С помощью элементов данного комплекта можно собрать робота и запрограммировать его на выполнение определенных действий. Программирование контроллера осуществляется в среде программирования EV3 LEGO Mindstorms.

Модуль EV3 поставляется с установленным на нем программным приложением. Аналогичное программное обеспечение, устанавливается на домашний ПК. В среде EV3 была создана собственная программа. После написания и отладки алгоритма программируется модуль EV3. И следующим этапом было непосредственное выполнение программы роботом (движение вперед-назад, остановка перед препятствием). На основе проведенного исследования получен охраноспособный документ Федерального института промышленной собственности [3].

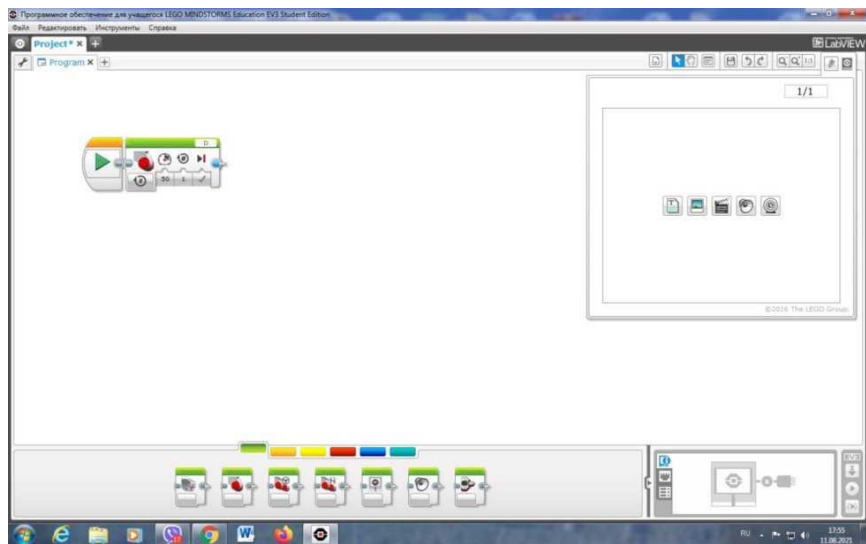


Рис. 2 – Добавляем конец цикла вращения мотора, давая тем самым сигнал на изменение направления движения

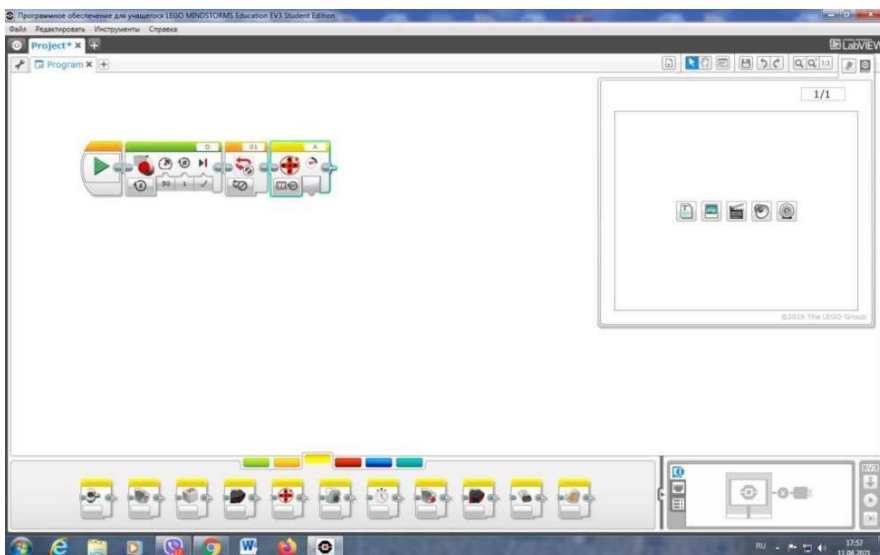


Рис. 3 – Вводим переменную вращения мотора и добавляем звуковой сигнал из коллекции сигналов, тем самым визуализируя выполнение функции

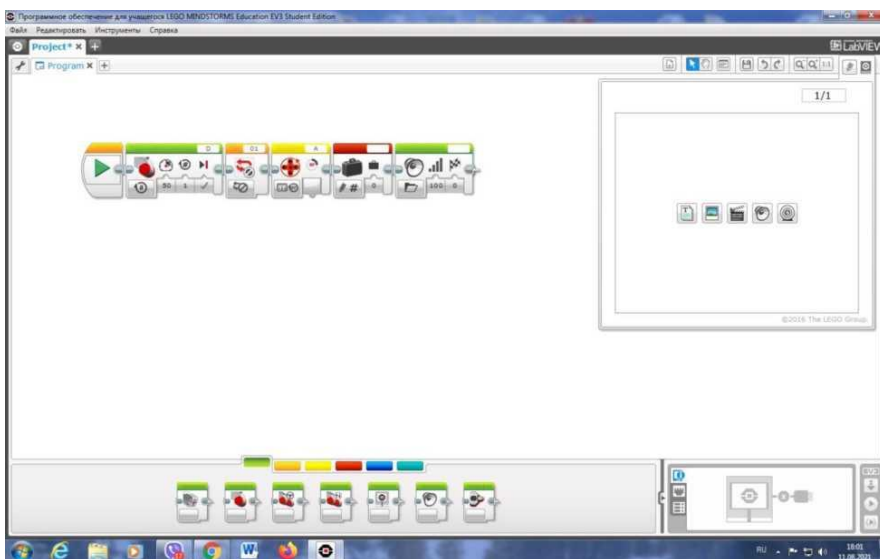


Рис. 4 – Завершаем написание модульной программы кнопкой остановки. Таким образом, локализуя систему воспроизведения данной задачи

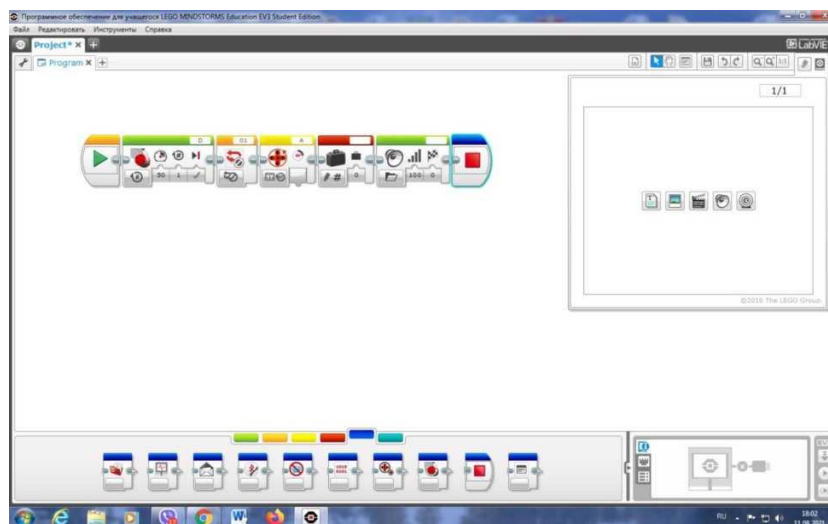


Рис. 5 – Возможны различные варианты комплектации модулей программы, позволяющий расширить диапазон возможной адаптации согласно цели и задачам реализации варианта



Рис. 6 – Апробация разработанной компьютерной программы для ЭВМ [3] в рамках Научного общества юных естествоиспытателей природы (МОУ «Майская гимназия»).

