



ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Материалы Национальной
научно-практической конференции

14–15 декабря 2022 года



Ижевск, 2022

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ
СОВРЕМЕННОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО
КОМПЛЕКСА РОССИИ**

Материалы Национальной научно-практической конференции,
посвящённой памяти доктора технических наук,
профессора Леонида Михайловича Максимова

*14–15 декабря 2022 года
г. Ижевск*

Ижевск
УдГАУ
2022

УДК 631.145:001.895(06)

ББК 65.32-55я43

И 66

И 66 **Иновационное** развитие современного агропромышленного комплекса России [Электронный ресурс]: материалы Национальной научно-практической конференции, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Леонида Михайловича Максимова, г. Ижевск, 14–15 декабря 2022 г. – Электрон. дан. (1 файл). – Ижевск: УдГАУ, 2022. – 468 с. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа к сборнику: свободный.

ISBN 978-5-9620-0426-6

В сборнике представлены статьи российских ученых по результатам научных исследований, направленных на инновационное развитие сельского хозяйства: современные технологии, оборудование и автоматизация технологических процессов, инновационные методы расчета машин, их эксплуатация и ремонт, перспективные средства механизации растениеводства и животноводства, безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продуктов питания, экономика и управление предприятиями АПК.

Предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей сельскохозяйственных вузов, работников научно-исследовательских учреждений и специалистов агропромышленного комплекса.

УДК 631.145:001.895(06)

ББК 65.32-55я43

ISBN 978-5-9620-0426-6

© Авторы постратежно, 2022

© УдГАУ, 2022

ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА МАШИН И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В АПК

УДК 621.787.4

А. С. Васильев, Н. М. Шарибзянов, А. Г. Ипатов
Удмуртский ГАУ

РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ АЛМАЗНОМ ВЫГЛАЖИВАНИИ

Применение способов упрочнения методом поверхностной пластической деформации в машиностроении находит все большее применение. В данной работе представлена оригинальная компоновка устройства для алмазного выглаживания поверхностей типа «шар».

Актуальность. Использование традиционных способов упрочнения имеет ряд ограничений, связанных с негативным влиянием на ресурс металлических изделий, сложным технологическим оборудованием, ограничением по номенклатуре деталей и металлических сплавов [1–4]. Одним из наиболее перспективных способов повышения твердости и прочности поверхности деталей машин является применение поверхностного упрочнения за счет явления «наклеп». Для поверхности типа «вал», «отверстие» разработаны и успешно применяются различные конструкторские решения, основанные на обеспечении постоянства давления алмазного выглаживателя к поверхности изделия [5, 6]. Исследования, проведенные рядом авторов, доказывают, что алмазное выглаживание формирует ультрадисперсное кристаллическое состояние поверхностного слоя [7–9]. Наибольший эффект от алмазного выглаживания достигается при использовании на поверхности керамических материалов, имеющих аморфное состояние и безграничную степень деформации [10–13]. Однако для сложных поверхностей использование технологии алмазного выглаживания невозможно, так как возникают сложности в обеспечении постоянства давления алмазного выглаживателя к поверхности изделия. Поэтому вопросы по разработке конструкторских решений, позволяющие обрабатывать сложные поверхности, остаются актуальными.

Цели и задачи исследований. Цель работы заключается в разработке устройства для поверхностной обработки деталей типа «шар».

Для реализации цели нами поставлены следующие задачи:

1. Разработка компоновочного решения приспособления;
2. Обоснование принципа работы приспособления.

Материалы и методика исследований. Преимущества при алмазном выглаживании:

- Способность выглаживания всех видов металлических материалов (кроме титановых сплавов) до твердости 60–65 HRC.
- Возможность получения поверхности с качеством $Ra=0,05-0,2$ мкм, улучшение поверхности на 2–3 класса.
- Возможность применения одного инструмента для различных типов и размеров детали, а также видов материала.
- Эксплуатация на станках с ЧПУ и универсальных токарных станках.
- Большой диапазон динамического разрушения. Таким образом можно добиться высокого качества значения шероховатости.
- Короткое время обработки.
- Высокая стойкость алмазного наконечника.
- Отсутствие сьема стружки.
- Отсутствие прожогов при выглаживании, которое может возникать при шлифовке или полировке абразивными инструментами.

Проектируемая установка представляет собой приставку к токарно-винторезному станку любой модели (рис. 1).

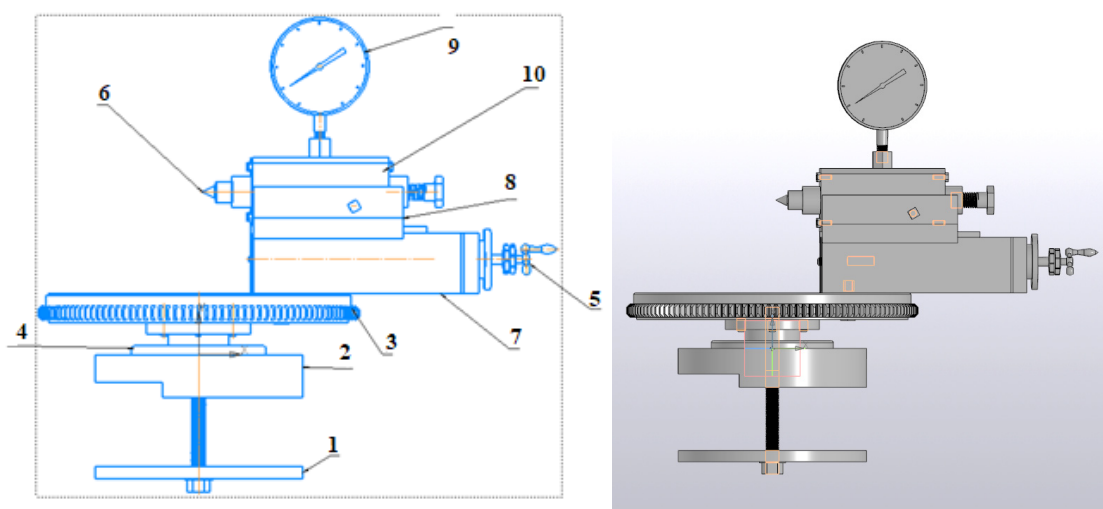


Рисунок 1 – Схема приспособления

Прибор устанавливается на станину токарно-винторезного станка основанием 2, далее надёжно стягивается упорным механизмом 1. Обрабатываемый шар одевается на подобранный по диаметру цилиндр и устанавливается в патрон шпинделя токарного станка. Далее на токарном станке настраиваются обороты и регулировочным винтом подводится оправка 8 к поверхности обрабатываемого шара. При обработке алмазный выглаживатель 6 поджимают с силой, создавая контактное давление, равное пределу текучести металла. При одновременном вращении вала и перемещении выглаживателя вдоль образующей шейки пластическое течение металла приводит к сглаживанию поверхности. Усилие поджатия алмазного выглаживателя регулируется винтом и контролируется индикатором 9. Для возможности работы со сферическими поверхностями в основании установлен подшипник 4, что позволяет без особых усилий перемещать алмазный наконечник на 180° вокруг оси подшипника.

Работа приспособления происходит следующим образом. Инструмент – алмазный наконечник, устанавливается в гнездо гидравлического выглаживателя. Рекомендуемая шероховатость поверхности шара перед алмазным выглаживанием находится в пределах Rz 5–20. Чем выше исходная чистота поверхности, тем более высокое качество получается после алмазного выглаживания. Поверхность шара очищается от ржавчины, налета и прочих загрязнений и обрабатывается смазкой из промышленного масла И-20. Алмазный наконечник подводится к поверхности шара и нагружается с нормальной нагрузкой в диапазоне от 5 до 25 кгс, в зависимости от металлического сплава шара. Перемещение алмазного наконечника производится вручную или при помощи автоматической продольной подачи. Скорость подачи определяется настройкой коробки подач станка и варьируется в пределах от 0,01 до 0,1 мм/об. Режимы обработки определяются желаемой твердостью и чистотой поверхности. Обработка производится за один проход. Важно понимать, что перенаклёп поверхностного слоя недопустим, так как шероховатость может начать ухудшаться, а может начаться и отслаивание поверхностного слоя. Во время выглаживания шар может вращаться в любом направлении.

Выводы. Проектируемое приспособление обладает высокой универсальностью и может быть использовано для повышения прочности и твердости поверхностного слоя деталей типа «шар» от 10 до 150 мм в диаметре. Конструкция проста в изготовлении

и возможна высокая степень автоматизации и возможность применения в условиях ЧПУ станков.

Список литературы

1. Tribological performance of boron-based superhard coatings sliding against different materials / E. V. Kharanzhevskiy, M. D. Krivilyov, A. G. Ipatov [et al.] // *Wear*. – 2021. – Vol. 477. – P. 203835. – DOI 10.1016/j.wear.2021.203835.

2. Восстановление посадочных поверхностей вала гидромотора методом SLM (Selective Laser Melting) / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, В. И. Ширококов, Л. Я. Новикова // *Ремонт. Восстановление. Модернизация*. – 2022. – № 1. – С. 12–17. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-1-12-17.

3. Волков, К. Г. Упрочняющие керамические покрытия рабочей фаски клапанов автотракторных двигателей / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов // *Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Саранск, 24–25 ноября 2021 г.* – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, 2022. – С. 301–307.

4. Волков, К. Г. Температурный режим стендовых испытаний клапанов автотракторных двигателей / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов // *Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г.* – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 173–176.

5. Шмыков, С. Н. Экономическая целесообразность восстановления гидромоторов методом лазерной наплавки в условиях Удмуртской Республики / С. Н. Шмыков, И. М. Гоголев, А. Г. Ипатов // *Вестник Керченского государственного морского технологического университета*. – 2022. – № 3. – С. 457–469.

6. Шмыков, С. Н. Эффективность различных способов восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин на примере стрельчатой лапы культиватора / С. Н. Шмыков, А. Г. Ипатов, Л. Я. Новикова // *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2022. – № 1 (69). – С. 64–71. – DOI 10.48012/1817-5457_2022_1_64.

7. Effect of oxygen in surface layers formed during sliding wear of Ni–ZrO₂ coatings / E. V. Kharanzhevskiy, M. D. Krivilyov, A. G. Ipatov [et al.] // *Surface and Coatings Technology*. – 2022. – Vol. 434. – P. 128174. – DOI 10.1016/j.surfcoat.2022.128174.

8. Ипатов, А. Г. Исследование свойств керамических покрытий рабочей фаски клапанов двигателей / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, К. Г. Волков // *Сельский механизатор*. – 2022. – № 3. – С. 42–44.

9. Ипатов, А. Г. Использование аддитивных технологий в ремонтном производстве / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, К. Г. Волков // *Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: мате-*

риалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х томах, Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. Том I. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 187-191.

10. Большаков, В. И. Особенности формирования структуры и свойств наплавленных слоев при высокоскоростной электродуговой наплавке / В. И. Большаков, А. Г. Ипатов, Д. И. Ваганов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 6. – С. 26–31. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-6-26-31.

11. Волков, К. Г. Расчет долговечности тонкого функционального керамического покрытия с использованием программного комплекса ANSYS mechanical / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2 (70). – С. 49–54. – DOI 10.48012/1817-5457_2022_2_49.

12. Ипатов, А. Г. Повышение эффективности работы турбокомпрессора модификацией подшипниковых сопряжений / А. Г. Ипатов, А. Г. Иванов, А. В. Малинин // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3 (71). – С. 59-63. – DOI 10.48012/1817-5457_2022_3.

13. Восстановление и упрочнение рабочей фаски клапана двигателя внутреннего сгорания методом селективной лазерной наплавки (SLM) / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 9. – С. 20–26. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-9-20-26.

УДК 620.179.152.1

К. Г. Волков

Удмуртский ГАУ

РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ УПРОЧНЯЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ РАБОЧЕЙ ФАСКИ КЛАПАНА

Применение покрытия на основе никеля с керамическими легирующими компонентами позволяет увеличить термостойкость рабочей фаски клапана. Для оценки работоспособности покрытия проведен рентгеноструктурный фазовый анализ. По результатам исследований определено, что компоненты покрытия находятся в аморфном состоянии в диапазоне температур от 25 °С до 900 °С. Полученные данные позволяют сделать заключение о высокой стабильности свойств покрытия при высоких температурах.