Список литературы

1. Капустин Р.Ф. Биофизика, биохимия и молекулярная биология / Р.Ф. Капустин, Н.Ю. Старченко. – Майский : БГСХА, 2011. – 271 с.
2. Капустин Р.Ф. Информационные технологии / Р.Ф. Капустин, И.М. Заболотная, Н.Ю. Старченко. – Майский : БГАУ, 2021. – 246 с.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021664827 Российская Федерация. «Элементы кинематики движения» / Капустин Р.Ф., Острась Е.С.; правообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – № 2021617096; заявл. 12.05.2021; зарегистр. 14.09.2021.
4. Ульянцева В.В. Апробация формата площадок-новаторов в сфере образования: региональный аспект изучения / В.В. Ульянцева, Р.Ф. Капустин // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. – Майский : БГАУ, 2020. – Т. 2. – С. 71–72.
5. Ульянцева В.В. Методическая составляющая в формировании прикладной технологии элемента социокультурного комплекса / В.В. Ульянцева, Р.Ф. Капустин // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке. – Майский : БГАУ, 2022. – Т. 3. – С. 194–195.

Пестов Г.Д., студент магистратуры, **Игрунова С.В.**, к.с.н, доцент,
Федоров В.И., к.т.н, доцент
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет», Белгород, Россия

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ПРОВЕРКИ КАЧЕСТВА СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

Аннотация: В настоящее время генерирование случайных чисел играет важную роль в компьютерных системах, обеспечении надежности работы машин, а также во множестве информационных процессов и задачах. Все процессы, в которых применяется генерирование случайных чисел, объединяет одно – потребность в использовании наиболее качественного случайного распределения. Данная статья посвящена разработке мобильного приложения для генерирования случайных чисел методом Макларена-Марсальи, а также проверки их качества с помощью критерия Колмогорова и проведения теста длины серий нулей.

Ключевые слова: случайные числа, генератор случайных чисел, метод Макларена-Марсальи, критерий Колмогорова, тест длины серий нулей, Android.

Pestov G.D., master's student, **Igrunova S.V.**, Ph.D., Associate Professor,
Fedorov V.I., Ph.D., Associate Professor,
Belgorod State Research University, Belgorod, Russia

DEVELOPMENT OF THE MOBILE APPLICATION FOR GENERATING AND CHECKING THE QUALITY OF RANDOM NUMBERS

Abstract: Nowadays, generation of random numbers plays an important role in computer systems, ensuring machine reliability, as well as in a variety of information processes and tasks. All processes in which random numbers generation is used has one thing in common – the need to use the highest quality random distribution. This article is devoted to the development of the mobile application for generating random numbers using the McLaren-Marsaglia method, checking its quality using the Kolmogorov criterion and the zero-run length test.

Keywords: random numbers, random number generator, McLaren-Marsaglia method, Kolmogorov criterion, test of the length of runs of zeros, Android.

Сегодня, в связи с активным внедрением интернет-технологий в нашу жизнь и бурным ростом информационных технологий, в современных задачах компьютерного моделирования, на которые оказывается воздействие случайных факторов, возникает потребность в использовании генерирования некой последовательности случайных чисел. Данные числа должны соответствовать требованиям исследуемого объекта или процесса, а также условиям их функци-

онирования, то есть распределены по определенному закону. Сгенерированные последовательности случайных чисел используются для формирования криптографических ключей, паролей, а также кодов для шифрования данных и тестирования программных продуктов.

Учитывая вышесказанное, в большинстве исследуемых информационных процессов необходимо применение наиболее качественного генератора случайных чисел, в котором используется наиболее удачный метод генерации. Одним из них является метод Макларена-Марсальи, качество которого доказывается с помощью критерия Колмогорова, а также проведения теста длины серий нулей для проверки независимости случайных чисел.

Целью работы является реализация алгоритма генерирования и проверки качества случайных чисел за счет разработки программного обеспечения, предназначенного для мобильного устройства, работающего на операционной системе Android.

Для работы программного обеспечения необходимо конечное устройство, с которым сможет взаимодействовать пользователь, в случае данной работы – смартфон или планшетный компьютер на Android.

Выбранные средства разработки:

- язык программирования: Kotlin;
- среда разработки: Android Studio.

Фрагмент разработанного модуля с алгоритмом, реализующим генерацию последовательности случайных чисел методом Макларена-Марсальи представлен на рисунке 1.

```
//Генерирование последовательности случайных чисел методом Макларена-Марсальи
private fun methodMM(): Double {
    //Сгенерированная 1-ая случайная последовательность
    val gen1 = DoubleArray(A.toInt())
    //Генерирование 1-ой случайной последовательности
    for (i in 0 until A.toInt()) {
        gen1[i] = Random.nextDouble()
    }
    //Случайное число 1-ой последовательности
    val rn1: Double = Random.nextDouble()
    //Случайное число 2-ой последовательности
    val rn2: Double = Random.nextDouble()
    val M: Int = (rn2 * A.toInt()).toInt()
    val res: Double = gen1[M]
    gen1[M] = rn1
    return res
}

//Сгенерированная последовательность случайных чисел методом Макларена-Марсальи
private fun generateRN(): DoubleArray {
    val genRN = DoubleArray(N.toInt())
    for (i in 0 until N.toInt()) {
        genRN[i] = methodMM()
    }
    return genRN
}
```

Рис. 1 – Генерирование случайных чисел методом Макларена-Марсальи

Для начала разработки программного обеспечения к проекту необходимо подключить необходимые библиотеки для написания кода его функционала. Из основных библиотек можно выделить `kotlin.math`, которые необходимы для математических операций, `kotlin.random` – для генерации случайных чисел, а также `github.mikephil.charting` – для построения и отображения диаграммы распределения сгенерированной последовательности случайных чисел.

После подключения необходимых библиотек необходимо создать макет визуального отображения запущенного приложения на мобильном устройстве после завершения компиляции проекта.

Разработанное мобильное приложение должно соответствовать следующим требованиям: Приложение должно быть совместимо с версиями операционной системы Android начиная с Android 5.0 Lollipop, являющейся старшей из поддерживаемых в настоящее время компанией Google; Все данные приложения должны централизованно храниться в хранилище данных; Взаимодействие с системой должно происходить на языке, выбранном в системных настройках устройства пользователя; Приложение должно масштабировать интерфейс на устройствах с различной диагональю экрана.

В предлагаемом приложении реализованы следующие опции: отображение полей для ввода необходимых данных генерации и проверки случайных чисел; отображение полей для вывода результатов генерации и проверки случайных чисел; генерирование последовательности случайных чисел методом Макларена-Марсальи; расчёт математического ожидания и дисперсии сгенерированной последовательности; проверка качества сгенерированной последовательности критерием Колмогорова; проверка независимости случайных чисел сгенерированной последовательности с помощью проведения теста длины серий нулей; формирование диаграммы распределения сгенерированной последовательности по количеству участков разбиения.

Фрагмент окна приложения для ввода необходимых данных генерации и проверки случайных чисел представлен на рисунке 1.

16:39

**ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ
МЕТОДОМ МАКЛАРЕНА-МАРСАЛЬИ**

Исходные данные

Объем выборки:

Размер 1-ой случайной подборки чисел:

Данные тестирования

Разделительный элемент:

Значение квантиля распределения:

Данные диаграммы

Кол-во участков разбиения диаграммы:

Генерация

Рис. 1 – Ввод необходимых данных

Фрагмент окна приложения для отображения результатов генерации и проверки случайных чисел представлен на рисунке 2.

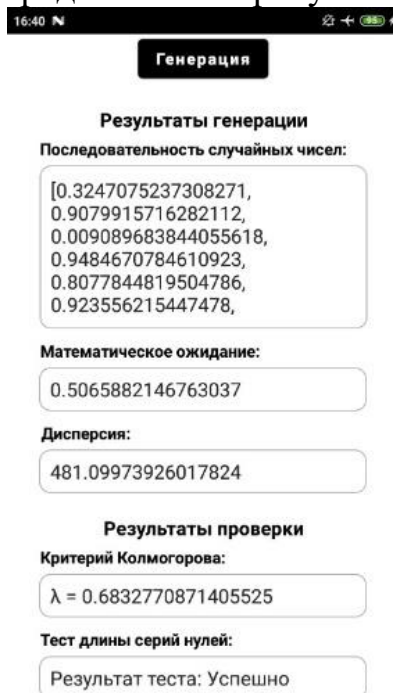


Рис. 2 – Результаты генерации и проверки качества случайных чисел

В дополнении к генерации случайных чисел методом Макларена-Марсальи и их проверке с помощью критерия Колмогорова и проведения теста длины серий нулей, в разработанном приложении также реализована возможность построения диаграммы распределения сгенерированной последовательности случайных чисел по заданному количеству участков разбиения.