Актуальность. Клапана двигателей внутреннего сгорания работают в тяжелых условиях. Основным фактором влияния является рабочая температура. В закрытом положении головка клапана

воспринимает температуру горения топлива (для бензиновых двигателей – 900...1000 °С, для дизельных – 450...500 °С, для газовых – 1000...1100 °С) [6]. Однако в момент сгорания топлива клапана находятся в закрытом положении, что позволяет им активно передавать полученное тепло через седло клапана и направляющую втулку к головке блока цилиндров и далее в систему охлаждения. Наибольшую опасность для рабочей фаски клапана и головки клапана в целом представляют высокотемпературные высокоскоростные выхлопные газы. Наибольшая температура продуктов сгорания наблюдается у газового топлива порядка 700...800 °С [5]. При данных температурах наблюдается активное окисление стандартного материала защитного покрытия рабочей фаски клапана, которое приводит к ускоренному износу рабочей фаски и последующему образованию прогаров [3]. Для решения данной проблемы в работах [1, 2, 9, 11] предложено использование состава на основе никеля с керамическими легирующими компонентами, позволяющими увеличить срок службы клапана. Данный материал, согласно исследованиям, описанным в [4], позволяет увеличить термостойкость защитного покрытия до температур более 800 °С. Однако полноценное заключение о работоспособности данного материала невозможно без анализа фазового состояния материала покрытия при высоких температурах.

Цель работы. Исходя из вышесказанного, основной целью данной работы является проведение рентгеноструктурного фазового анализа защитного покрытия рабочей фаски клапана.

Материалы и методы. Исследования структурно-фазового состояния покрытия выполнялись методом рентгенофазового анализа. Данный метод позволяет определять фазовое состояние материалов, имеющих кристаллическую решетку. Каждое вещество, имеющее кристаллическую решетку, характеризуется атомным составом, расположением атомов в элементарной ячейке, что приводит к образованию специфических рентгеновских дифракционных картин. Анализ дифракционных картин позволяет определить имеющиеся в составе покрытия фазовые структуры [6–8, 11].

Исследования проводились с использованием рентгеновского дифрактометра «Empyrean» в медном фильтрованном излучении. Обработка, расчеты и анализ результатов проводились в программной среде High Score Plus 4.1. Для исследований при высоких температурах применялась вакуумная рентгеновская камера «Anton Paar» НТК 1200N. Исследования при высоких температурах про-

водились следующим образом: съемка дифрактограммы при комнатной температуре исходного покрытия, нагрев до 500 °С, съемка дифрактограммы, нагрев до 900 °С, съемка дифрактограммы, охлаждение до 500 °С, съемка дифрактограммы, охлаждение до комнатной температуры, съемка дифрактограммы [10].

Результаты исследований. Результатом проведения рентгеноструктурных исследований является дифрактограмма покрытия, представленная на рисунке 1.

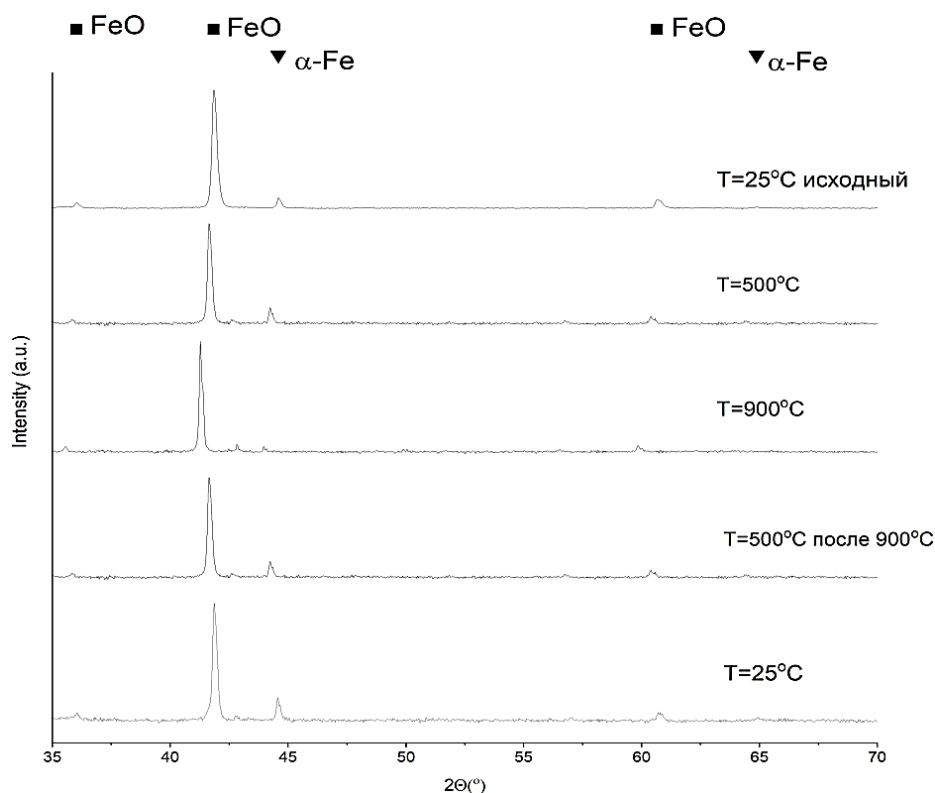


Рисунок 1 – Дифрактограмма исследуемого покрытия

Согласно рисунку 1 видно, что рентгеноструктурный анализ выявил при всех диапазонах температур FeO. Данный метод не определил наличия других кристаллических веществ в исследуемой области. Такой исход событий возможен в том случае, когда компоненты покрытия находятся в аморфном состоянии, т. е. не обладают кристаллической решеткой. Обнаруженный оксид железа принадлежит подложке, на которой было нанесено защитное покрытие рабочей фаски клапана.

Аморфная структура покрытия позволяет сохранять физико-механические свойства при большом диапазоне температур. Отсутствие фазовых превращений позволяет прогнозировать поведение материала покрытия при различных режимах эксплуатации.

Выводы и рекомендации. В данной работе проведен рентгеноструктурный фазовый анализ защитного покрытия рабочей фаски клапана на основе никеля с керамическими легирующими компонентами. В результате анализа данных определено, что все компоненты покрытия находятся в аморфном состоянии. Отсутствие кристаллической решетки покрытия позволяет сделать заключение о высокой стабильности покрытия при большом диапазоне температур, максимальное значение которых превышает 900 °С. Исходя из этого, данный материал может сохранять свои физико-механические характеристики при использовании в качестве защитного покрытия рабочей фаски клапана на газовых двигателях.

Список литературы

1. Волков, К. Г. Расчет долговечности тонкого функционального керамического покрытия с использованием программного комплекса ANSYS mechanical / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2 (70). – С. 49–54.
2. Волков, К. Г. Упрочняющие керамические покрытия рабочей фаски клапанов автотракторных двигателей / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Саранск, 24–25 ноября 2021 г. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, 2022. – С. 301–307.
3. Восстановление и упрочнение рабочей фаски клапана двигателя внутреннего сгорания методом селективной лазерной наплавки (SLM) / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 9. – С. 20–26.
4. Ипатов, А. Г. Исследование свойств керамических покрытий рабочей фаски клапанов двигателей / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, К. Г. Волков // Сельский механизатор. – 2022. – № 3. – С. 42–44.
5. Колодочкин М.В., Шабанов А.Ю., Попутный газ // За рулем: электронный журнал. – URL: https://www.zr.ru/content/articles/16577-poputnyj_gaz/ (дата публикации: 01 октября 2008).
6. Effect of oxygen in surface layers formed during sliding wear of Ni-ZrO₂ coatings / E. V. Kharanzhevskiy, M. D. Krivilyov, A. G. Ipatov [et al.] // Surface and Coatings Technology. – 2022. – Vol. 434. – P. 128174. – DOI 10.1016/j.surfcoat.2022.128174.
7. Ипатов, А. Г. Исследование свойств керамических покрытий рабочей фаски клапанов двигателей / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, К. Г. Волков // Сельский механизатор. – 2022. – № 3. – С. 42–44.

8. Ипатов, А. Г. Использование аддитивных технологий в ремонтном производстве / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, К. Г. Волков // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т., Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. Том I. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 187–191.

9. Мерзликина, К. И. Влияние применения газового топлива на газораспределительный механизм ДВС / К. И. Мерзликина, Д. Н. Солодовников // Страна живет, пока работают заводы: материалы Междунар. научно-технической конф., Курск, 09–10 декабря 2015 г. / Отв. ред. О. В. Овчинкин. – Курск: ИП Пучков Игорь Иванович, 2015. – С. 227–231.

10. Применение методов аналитической микроскопии и рентгеноструктурного анализа для исследования структурно-фазового состояния материалов / Е. Б. Чабина, А. А. Алексеев, Е. В. Филонова, Е. А. Лукина // Труды ВИАМ. – 2013. – № 5. – С. 6.

11. Харанжевский, Е. В. Структура и свойства жаростойкой керамики, полученной высокотемпературным лазерным синтезом / Е. В. Харанжевский, М. Д. Кривилев, А. Г. Ипатов // Бернштейновские чтения по термомеханической обработке металлических материалов: сборник тезисов. Научно-технический семинар, Москва, 25–27 октября 2022 г. – Москва: Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, 2022. – С. 85.

УДК 621.822.6:621.713.2-049.32

С. В. Волков, О. С. Федоров
Удмуртский ГАУ

СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ В КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЯХ

Проведен краткий анализ способов восстановления посадочных мест в корпусных деталях под кольца подшипников качения. Исследовано влияние марки полимерного материала, применяемого для восстановления, на эксплуатационные показатели восстановленного сопряжения.

Актуальность. При работе любого механизма независимо, в какой отрасли народного хозяйства он используется, в результате дисбаланса вращающихся деталей, износа сопрягаемых поверхностей и т.п. происходит нарушение стабильности посадок, что приводит к преждевременному выходу агрегата из строя.

Проведенный анализ литературных источников [4, 5] показывает, что около 30 % деталей типа «вал» и около 50...80 % корпусных деталей, поступающих в ремонт, требуют восстановления посадочных мест под кольца подшипников качения.

Целью проведения исследований является определение оптимального способа восстановления посадочных мест под кольца подшипников в корпусных деталях.

Материалы и методы. На износ посадочных мест колец подшипников существенное влияние оказывает разность твердости материалов колец подшипника и корпуса. Кольца подшипника изготавливаются, как правило, из стали ШХ (HRC70...75), при сборке с натягом такое кольцо работает, как режущий инструмент и частично срезает и деформирует отдельные микронеровности гнезда подшипника, что приводит к изменению фактической геометрии посадочного места и снижению расчетного натяга, особенно при повторной сборке. Многие слесари-ремонтники при сборке подшипникового узла не обращают внимания, какое кольцо устанавливается с натягом, а какое с зазором, не используют центрирующей оправки при запрессовке. Такая небрежность приводит к перекосу кольца подшипника и отклонению от соосности.

Основная причина ускоренного износа подшипниковых гнезд механизмов в процессе эксплуатации – это фреттинг – коррозия, вызванная динамическим характером нагрузок при небольших скоростях относительного перемещения и проворачиванием колец подшипников, а также фреттинг – коррозия наблюдается при сочетании различных материалов. Анализ повреждаемости посадочных мест подшипников в корпусных деталях из чугуна и алюминиевых сплавов показал, что интенсивность изнашивания последних выше. В сопряжении сталь – алюминий при наличии знакопеременных нагрузок уже в начальной стадии возникают процессы схватывания с последующим окислением продуктов износа.

Следовательно, для повышения ресурса подшипникового узла в первую очередь необходимо провести мероприятия, направленные на устранение вышеприведенных причин: во-первых, для защиты сопряжений от фреттинг – коррозии должно быть обеспечено гарантированное стопорение относительного перемещения контактирующих, наружных поверхностей колец подшипника с сопрягаемыми поверхностями деталей подшипникового узла, а также их изоляция от прямого контакта. Защиту поверхности деталей от коррозионных процессов и взаимного перемещения мож-

но осуществлять полимерными материалами, которые, в свою очередь, обладают демпфирующими и изолирующими свойствами. Второе важное мероприятие – строгое соблюдение технологического процесса сборки подшипникового узла.

Необходимость восстановления корпусных деталей в первую очередь обусловлено тем, что, как правило, это базовые детали агрегата, имеющие высокую остаточную стоимость, и плюс ко всему – металл детали прошел процесс естественного старения. Существует несколько способов восстановления посадочных мест под кольца подшипников, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Широкое распространение в ремонтном производстве получил (рис. 1) способ восстановления посадочных отверстий корпусных деталей установкой дополнительных деталей [1–5]. Суть способа заключается в запрессовке втулки в расточенное отверстие с натягом 0,05...0,15 мм с последующей расточкой до номинального размера. Основным недостатком этой технологии является снижение толщины стенки корпусной детали, а также требуется дополнительное оборудование в виде расточного станка и прессы. Для корпусов, имеющих малые толщины стенок, данный способ неприемлем.