Фрагмент окна приложения для отображения построенной диаграммы распределения сгенерированной последовательности случайных чисел по заданному количеству участков разбиения представлен на рисунке 3.

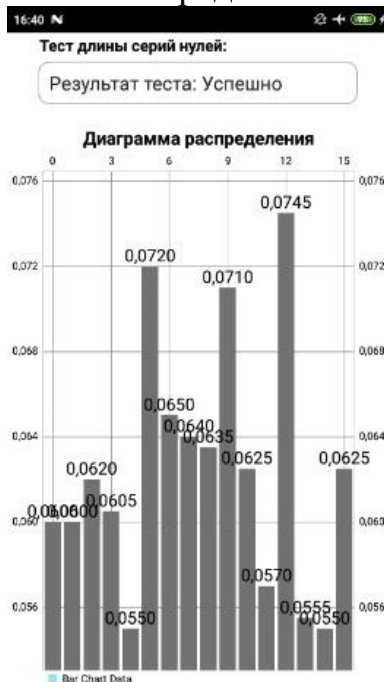


Рис. 3 – Диаграмма распределения сгенерированной последовательности

В результате проведенного анализа потребности применения генерирования случайных чисел, авторами статьи было разработано мобильное приложение-генератор случайных чисел методом Макларена-Марсальи, предназначенное для мобильного устройства, работающего на операционной системе Android. Из перспектив развития разработанного программного обеспечения можно выделить его портирование на операционную систему iOS, являющейся второй по популярности после Android.

Список литературы

1. Градов В.М., Овечкин Г.В., Овечкин П.В., Рудаков В.И. Компьютерное моделирование: Учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, В.И. Рудаков – Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2019. – 26–63с.
2. Акопян А. Зачем нужны генераторы случайных чисел? – Текст: электронный // Нескучные технологии: [сайт]. – URL: https://itcrumbs.ru/zachem-nuzhny-generatory-sluchajnyh-chisel_69396 (дата обращения: 02.11.2023).
3. Романков С.В., Методы генерации псевдослучайных чисел – Текст: электронный // Молодой ученый: [сайт]. – URL: <https://moluch.ru/archive/428/94534/>.
4. Шниер М. Толковый словарь компьютерных технологий / М. Шниер – ДиаСофт, 2000. – 720с.
5. Ковалев А.В. Реализация генераторов случайных чисел, Том 12 / А.В. Ковалев – Научная сессия МИФИ, 2007. – 176–177 с.

Пушкарева Т.Э., преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, Россия

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ КУЛЬТУРНО-МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА

Аннотация: исследованы принципы организации студенческих научных конференций. Установлено, что студенческие научные конференции являются неотъемлемой частью учебного процесса и имеют различные формы и виды проведения.

Ключевые слова: управление учебным процессом, культурно-массовые мероприятия, научные конференции.

Pushkareva T.E., Specialist of the Scientific Research Department of the Science and Research Management
Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia

AUTOMATION OF ACCOUNTING IN ORGANIZING CULTURAL AND MASS EVENTS FOR UNIVERSITY STUDENTS

Abstract: The principles of organizing student scientific conferences are studied. It is established that student scientific conferences are an integral part of the educational process and have various forms and types of conduct.

Keywords: educational process management, cultural and mass events, scientific conferences.

В современных реалиях информационные технологии являются едва ли не самым важным фактором определения развития других областей в жизни человека. В наши дни информационные технологии обеспечивают обработку и исследование данных, их анализ и систематизацию, а также обновление и хранение.

Проведение культурно-воспитательной работы со студентами играет важную роль в процессе их обучения – способствует формированию гармоничной личности, развитию творческого мышления и самовыражения, а также помогает студентам находить баланс между учебной, личной жизнью и интересами. Важно создавать условия для культурного обогащения студентов, организации мероприятий, направленных на развитие творческих способностей, уважения к культурному наследию и взаимопонимания между различными культурными группами. Такая работа способствует формированию толерантности, критического мышления и социальной ответственности студентов, а, значит, и будущих работников, от которых во многом зависит успешность деятельности предприятий и организаций [1].

Культурно-воспитательная работа также способствует формированию активной гражданской позиции студентов, помогает им осознать свою роль в обществе и развивать навыки коммуникации и сотрудничества. Важно создавать возможности для участия студентов в культурных мероприятиях, клубах, художественных

выставках, концертах, театральных постановках и других творческих и интеллектуальных проектах. Такие мероприятия не только способствуют раскрытию творческого потенциала студентов, но и способствуют развитию их личности в целом. Они помогают студентам отдохнуть от учебы, обогатить свой внутренний мир и укрепить духовные ценности [2].

Для автоматизации учета при организации культурно-массовых мероприятий для студентов ВУЗа предлагается использовать современные информационные технологии и программные средства. Предлагаемые меры включают в себя создание онлайн-платформы для централизованной регистрации участников и учета их участия, возможно даже разработку мобильного приложения для обеспечения удобного доступа и мониторинга событий, применение технологий идентификации (QR-кодов, NFC, RFID) для автоматической регистрации посещаемости, интеграцию с системами управления контентом для эффективного управления информационными ресурсами, использование систем электронных билетов для оптимизации процессов регистрации и контроля посещаемости, поддержку проведения социологических опросов [3].

Существуют системы, позволяющие автоматизировать организационную деятельность в ВУЗе, такие как студенческий портал, сайт университета с объявлениями о мероприятиях и сообщества в социальных сетях с разделами о мероприятиях и сообщества в социальных сетях для информационной поддержки культурно-массовых мероприятий и научных конференций.

Тем не менее, специализированная информационная система для учета и планирования культурно-массовых мероприятий и научных конференций может предложить более целенаправленный и структурированный подход к учету и организации таких мероприятий. Она может содержать дополнительные возможности, например, автоматизацию процесса регистрации и учета участников, подробную статистику и отчетность о проведенных мероприятиях, возможности генерации расписания и уведомлений и другие специфические функции, которые не всегда предусмотрены в обычных студенческих порталах или на сайтах университета.

Таким образом, система, ориентированная именно на культурно-массовые мероприятия и научные конференции, может глубже интегрироваться в учебный процесс и воспитательную работу в вузе, создавая эффективные и удобные инструменты для планирования и учета разнообразных мероприятий.

Рассмотренная существующая система обладает рядом недостатков, основным из которых является отсутствие привязки культурно-массовых мероприятий к учебному процессу, что является серьезным недостатком существующей системы. Интеграция культурно-воспитательной работы с академическим процессом может повысить эффективность воздействия на студентов и создать более благоприятную обстановку для развития их творческих способностей.

Для разрешения этой проблемы могут быть предприняты следующие шаги:

1. Разработка культурных мероприятий, которые будут напрямую связаны с учебными программами и учебными предметами.
2. Вовлечение преподавателей в организацию культурных мероприятий, связанных с их областью знаний, их использование в качестве дополнительного образовательного инструмента.

3. Создание программ по развитию культурной грамотности студентов, включающих в себя посещение культурных мероприятий в рамках учебного процесса.

4. Проведение специальных проектов, направленных на взаимодействие студентов различных факультетов через участие в культурных мероприятиях.

Такие меры помогут интегрировать культурно-массовые мероприятия в образовательную среду, сделать их более познавательными и обогатить учебный процесс.

Таким образом, целью является разработка специальной информационной системы, которая поддерживала бы учет и анализ (например, с использованием методов агрегирования [4]) данных о культурно-массовых мероприятиях и научных конференций и была включена в общую ИТ-инфраструктуру корпоративной информационной системы вуза [5].

Разработка специальной информационной системы для учета культурно-массовых мероприятий и научных конференций в вузе представляется важным шагом в улучшении системы воспитательной работы.