Рисунок 1 – Восстановление изношенных отверстий в корпусных деталях методом установки дополнительной ремонтной детали (ДРД)

Из электродуговых наиболее подходящим является вибродуговая наплавка (рис. 2), сущность метода состоит в том, что в процессе наплавки электроду сообщаются колебания с частотой 50...100 Гц.

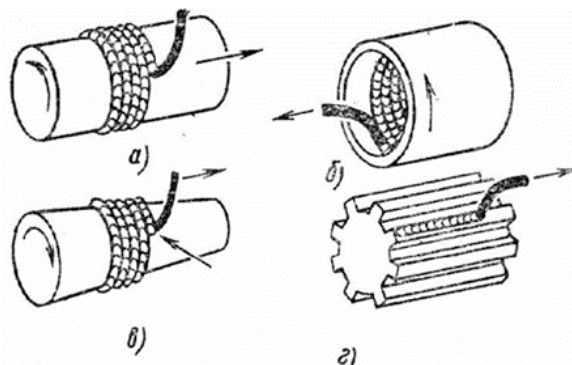


Рисунок 2 – Схема вибродуговой наплавки различных поверхностей:
а) наружной, б) внутренней, в) конической, г) шлицевой

Во время наплавки в зону горения дуги возможна подача различных охлаждающих жидкостей, которые снижают тепловое воздействие дуги на деталь и повышает скорость охлаждения наплавленного и основного металла, благодаря чему уменьшаются деформация и самоотпуск соседних участков детали. Кроме того, жидкость служит защитой расплавленного металла от вредного действия кислорода и азота. После наплавки осуществляется расточка наплавленного отверстия до номинального размера. Остаточные напряжения в наплавленном слое и в околошовной зоне являются большие потери наплавленного металла (до 30 %), вследствие разбрызгивания являются основными недостатками данного способа.

Одним из «холодных» способов восстановления изношенных поверхностей является гальваническое наращивание (рис. 3), суть способа заключается в нанесении тонких слоев (0,1...1,0 мм) растворенного в электролите металла (хром, железо, медь и т.п.) на изношенную поверхность.

Восстанавливаемые детали очищают от ржавчины, грязи и жира, протирают сухой чистой тканью и обезжиривают в растворе, содержащем 100–150 г едкого натра, 40–50 г кальцинированной соды и 3–5 г жидкого стекла (силикатный клей) на 1 л. Подготовленную деталь соединяют с катодом источника питания, а анод к губчатому натирателю, на который подается электролит, включают вращения натирателя и таким образом добиваются нанесения

тонкого слоя металла на изношенные поверхности. Способ можно использовать для восстановления как наружных, так и внутренних поверхностей. Широкое использование этого способа затруднено организацией вредного производства и большим объемом подготовительных работ.

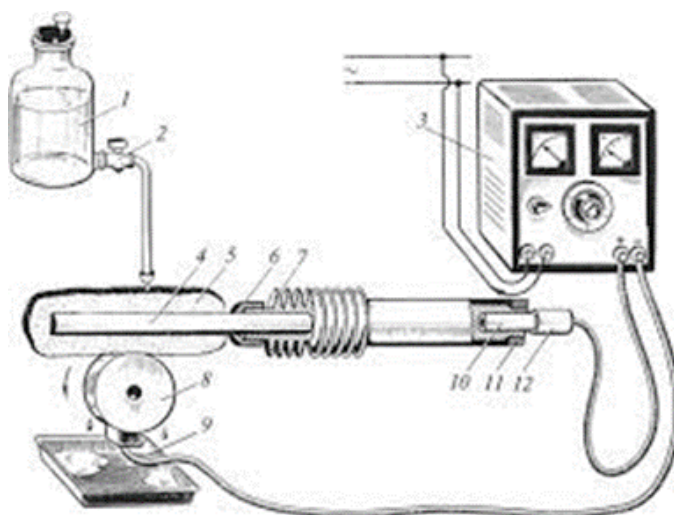


Рисунок 3 – Местное гальваническое наращивание

Наиболее эффективным способом восстановления, на наш взгляд, является использование полимерных материалов, а именно анаэробных клеев. Анаэробные материалы (рис. 4) обладают хорошей проникающей способностью, не крошатся в высохшем состоянии (виброустойчивы), не высыхают на открытом воздухе, обладают отличной адгезией с металлами. Клеи нерастворимы в воде, топливе, маслах, кислотах, щелочах, хладагентах. Прочностные свойства большинства материалов сопоставимы со свойствами сплавов на основе алюминия.



Рисунок 4 – Анаэробные материалы

Технология восстановления с использованием клеев заключается в следующем. Проводят измерение изношенных посадочных мест в корпусной детали, зная наружный диаметр стандартного подшипника, определяют зазор в будущем сопряжении и, исходя из величины зазора, условий прочности соединения, подбирают по каталогу анаэробный материал.

Результаты исследований. Для проведения экспериментальных исследований изготовлены лабораторные образцы (рис. 5), при помощи которых имитировалась посадка с зазором наружного кольца подшипника в корпусной детали. Исследования проводились с целью определения несущей способности цилиндрических сопряжений, вклеенных различными полимерами (анаэробные клеи отечественного и импортного производства со схожими техническими характеристиками и эпоксидный клей).



Рисунок 5 – Лабораторные образцы

Подготовка к сборке и сборка образцов производилась по стандартной технологии, которая включала операции: обезжиривания ацетоном, сушку в течение 15...20 мин., нанесение полимерной композиции на сопрягаемые поверхности валов – 1 и втулок – 2, их сборку и отверждение в течение 24 ч. при нормальных условиях. Эксперимент проведен с пятикратной повторностью.

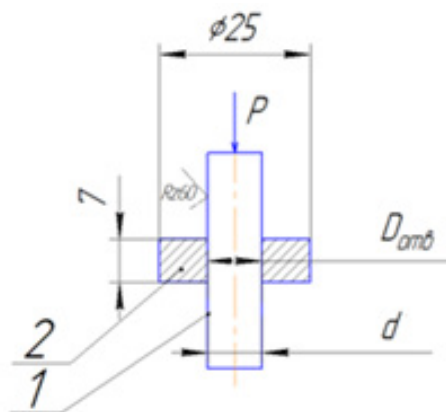


Рисунок 6 – Чертеж лабораторного образца:
1 – вал; 2 – втулка

Таблица 1 – Размеры сопрягаемых деталей

$D_{отв}$, мм	d , мм	Кол. шт
$10^{+0,150}$	10	15

Результаты проведенных исследований – сравнительные данные максимальной осевой нагрузки на сдвиг, которые выдержали лабораторные образцы, разрушенные на разрывной машине МР-5, для состава на основе эпоксидной смолы, анаэробных клеев приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Экспериментальные данные по определению осевой нагрузки на сдвиг

№	Марка клея	Среднее арифметическое усилие, кг
1	Felix	483,0
2	Анатерм-6 (АН-6)	582,0
3	Эпоксидный клей	639,0

Выводы. Краткие экспериментальные исследования показали, что наибольшую осевую нагрузку выдерживают образцы, зафиксированные эпоксидным составом. Но учитывая, что эпоксидные составы при вибрационных нагрузках подвержены растрескиванию, имеют меньший коэффициент линейного расширения, наилучшим вариантом из данных полимерных материалов является анаэробный клей АНАТЕРМ-6, обладающий лучшими упругими свойствами по сравнению с эпоксидным.

Список литературы

1. Кусакин, Е. В. Исследование резьбовых несущей способности анаэробных клеев в качестве уплотняющих материалов / Е. В. Кусакин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 1384–1386.
2. Павлов, П. Э. Интенсификация очистки деталей тракторов и автомобилей / П. Э. Павлов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2020. – С. 1367–1370.
3. Рожин, В. М. Применение анаэробных клеев для восстановления посадочного места под подшипник / В. М. Рожин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 1441–1444.
4. Юшков, В. В. Применение анаэробных материалов при ремонте сельскохозяйственной техники / В. В. Юшков. – Москва: Росагропромиздат, 1990. – 56 с.
5. Анаэробные клеи. – URL: <https://permabond.ru/catalog/anaerobiki> (дата обращения: 21.12.22).

А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков

Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ

Поиск новых материалов в современном машиностроении и их совместимость с традиционными материалами в узлах трения является актуальной задачей. В работе представлены результаты триботехнических исследований на совместимость металломатричных покрытий в паре с антифрикционным чугуном и бронзой.

Актуальность. Большой интерес в литературе проявляется к поиску новых комбинаций материалов. Высокие удельные нагрузки на элементы двигателей или механизмов требуют исследования эффективных комбинаций материалов в трибологическом контакте. Наибольшее внимание следует уделять разработке материалов для трибологических сопряжений, характерных для общего машиностроения, например, сопряжения со сталями, чугунами, алюминиевыми сплавами, бронзами и другими. Керамические покрытия на основе карбида бора обладают отличными свойствами, такими, как высокая твердость, сопротивление истиранию, термостойкость, и могут резко снизить коэффициент трения скольжения [1–6]. Многочисленные исследования по анализу трибологических свойств керамических материалов на основе карбида бора выявили низкую совместимость с основными антифрикционными сплавами, такими, как чугуны и бронзы [7–10]. Анализ результатов выявил интенсивное взаимное адгезионное изнашивание керамического покрытия и контртела.

Цели и задачи исследований. Исследование триботехнических параметров металлокерамических покрытий на основе никеля и кобальта в контакте с серым чугуном и железистой бронзой.

Задачи исследований. 1. Разработка методики триботехнических исследований. 2. Обсуждение результатов исследований.

Материалы и методика исследований. Для реализации поставленной цели были подготовлены контрольные образцы в виде цилиндрических дисков, выполненные из стали 40Х с нанесёнными металломатричными покрытиями.

В качестве материалов металломатричных композитов использовали металлическую матрицу на основе никеля (НМК) и ко-

бальта (КМК), дополнительно легированного оксидом циркония и оксидом бора. Выбор материалов и технология синтеза металло-матричных композитов представлена в работах [10–13].

Триботехнические исследования выполнялись на машине трения СМТ-2070, в условиях граничной смазки в начальный момент испытаний и отсутствия смазки после начального этапа приработки контртела. В ходе испытаний контролировались коэффициент трения в зоне контакта и момент задира поверхностей трения.

Результаты исследований. Испытания, проведенные в сопряжении «Никелевый композит-БрАЖ 9-4» и «Кобальтовый композит – БрАЖ9-4», выявили низкую совместимость и работоспособность поверхностей (рис. 1).

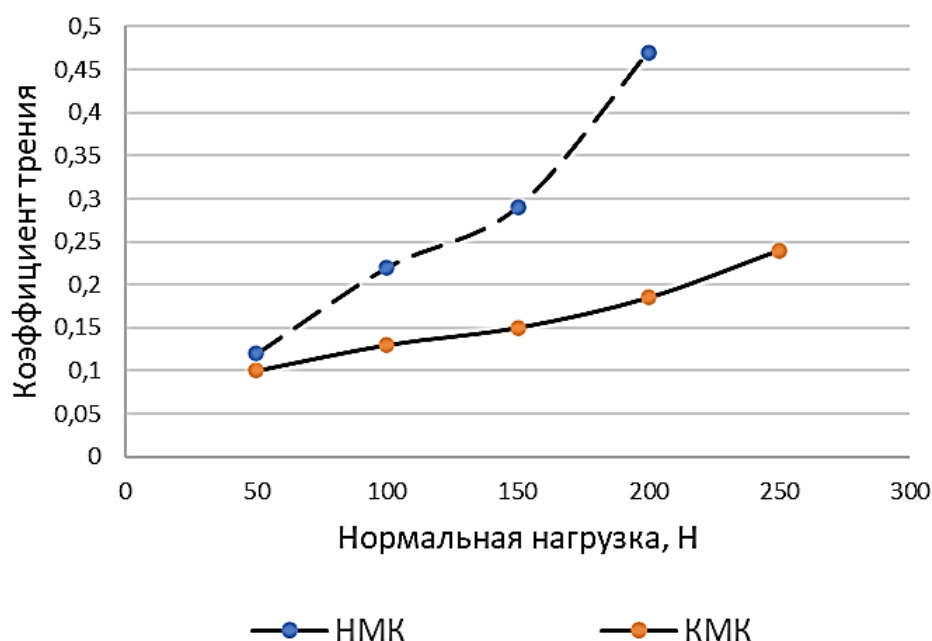


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента трения в условиях сухого трения в контакте с БрАЖ9-4

Стоит отметить, что испытания были выполнены в условиях отсутствия смазочного слоя, с целью определения устойчивости к задиру и адгезионному изнашиванию. Благодаря более высокой термостойкости и прочности КМК имеет относительно низкий коэффициент трения и высокую стойкость к заеданию, что определило более низкую температуру в зоне трения. Однако, несмотря на отсутствие явных признаков заедания, поверхность трения контртела имеет следы адгезионного изнашивания.