Эта система может включать следующие функции:

1. Учет информации о планируемых и проводимых культурно-массовых мероприятиях, таких как выставки, театральные постановки, концерты, киносеансы и прочее.

2. Возможность регистрации научных конференций, симпозиумов, семинаров и других научно-образовательных мероприятий.

3. Организация календаря мероприятий с возможностью предварительного планирования и просмотра актуальной информации.

4. Возможность ведения статистических данных о посещаемости и участии студентов и преподавателей в мероприятиях.

Такая информационная система может улучшить планирование и координацию культурно-массовых мероприятий и научных конференций в вузе, облегчив процесс взаимодействия между организаторами мероприятий и участниками, а также повысить общую прозрачность и доступность информации для всех заинтересованных сторон.

Список литературы

1. Современные аспекты стратегического планирования деятельности предприятий АПК Белгородской области / Ю.А. Китаев, О.С. Акупиян, Д.П. Кравченко [и др.]. – Белгород : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2022. – 236 с.

2. Модернизация автоматизированной системы учета и управления внеучебной деятельностью студентов института энергетики и автоматизированных систем / Гладышева М.М., Малакичева О.А. – Инновации в науке. 2013. № 27.

3. Ломазова В.И., Ломазов В.А., Петросов Д.А. Агрегирование показателей динамических систем на основе эволюционной обработки первичной информации // Естественные и технические науки. – 2015. – № 10 (88). – С. 295–297.

4. Ломазов В.А. Автоматизация анализа полноты и достоверности результатов социологических опросов // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Информационные системы и технологии. – 2007. – № 4. – С. 241–245.

5. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем. – Белгород : БУКЭП, 2017. – 99 с.

Сапрыкин В.А.¹, студент магистратуры, **Ломазова В.И.**^{1,2}, к.т.н., доцент
¹ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ²ФГАОУ ВО НИУ БелГУ, Белгород, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация: В статье рассматривается применение технологии Интернета вещей (IoT) в сельском хозяйстве. Системы IoT позволяют сельскохозяйственным операторам мониторить и контролировать важные параметры, такие как влажность почвы, температура воздуха и качество почвы, с использованием дистанционных датчиков.

Ключевые слова: интернет вещей, инновационные технологии, АПК.

Saprykin V.A.¹, master's student, **Lomazova V.I.**^{1,2}, candidate of technical sciences, associate professor

¹ Belgorod State Agricultural University, Belgorod, Russia, ²Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

APPLICATION OF INTERNET OF THINGS (IoT) TECHNOLOGY IN THE AGRICULTURAL-INDUSTRIAL COMPLEX

Abstract: The article discusses the application of Internet of Things (IoT) technology in agriculture. IoT systems allow agricultural operators to monitor and control important parameters such as soil moisture, air temperature and soil quality using remote sensors.

Keywords: Internet of Things, innovative technologies, agro-industrial complex.

Интернет вещей (англ. - Internet of Things, IoT) представляет собой современную технологию, которая нашла свое место в ИТ-инфраструктуре агропредприятий [1], внося значительные изменения в методы управления и оптимизации производства сельскохозяйственной продукции. Эта технология, основанная на сетевом взаимодействии физических объектов (вещей), оснащенных специальными датчиками и устройствами, позволяет собирать, обрабатывать и анализировать данные в реальном времени, что приносит ощутимую пользу сельским хозяйствам [2].

Беспилотная агротехника также играет важную роль в современном сельском хозяйстве, и IoT устройства содействуют автоматизации и оптимизации агротехнологических операций. Дроны и автономные машины оснащены сенсорами и камерами, которые собирают данные о состоянии полей и растений [3]. Эти данные затем используются для создания карт высокого разрешения, позволяющих фермерам точно определять места, требующие особого внимания.

Одним из ключевых аспектов применения IoT в сельском хозяйстве является сбор данных о состоянии почвы, климатических условиях и растительных культурах с помощью специализированных датчиков. Эти устройства предоставляют информацию о влажности почвы, температуре воздуха, осадках и других параметрах, которые критически важны для успешного сельскохозяйственного производства. Эта информация позволяет фермерам принимать обоснованные решения относительно полива, удобрений и борьбы с вредителями.

Применение IoT в сельском хозяйстве также способствует управлению складами и транспортом. Системы мониторинга и контроля обеспечивают отслеживание запасов, температуры и влажности в хранилищах и транспорте, что помогает предотвратить потери продукции. Кроме того, IoT создает возможность совместного использования данных и знаний между сельскохозяйственными предприятиями. Платформы обмена информацией и облачные вычисления позволяют фермерам обмениваться опытом и наилучшими практиками, способствуя увеличению эффективности сельского хозяйства.

Экономическое обоснование внедрения технологии Интернета вещей (IoT) в сельском хозяйстве, основанное на системном анализе и сценарном подходе, представляет собой стратегическое решение с множеством потенциальных выгод. Системный анализ учитывает все аспекты сельскохозяйственной деятельности, что позволяет оптимизировать процессы и принимать комплексные решения [4, 5].

Сценарный подход позволяет оценить различные возможности и риски, что помогает фермерам и предпринимателям прогнозировать потенциальные выгоды [6, 7]. С учетом системного анализа и сценарного подхода, можно выделить следующие экономические выгоды внедрения IoT в сельском хозяйстве: снижение операционных расходов, увеличение урожайности и качества продукции, прогнозирование рисков и рост прибыльности. Кроме того, сценарный подход позволяет прогнозировать, что к 2025 году технологии IoT будут доступны и распространены даже на малых сельскохозяйственных предприятиях, что создаст условия для дальнейшего роста эффективности и прибыльности в сельском хозяйстве.

В области сельского хозяйства в настоящее время применяются различные устройства и цифровые решения интернета вещей:

- специальные датчики, передающие информацию о состоянии сельскохозяйственных культур и почвы;
- беспилотная агротехника для сбора урожая;
- трекеры для контроля за растениями и животными;
- дроны для внесения удобрения и борьбы с вредителями;
- платформы для производителей и поставщиков.

Рассмотрим несколько компаний которые предоставляют готовые решения по технологии Интернета вещей для сельских хозяйств [8].

Российская компания «АЛАН-ИТ» специализируется на разработке технологий, включая технологии интернета вещей (IoT) для сельского хозяйства, та-

ких как тепличные комплексы, птицефермы, свинофермы, молочно-товарные фермы, а также плодоовощные и зернохранилища. Компания предлагает сервис для сбора, обработки и анализа данных с датчиков. Эти данные используются для генерации уведомлений на основе технологии машинного обучения, предупреждая о возможных негативных событиях в сельском хозяйстве. Сервисы на платформе «ALAN IoTApplication» включают в себя контроль за силосом в силосных траншеях, мониторинг температуры зерна в хранилищах, а также наблюдение за климатическими параметрами в овоще- и фруктохранилищах.

Компания «Добротех» содействует фермерам в оптимизации производственных и бизнес-процессов, включая помощь в выборе оптимального оборудования по выгодным ценам. Недавно она представила сервис «Агроконсультант», основанный на технологии интернета вещей, который предназначен для учета запасов корма в бункерах с использованием лазерных датчиков. Этот инструмент применим в разнообразных производственных предприятиях, где необходим контроль за хранением готовой продукции, полуфабрикатов и сырья. Уникальность Агроконсультанта заключается в его способности работать с разнообразными видами продукции, будь то жидкие или сыпучие товары. Датчики функционируют бесконтактно, что позволяет им поддерживать точность измерений даже в условиях снегопадов и низких температур, так как бункеры в сельском хозяйстве могут быть открытыми. Помимо этого, система предусматривает возможность установки лазерных датчиков как в бункерах с механической, так и пневматической загрузкой.

Компания GoodWAN занимается разработкой устройств для удаленного мониторинга растений и животных. Одной из «фишек» IoT-инструментов компании является независимость от сотовой связи: фермеры могут купить специальные антенны, установить их у себя на крыше, тем самым покрывая территорию в несколько километров. Технологии компании позволяют эффективно собирать и обрабатывать информацию от самых разных датчиков, расположенных на больших расстояниях.

Сейчас в GoodWAN можно найти датчики для проверки влажности и температуры почвы, девайсы для определения уровня воды (например, в колодце) или грунтовых вод. Такие IoT-устройства стоят относительно недорого и подходят для жаркого и холодного климатов. Информацию с датчиков можно получить на свой мобильный телефон с помощью Bluetooth.

Таким образом, интернет вещей (IoT) уже изменяет сельское хозяйство, повышая эффективность и устойчивость к климатическим изменениям на крупных фермах. В ближайшем будущем, IoT будет все более распространено на малых хозяйствах, благодаря своей экономической обоснованности, способности адаптироваться к изменениям климата и совместному использованию знаний среди фермеров [9]. Все это делает IoT неотъемлемой частью сельского хозяйства, способствуя его устойчивому развитию и росту производительности.

Список литературы

1. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем. Белгород : БУКЭП, 2017. – 99 с.

2. Миронов А.Л., Позднышева Г.В. Развитие сетевых технологий: net, web, grid, blockchain // Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции, Майский, 26–27 мая 2021 года. Том 2. – Майский : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2021. – С. 250–251.
3. Садов А.А., Гладков А.В., Байвердиев А.А., Шорохов П.Н. Возможность использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве для проведения анализов полей // Научно-технический вестник технические системы в АПК.– 2019.– № 3 (3). – С. 19–24.
4. Анализ и синтез моделей инновационных агропроцессов (подходы, модели, программная реализация) / В.А. Ломазов, Д.А. Петросов, А.И. Добрунова, И.В. Мирошниченко, Н.В. Петросова Н.В. – Белгород : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2021 – 193 с.
5. Ломазов В.А., Нехотина В.С. Система поддержки принятия решений на основе нечетких показателей оценки инвестиционных рисков ИТ-проектов // Информационные системы и технологии. – 2011. – № 5 (67). – С. 86–89.
6. Применение сценарного подхода при разработке и прогнозировании результатов региональных программ развития агропромышленного комплекса / В.А. Ломазов, О.С. Акупиан, Р.В. Капинос, А.В. Ломазов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 4 (28). – С. 225–238.
7. Lomazov V.A. An assessment of regional socio-economic projects / V.A. Lomazov, V.S. Nehotina // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – No. 3. – P. 190–193.
8. «Умные» теплицы и GPS-датчики для трактора: зачем нужен интернет вещей на ферме // habr.com URL: <https://habr.com/ru/amp/publications/673340/> (дата обращения: 03.11.2023).
9. Миронов А.Л. Информационно-коммуникационные технологии в работе фермеров // Проблемы и решения современной аграрной экономики : XXI международная научно-производственная конференция, п. Майский, 23–24 мая 2017 года. Том 2. – п. Майский : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2017. – С. 119–120.

Уланский Н.С., Нестеров Д.В., Игрунова С.В.
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный национально
исследовательский университет», Белгород, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ОБЛАСТИ МОДЕРАЦИИ КОНТЕНТА

Аннотация: с развитием интернета и социальных сетей объем пользовательского контента постоянно увеличивается, и, однако с этим ростом возникают сложности, связанные с контролем и модерацией контента. В данной статье исследуется современный метод подхода к проблеме модерации контента, используя технологии компьютерного зрения. Модели машинного обучения, нейронные сети и алгоритмы обработки изображений сегодня позволяют автоматически определять и фильтровать контент, нарушающий правила и нормы.

Ключевые слова: компьютерное зрение, модерация контента, машинное обучение, нейронные сети, обработка изображений, распознавание контента, защита от нежелательного контента.

Ulanskiy N.S., Nesterov D.V., Igrynova S.V.
Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

APPLICATION OF COMPUTER VISION MODELS IN CONTENT MODERATION

Abstract: With the growth of the internet and social networks, the volume of user-generated content continues to increase, leading to challenges related to content control and moderation. This article explores a modern approach to content moderation, utilizing computer vision technologies. Machine learning models, neural networks, and image processing algorithms now enable automatic detection and filtering of content that violates rules and norms.

Keywords: computer vision, content moderation, machine learning, neural networks, image processing, content recognition, content filtering, social networks, automatic moderation, protection against unwanted content.

С ростом популярности онлайн-платформ и социальных сетей, разнообразные формы нежелательного контента: порнография, насилие, оскорбления, спам и другие виды материалов, которые могут нарушать правила работы в сети Интернет, наносить вред пользователям и даже угрожать их безопасности. В этом контексте модерация контента становится жизненно важной для обеспечения безопасности и уважительной среды в онлайн-мире [6].

Современные модели компьютерного зрения предоставляют мощные инструменты для автоматизированной модерации контента и эффективного выявления различных нарушений. Давайте рассмотрим эти модели более подробно и

их принципы работы, а также примеры контента, который они могут модерировать: Convolutional Neural Networks (CNN); Recurrent Neural Networks (RNN); Faster R-CNN и U-Net [1].

Принцип работы Convolutional Neural Networks (CNN) - свёрточные нейронные сети (CNN) обучены анализировать изображения и видеоролики, их принцип работы основан на свёрточных слоях, которые позволяют модели распознавать текстуры, шаблоны и визуальные характеристики. Эти модели предоставляют возможность автоматически обнаруживать и фильтровать нежелательные виды контента [2].

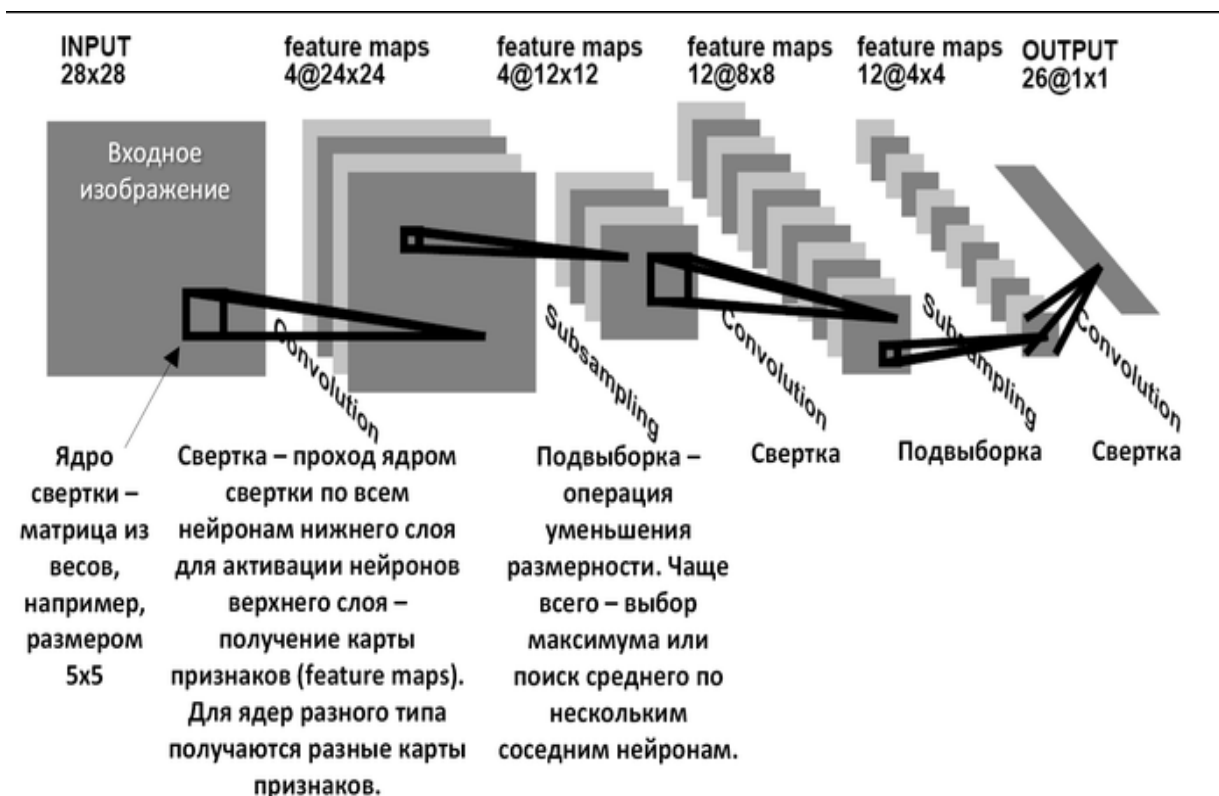


Рис. 3. – Структура CNN

Практическое применение: CNN используются для модерации следующих типов контента:

- Порнография: Модели автоматически выявляют изображения и видеоролики с сексуальным содержанием;
- Насилие: CNN могут определять изображения с насильственными сценами, что позволяет блокировать нарушающий контент.