Для НМК совместимость с БрАЖ 9-4 неудовлетворительная. С момента начала испытаний трение сопровождалось скачкоо-

бразным повышением температуры до 280 °С при незначительной нагрузке в 150 Н. Поверхность трения НМК после испытаний характеризовалась интенсивным адгезионным износом с формированием глубоких борозд и с налипшим материалом бронзы. Несовместимость данного трибосопряжения связано с высокой долей растворимости никеля в меди при температурах свыше 200 °С.

Для дополнительного анализа были выполнены сравнительные испытания совместно с серым чугуном СЧ-18. По отношению к бронзам в сопряжении с чугуном работоспособность металломатричных композитов значительно выше, что объясняется низкой степенью растворимости никеля и кобальта в железе в температурном диапазоне до 400 °С и появлением графита в зоне трения (рис. 2).

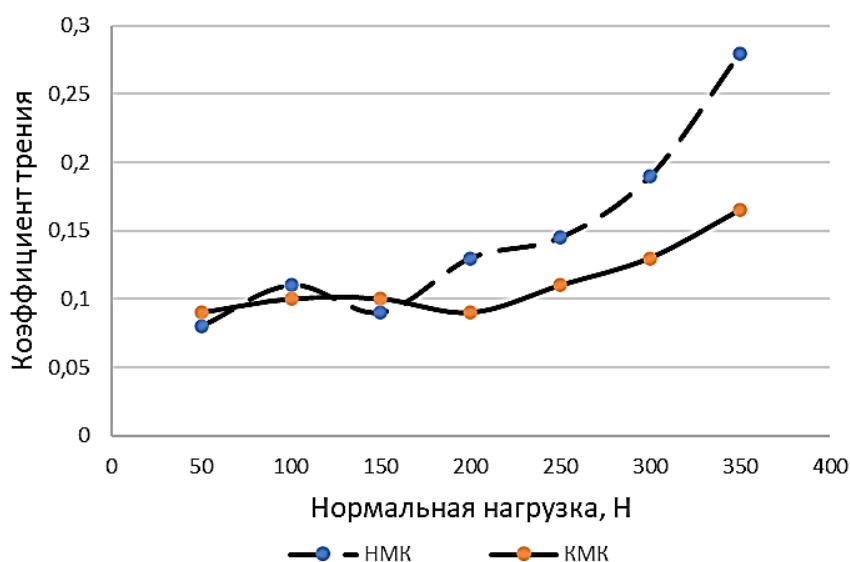


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента трения в условиях сухого трения в контакте с СЧ-18

Поверхность трения контртела СЧ-18 в сопряжении с НМК характеризуется явным абразивным изнашиванием, что вызвано действием твердых керамических включений в структуре металлокомпозита. При этом стоит отметить, что при малых температурах (менее 150 °С) трение НМК по чугуну более предпочтительно, чем с кобальтовой основой. Объяснением может служить действие графита, который в процессе трения плакирует поверхность НМК.

Благодаря более низкой прочности металлической матрицы твердые включения вырываются с никелевой матрицы при более низких нагрузках, формируя поры на поверхности НМК. В про-

цессе трения графит из контртела СЧ-18 плакирует сформированные поры, тем самым создавая эффект трибослоя. Однако с повышением температуры прочность сцепления плакированного слоя снижается и трибослой разрушается, возобновляя абразивное изнашивание.

Кобальтовая основа имеет более высокую устойчивость по сравнению с никелевой матрицей при больших нагрузках на контртело (свыше 150 Н). Благодаря более высокой вязкости кобальта трибослой удерживается на значительный период времени и диапазон создаваемых нагрузок. Поверхность трения контртела СЧ-18 по КМК имеет значительно более низкий износ с характерным усталостным изнашиванием, без следов абразивного и адгезионного изнашивания.

Выводы. Металломатричные композиты на основе никеля и кобальта имеют структуру, характерную для большинства антифрикционных материалов, – мягкая матрица с твердыми включениями. Как показали трибологические исследования, стойкость к изнашиванию, задиростойкость определяется физико-механическими свойствами самих матриц – никеля и кобальта. Из условий испытаний наиболее привлекательным для реализации дальнейших исследований является кобальтовая основа металломатричных композитов благодаря своей низкой адгезионной активности и прочности.

Список литературы

1. Tribological performance of boron-based superhard coatings sliding against different materials / E. V. Kharanzhevskiy, M. D. Krivilyov, A. G. Ipatov [et al.] // *Wear*. – 2021. – Vol. 477. – P. 203835. – DOI 10.1016/j.wear.2021.203835.
2. Восстановление посадочных поверхностей вала гидромотора методом SLM (Selective Laser Melting) / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, В. И. Ширококов, Л. Я. Новикова // *Ремонт. Восстановление. Модернизация*. – 2022. – № 1. – С. 12–17. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-1-12-17.
3. Волков, К. Г. Упрочняющие керамические покрытия рабочей фаски клапанов автотракторных двигателей / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов // *Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Саранск, 24–25 ноября 2021 г.* – Саранск: Национальный исследовательский мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, 2022. – С. 301–307.
4. Волков, К. Г. Температурный режим стендовых испытаний клапанов автотракторных двигателей / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов // *Теория и практика адаптив-*

ной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 173–176.

5. Шмыков, С. Н. Экономическая целесообразность восстановления гидромоторов методом лазерной наплавки в условиях Удмуртской Республики / С. Н. Шмыков, И. М. Гоголев, А. Г. Ипатов // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2022. – № 3. – С. 457–469.

6. Шмыков, С. Н. Эффективность различных способов восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин на примере стрельчатой лапы культиватора / С. Н. Шмыков, А. Г. Ипатов, Л. Я. Новикова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1 (69). – С. 64–71. – DOI 10.48012/1817-5457_2022_1_64.

7. Effect of oxygen in surface layers formed during sliding wear of Ni-ZrO₂ coatings / E. V. Kharanzhevskiy, M. D. Krivilyov, A. G. Ipatov [et al.] // Surface and Coatings Technology. – 2022. – Vol. 434. – P. 128174. – DOI 10.1016/j.surfcoat.2022.128174.

8. Ипатов, А. Г. Исследование свойств керамических покрытий рабочей фаски клапанов двигателей / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, К. Г. Волков // Сельский механизатор. – 2022. – № 3. – С. 42–44.