Принцип работы Recurrent Neural Networks (RNN) – рекуррентные нейронные сети (RNN) специализируются на анализе текстовых данных и последовательностей. Они способны учесть контекст и последовательность действий, что делает их подходящими для обработки текстовых сообщений и комментариев [2, 5].

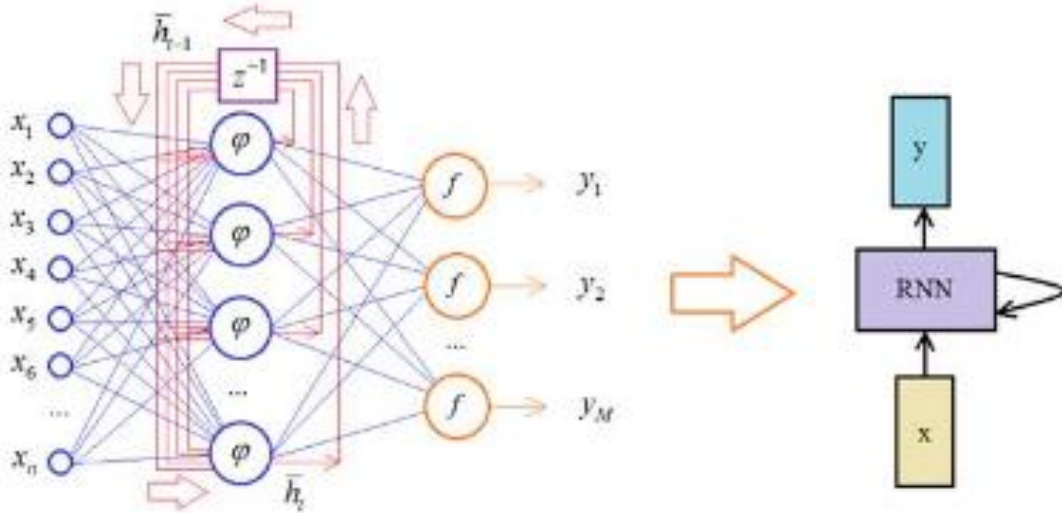


Рис. 4 – Структура RNN

Практическое применение: RNN применяются для модерации следующих типов контента:

- Оскорбления и токсичные комментарии: Модели выявляют текстовые сообщения с оскорбительным и агрессивным содержанием.
- Спам: RNN обнаруживают массовые сообщения и нежелательную рекламу.

Модели, такие как Faster R-CNN и U-Net, используются для обнаружения объектов и сегментации контента. Faster R-CNN комбинирует свёрточные слои с Region Proposal Network (RPN) для точного обнаружения объектов, в то время как U-Net разделяет изображение на сегменты и определяет их содержание [3, 4].

Практическое применение: Детекция объектов и сегментация используются для модерации следующих типов контента:

- Запрещенные логотипы: Модели выявляют и блокируют логотипы и товарные знаки, нарушающие правила платформы.
- Запрещенные изображения: Данная модель может выявлять и удалять конкретные изображения, содержащие запрещенный контент.

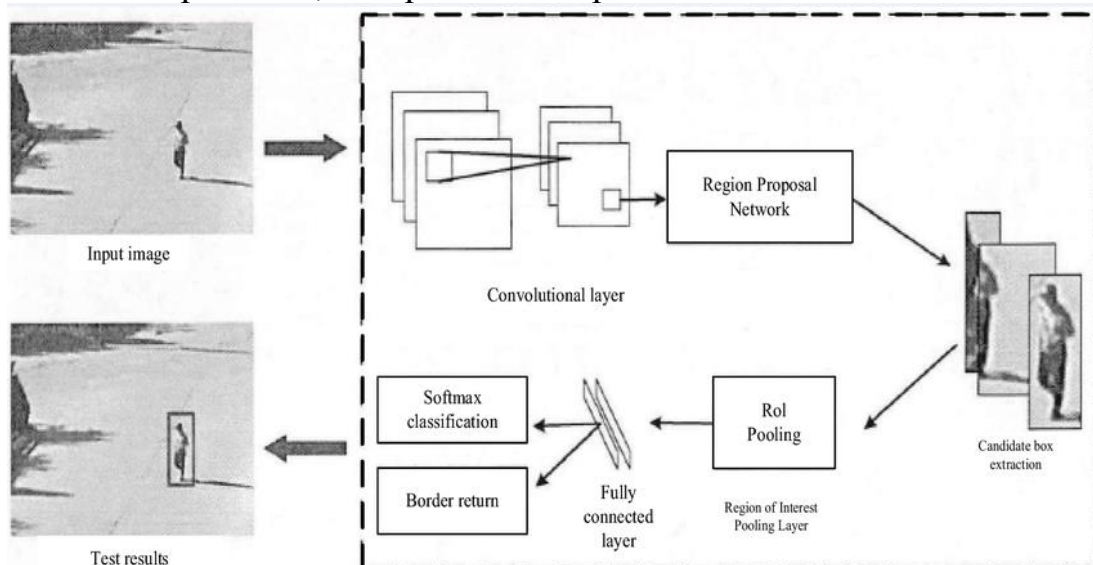


Рис. 5 – Структура Faster R-CNN

Использование моделей компьютерного зрения в модерации контента предоставляет несколько важных преимуществ:

- Автоматизация: Модели способны обрабатывать огромные объемы контента намного быстрее, чем человек, что существенно ускоряет процесс модерации.
- Способность обнаружения разнообразных нарушений: Модели могут обнаруживать разнообразные виды нарушений, включая насилие, порнографию, ненависть, спам и другие формы нежелательного контента.
- Повышение точности: Модели обучаются на больших наборах данных и способны выявлять нарушения с высокой точностью.

Использование современных технологий компьютерного зрения в модерации контента представляет собой значительный шаг в обеспечении безопасности и уважения в онлайн-среде. Эти модели не только эффективно автоматизируют процесс выявления разнообразных нарушений, но и открывают перспективы для их применения в различных областях жизни. Тем не менее, стоит подчеркнуть, что технологии компьютерного зрения, применяемые в модерации контента, не ограничиваются только этой областью. Они обладают потенциалом для применения в различных сферах, включая сельское хозяйство. Эти технологии могут стать не только эффективным инструментом в обеспечении безопасности и уважения в онлайн-мире, но и улучшить процессы в других отраслях, повысив их эффективность и точность.

Таким образом, с использованием моделей компьютерного зрения мы не только создаем более безопасное онлайн-пространство для пользователей, но и открываем новые горизонты для применения технологий в различных отраслях, способствуя повышению эффективности и улучшению качества жизни. В будущем, эти инновации, начатые с области модерации контента, смогут преобразить и обогатить различные сферы человеческой деятельности, создавая более умное и взаимосвязанное общество.

Список литературы

1. Сологуб П. Машинное обучение. Практика / П. Сологуб. – М.: БХВ-Петербург, 2019. – 416 с.
2. К. He, X. Zhang, S. Ren и J. Sun / «Глубокое остаточное обучение для распознавания изображений» // Конференция IEEE по компьютерному зрению и обработке изображений (CVPR), 2016. – С. 345–423.
3. C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke и A. Rabinovich / «Погружение в глубину с конволюциями» // Конференция IEEE по компьютерному зрению и обработке изображений (CVPR), 2015. – С. 182–213.
4. Гойя Н. и Сантьяго Д. Глубокое обучение с помощью TensorFlow / Н. Гойя, Д. Сантьяго. – СПб. : Питер, 2020. – 352 с.
5. O. Russakovsky, J. Deng, H. Su, J. Krause, S. Satheesh, S. Ma, Z. Huang, A. Karpathy, A. Khosla, M. Bernstein, A. C. Berg и L. Fei-Fei / «ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge» // International Journal of Computer Vision (IJCV), том 115, № 3, 2015. – С. 211–252.
6. Intelligent evaluation of implementation road infrastructure development program / V. Lomazov, A. Lomazov, D. Petrosov, O. Akupiyana // X International Scientific Siberian Transport Forum – TransSiberia 2022, Novosibirsk, 02–05 марта 2022 года. – Novosibirsk : Elsevier B.V., 2022. – P. 1089–1094. – DOI 10.1016/j.trpro.2022.06.111.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1

Перспективные направления развития технического сервиса в агробизнесе

Батырев Е.С., Порицкий В.М. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕМЕХА ПЛУГА КУЗНЕЧНОЙ ОТТЯЖКОЙ	3
Батырев Е.С., Порицкий В.М. ЭЛЕКТРОИСКРОВОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП.....	6
Батырев Е.С., Порицкий В.М. ПРИНЦИП РАБОТЫ КОНТАКТНОЙ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ УСТАНОВКИ	9
Баянов Д.В., Порицкий В.М. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕССОВ В ПРОЦЕССЕ РАЗБОРКИ И СБОРКИ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ	11
Бондарев А.В. Кадин И.Н. СПОСОБЫ УПРОЧНЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ НОЖА КОРМОРАЗДАТЧИКА-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ	14
Ковалев С.В., Новицкий А.С., Букат М.Г. ИНЖЕНЕРНАЯ ЭТИКА И ЕЕ РОЛЬ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ РАЗВИТИИ	17
Ковалев С.В., Букат М.Г. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДИАГНОСТИКЕ СВЕЧЕЙ ЗАЖИГАНИЯ	19
Новиков М.А., Смелик В.А., Алдохина Н.П. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА.....	21
Порицкий В.М., Титова И.И. СПОСОБЫ ДИАГНОСТИКИ ПЕРЕДНИХ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРНЫХ СТОЕК ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	25
Порицкий В.М., Цыпкина И.В. ТЕХНИЧЕСКИЕ МОМЕНТЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПЕРЕДНЕЙ ПОДВЕСКИ АВТОБУСА ПАЗ-32053.....	29
Романченко М.И. СИЛОВЫЕ СООТНОШЕНИЯ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА В ВЕДОМОМ РЕЖИМЕ С УЧЕТОМ СМЕЩЕНИЯ НОРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	32
Романченко М.И. СИЛОВЫЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ВЕДОМОГО РЕЖИМА КАЧЕНИЯ КОЛЕСА С УЧЕТОМ СМЕЩЕНИЯ НОРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	36
Романченко М.И. ВЗАИМОСВЯЗЬ СИЛОВЫХ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА В ВЕДУЩЕМ РЕЖИМЕ.....	40
Романченко М.И. СИЛОВАЯ ГЕОМЕТРИЯ ШИНЫ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА В ТОРМОЗНОМ РЕЖИМЕ С УЧЕТОМ СМЕЩЕНИЯ ЦЕНТРА НОРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	44

Романченко М.И. СИЛОВЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПРИ КАЧЕНИИ КОЛЕСА В НЕЙТРАЛЬНОМ РЕЖИМЕ С УЧЕТОМ СМЕЩЕНИЯ РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕЙ НОРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ	48
Сахнов А.В., Бондарев А.В., Стребков С.В., Новицкий А.С., Ковалев С.В., Порицкий В.М., Батырев Е.В., Цыпкина И.В., Титова И.И. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МОЙКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ ТЕХНИКИ	51
Сахнов А.В., Бондарев А.В., Стребков С.В., Новицкий А.С., Ковалев С.В., Порицкий В.М., Батырев Е.В., Цыпкина И.В., Титова И.И. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБКАТКИ И ИСПЫТАНИЯ МАСЛЯНЫХ НАСОСОВ.....	55
Сахнов А.В., Бондарев А.В., Стребков С.В., Новицкий А.С., Ковалев С.В., Порицкий В.М., Батырев Е.В., Цыпкина И.В., Титова И.И. К ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦИЛИНДРА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	59
Сидельников Е.Г., Букат М.Г. ОСОБЕННОСТИ ХРАНЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ.....	63
Стребков С.В., Орбинский А.А. ФАКТОР ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА НАКОНЕЧНИКА РАБОЧЕГО ОРГАНА КУЛЬТИВАТОРА ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЯ О ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИИ	65
Холопов А.Ф., Порицкий В.М., Титова И.И. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА ПОВОРОТНОЙ ЦАПФЫ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ.....	69
Холопов А.Ф., Порицкий В.М., Титова И.И. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫПРЕССОВКИ ШКВОРНЕЙ ПОВОРОТНЫХ ЦАПФ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ.....	72
Цыпкина И.В., Холопов А.Ф. ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОСЕРВИСА НА ФОРМИРОВАНИЕ СПРОСА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ УСЛУГ	75
Цыпкина И.В., Титова И.И., Порицкий В.М.СРЕДСТВА ИКТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ В АВТОСЕРВИСЕ.....	79
Цыпкина И.В. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ	83

Секция 2

Пути совершенствования конструкций сельскохозяйственной техники

Аминов А.А., Китаёва О.В. К РАЗРАБОТКЕ АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ	86
Асыка А.В. МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ АДАПТИВНЫЙ ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ	90

Асыка А.В., Рыжих И.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДВЕСНОЙ ЧАСТИ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА	94
Асыка А.В., Твердохлеб В. А. ОДНОКАМЕРНЫЙ ДОИЛЬНЫЙ СТАКАН...	98
Асыка А.В. ПУТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ДОЕНИЯ КОРОВ АДАПТИВНЫМИ МАНИПУЛЯТОРАМИ.....	102
Бахарев Д.Н., Глущенко Е.И., Швыдченко С.А. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ БЕСКАРКАСНЫХ АРОЧНЫХ АНГАРОВ.....	106
Борозенцев В.И. К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКЦИИ КОЛЛЕКТОРА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА.....	111
Борозенцев В.И. ПЕРЕДВИЖНОЙ МАНИПУЛЯТОР ДОЕНИЯ КОРОВ.....	115
Воронин В.В., Чехунов О.А. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ДРОБИЛКИ ЗЕРНА	119
Добрицкий А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР.....	123
Заседов Б.А., Ковалев С.В. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯМ КОРНЕПЛОДОВ.....	127
Казаков К.В. БИОГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС ОБОРУДОВАНИЯ.....	129
Казаков К.В. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЕЛЯТ	132
Казаков К.В. КОРМОУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН GOMSELMASH FS80 PRO	134
Казаков К.В. ВЕНТИЛЯЦИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ.....	138
Казаков К.В. ЗЕРНОУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН GOMSELMASH GS2124	142
Казаков К.В. ТРАКТОР КИРОВЕЦ К-525.....	146
Калинин А.Б., Теплинский И.З., Калинина В.А. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ БИОЛОГИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	148
Колесников А.С., Цыганков А.В. ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	152
Колесников А.С., Набоков А.В. ПЕРСПЕКТИВЫ СНИЖЕНИЯ ДЕФИЦИТА КОРМОВОГО ЖИВОТНОГО БЕЛКА	155
Макаренко А.Н. ФОРМИРОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН АРМИРОВАНИЕМ.....	158
Мачкарин А.В. СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ ЖИДКОГО НАВОЗА.....	162
Мачкарин А.В. ТРЕБОВАНИЯ К СЕЯЛКАМ NO-TILL.....	165
Минасян А.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЕГМЕНТА.....	169

Немцев И.С., Теплинский О.И. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАШИН ХИМИЗАЦИИ ПУТЕМ ЦИФРОВОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИХ ДОЗИРУЮЩИХ СИСТЕМ	174
Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. МОДЕЛЬ САМОРАЗГРУЖАЮЩЕГОСЯ ВЕНТИЛИРУЕМОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ПОЧАТКОВ СЕМЕННОЙ КУКУРУЗЫ.....	178
Рыжков А.В. ПРИКАТЫВАЮЩИЙ КАТОК КУЛЬТИВАТОРА.....	182
Рыжков А.В. РЫХЛЯЩИЙ УЗЕЛ СТЕРНЕВОГО КУЛЬТИВАТОРА.....	185
Саенко Ю.В. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА	188
Саенко Ю.В. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ ЖИВОТНЫМ.....	192
Слободюк А.П. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СБОРНОГО КОЛЕСНОГО ДИСКА.....	196
Слободюк А.П. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОЙ СХЕМЫ ПРЕССА.....	202
Смоляков В.С., Мартынов Е.А. ЗНАЧЕНИЕ СУШКИ ЗЕРНА	205
Трофимов Р.В. ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАНОВОГО БРОЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК.....	208
Чехунов О.А., Сокольников Д.С. ДОИЛЬНЫЕ РОБОТЫ В РОССИИ.....	211
Чехунов О.А., Овсянников Т.Ю. ПЛЮЩИТЬ ИЛИ ДРОБИТЬ? СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА.....	215
Чехунов О.А., Ермоленко Н.С. ОБЗОР ПУЛЬСАТОРОВ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	219
Чехунова Г.С. ДОЗАТОР ДОБАВОК ПРИ КЛЕТОЧНОМ СОДЕРЖАНИИ ПТИЦЫ.....	223
Широков М.С., Саенко Ю.В. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	227
Широков М.С., Саенко Ю.В. ГРАНУЛЯТОР КОМБИКОРМА	229
Яровой М.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ НАГРЕВА ЗЕРНА ТОКАМИ СВЧ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ	233

Секция 3

Производственные технологии обеспечения надежности машин

Водолазская Н.В. ОСОБЕННОСТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ ОТВЕТСТВЕННЫХ ВИДОВ СОЕДИНЕНИЙ	237
--	------------

Минасян А.Г. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ НАСОСА РОТОРНОГО НР-10	241
Новицкий А.С. ЛАЗЕРНОЕ ТЕРМОУПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	244
Новицкий А.С. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ИМПУЛЬСНАЯ УПРОЧНЯЮЩЕ-ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ	247
Стребков С.В. РАБОТА ЗАКОНОВ ТЕРМОДИНАМИКИ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ СМАЗОЧНЫХ ПЛЕНОК ПРИ ТРЕНИИ	251
Стребков С.В., Бондарев А.В., Слободюк А.П. АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИМПОРТНОЙ ТЕХНИКИ	254
Тимашов Е.П. СХЕМОТЕХНИКА УСТРОЙСТВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ УЗЛОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ.....	258
Тимашов Е.П. АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ УЗЛОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ	261

Секция 4

Решение проблем энерго- и электрообеспечения в АПК

Богомолв С.С. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФИТОУСТАНОВОК В ТЕПЛИЧНОМ ХОЗЯЙСТВЕ	264
Богомолв С.С. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ	267
Вольвак С.Ф. К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АККУМУЛЯТОРОВ ЭНЕРГИИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ	270
Заболоцкий А.М. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПРИ НИЗКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ.....	274
Килин С.В. ДИАГНОСТИКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.....	278
Китаёва О.В., Ужик В.Ф. ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА.....	281
Соловьёв С.В. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ЗАЗЕМЛЯЮЩЕМУ УСТРОЙСТВУ ПОДСТАНЦИИ 35 КВ «ОКТЯБРЬСКАЯ»	284
Соловьёв С.В. ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УРАВНИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ ОБЩЕПОДСТАНЦИОННОГО ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ.....	287
Страхов В.Ю., Лукинов Д.А. ПОВЫШЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ КОРМОВОЙ СМЕСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОРОЩЕННОЙ СОИ.....	290
Трудко А.В., Рыжов Ю.Н. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	292

Яковлев А.О. ПРИЧИНЫ АВАРИЙНЫХ ОТКЛЮЧЕНИЙ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 6-10 КВ..... 296

Секция 5

Прикладные исследования и IT технологии подготовки специалистов для АПК

Акупиян А.Н., Ломазов В.А., Акупиян А.А. ТЕХНОЛОГИЯ RPA – АВТОМАТИЗАЦИЯ РУТИННЫХ ЗАДАЧ.....298

Анников Д. Ю., Мироненко А. В. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ 302

Воробьева В.Л., Ломазова В.И. МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР 304

Галат В.А., Миронов А.Л. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ 306

Голованова Е.В., Голованов В.В. АНАЛИЗ И КОРРЕКТИРОВКА ОПТИМИЗАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ..... 310

Гречихин Е.С., Миронов А.Л. ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ ДАННЫХ, ВОЗМОЖНОСТИ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ И ОРКЕСТРАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ АПК ПРИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИИ 313

Диль М. А., Миронов А.Л. ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ ДАТАСЕТА ПО МАТЕРИАЛАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ 317

Емельянов И.А., Давитян Л.М., Ломазова В.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ В СФЕРЕ АПК..... 321

Збинякова М.В., Миронов А.Л. ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА И СПЕЦИАЛИЗАЦИИ РАБОТНИКОВ АПК..... 324

Збинякова М.В., Миронов А.Л. РАЗВИТИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ АПК..... 327

Игнатов А.Ю., Ломазов В.А. АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ 331

Клёсов Д.Н., Ореховская А.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР 333

Клёсов Д.Н., Баскакова В.В., Мироненко А.В., Бориславская В.С. НАНОТЕХНОЛОГИИ И IT В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....336

Котляренко М.С., Вохменов С.В. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НЕСБАЛАНСИРОВАННЫХ ДАННЫХ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ339

Кузнецов Е.В., Баскакова В.В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СКЛАДСКОГО УЧЕТА ПРЕДПРИЯТИЯ	342
Кузьмичева Т.Г., Голованова Е.В. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	346
Кузьмичева Т.Г., Голованова Е.В. РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ	350
Кузьмичева Т.Г., Голованова Е.В. РЫНОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ.....	354
Левченко З.Н., Мартынов Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	358
Ломакина О.М., Ломазов В.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАТФОРМЫ MOODLE КАК ЦИФРОВОЙ ФАКТОР, ПОВЫШАЮЩИЙ МОТИВАЦИЮ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	361
Острась Е.С. МЕЖСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД КАК МОДЕЛЬ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ЕСТЕСТВЕННОНАУНОГО БЛОКА: ОПЫТ АПРОБАЦИИ МЕТОДИК.....	365
Пестов Г.Д., Игрунова С.В., Федоров В.И. РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ПРОВЕРКИ КАЧЕСТВА СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ.....	369
Пушкарева Т.Э. АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ КУЛЬТУРНО-МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА	374
Сапрыкин В.А., Ломазова В.И. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» В АГРО- ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ	377
Уланский Н.С., Нестеров Д.В., Игрунова С.В. ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ОБЛАСТИ МОДЕРАЦИИ КОНТЕНТА.....	381
СОДЕРЖАНИЕ.....	385

Работы публикуются в авторской редакции.
Редакционная коллегия не несет ответственности
за достоверность публикуемой информации

МАТЕРИАЛЫ
Национальной научно-практической конференции
с международным участием, посвященной 45-летию
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
АГРОИНЖЕНЕРИИ В XXI ВЕКЕ»**

(20 ноября 2023 г.)

Редактор – Е.А. Мартынов

Подписано в печать _____
Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. п. л. 11,8 Тираж 100 экземпляров. Заказ № _____
308503, Белгородская область, Белгородский район,
п. Майский, ул. Вавилова, 1.
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