9. Ипатов, А. Г. Использование аддитивных технологий в ремонтном производстве / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, К. Г. Волков // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х томах, Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. Том I. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 187–191.

10. Большаков, В. И. Особенности формирования структуры и свойств наплавленных слоев при высокоскоростной электродуговой наплавке / В. И. Большаков, А. Г. Ипатов, Д. И. Ваганов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 6. – С. 26–31. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-6-26-31.

11. Волков, К. Г. Расчет долговечности тонкого функционального керамического покрытия с использованием программного комплекса ANSYS mechanical / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2 (70). – С. 49–54. – DOI 10.48012/1817-5457_2022_2_49.

12. Ипатов, А. Г. Повышение эффективности работы турбокомпрессора модификацией подшипниковых сопряжений / А. Г. Ипатов, А. Г. Иванов, А. В. Малинин // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3 (71). – С. 59–63. – DOI 10.48012/1817-5457_2022_3_59-63.

13. Восстановление и упрочнение рабочей фаски клапана двигателя внутреннего сгорания методом селективной лазерной наплавки (SLM) / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 9. – С. 20–26. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-9-20-26.

УДК 629.33.081+621.876

**Ю. Г. Корепанов, Л. Я. Лебедев,
О. Ю. Корепанова, Ф. Р. Арсланов**
Удмуртский ГАУ

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ СТЕНДА ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ШКВОРНЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Проведен обзор способов и устройств для диагностирования шкворневых соединений. Обоснованы параметры измерительной площадки стенда для диагностирования шкворневых соединений автомобилей.

Актуальность. Известен ряд устройств, с помощью которых производится замер зазоров в шкворневых соединениях. Так, диагностирование радиального и осевого зазоров в шкворневых соединениях осуществляют перемещением цапфы относительно бобышки управляемой передней оси, которое фиксируется индикатором, закрепленным на балке переднего моста. Зазоры измеряются в двух положениях колеса: вывешенном и после опускания колеса на поверхность. Поскольку база замера примерно в два раза больше длины шкворня, то величина радиального зазора шкворня будет в два раза меньше величины, зафиксированной индикатором. Осевой зазор измеряется плоским щупом, вставленным между верхней проушиной поворотной цапфы и бобышкой передней оси [2, 4, 5].

Цель: разработка стенда для измерения зазоров в шкворневых соединениях в автоматическом режиме при диагностике и техническом обслуживании автомобилей различных марок на поточных линиях.

Задачи:

- рассмотреть процесс замера радиального и осевого зазоров в шкворневых соединениях;
- обосновать надежность выбранных параметров для подшипника-опоры измерительных площадок.

Материалы и методы. Известно устройство, состоящее из подвижных площадок и домкрата. Принцип измерения основан на вывешивании колес домкратом, а затем опускании их на под-

вижные площадки, которые, перемещаясь в поперечном направлении через соответствующие датчики и вычисления, указывают величину зазора [8].

Известен гидравлический люфтомер-детектор ДЛ-003, позволяющий измерить зазор через перемещение управляемых колес подвижными площадками.

Известен подъемник для вывешивания автомобилей [12], содержащий смонтированное на фундаменте неподвижное основание, на котором закреплена поперечина с поворотными подхватами для вывешивания элементов автомобилей.

Наиболее близким к изобретению является подъемник для вывешивания автомобиля [3], в котором подхваты выполнены в виде поворотной катушки с резиновыми ободками, с жестко закрепленным на катушке храповым колесом.

Однако известные конструкции не позволяют производить замер зазоров в шкворневых соединениях в автоматическом режиме при диагностике и техническом обслуживании автомобилей различных марок на поточных линиях.

Стенд относится к диагностическому гаражному оборудованию и может быть установлен на поточную линию ТО-1 или на диагностическом посту общего диагностирования Д-1 [11, 12].

Стенд состоит из катушечного подъемника с бесступенчатым изменением высоты подъема и блоков измерительных площадок.

Для повышения производительности предусмотрено автоматическое снятие величины зазоров в шкворневых соединениях при проезде через предлагаемый подъемник с помощью блоков измерительных площадок.

На рисунке 1 представлена схема стенда, состоящего из катушечного подъемника и четырех измерительных площадок, по две на каждую сторону автомобиля.

Катушечный подъемник состоит из катушки 1, которая шарнирно установлена на эксцентрическую ось 2, эксцентрическая ось установлена в подшипниках, закрепленных на фундаменте. На эксцентрической оси на шлицах устанавливаются диски с отверстиями 3, с помощью которых, во-первых, ограничивается перемещение катушки вдоль оси, а во-вторых, изменяется высота подъема за счет поворота эксцентрической оси.

К корпусам подшипников закреплены кронштейны 4 с фиксаторами 5 для фиксации эксцентрической оси в нужном положении.

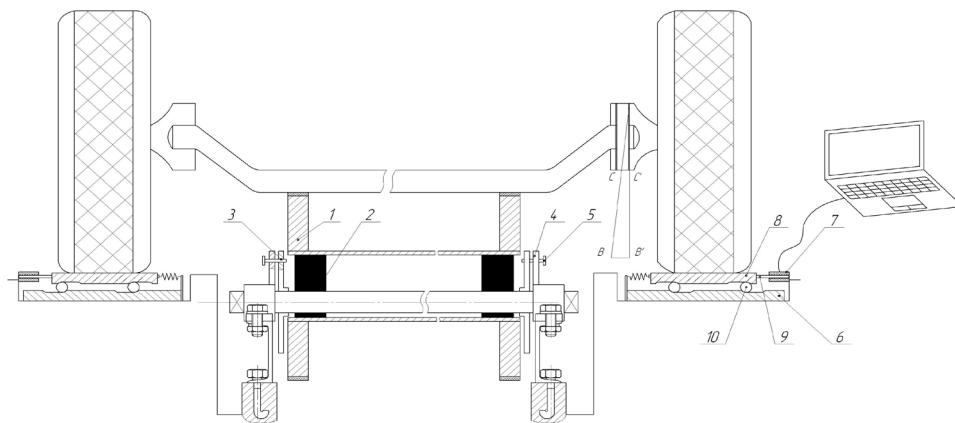


Рисунок 1 – Схема стенда для диагностирования шкворневых соединений автомобилей

Измерительные площадки (рис. 2) состоят из нижней неподвижной площадки 6 с неподвижным соленоидом 7 и подвижной площадкой 8 со штоком 9, между площадками установлен шариковый подшипник 10.

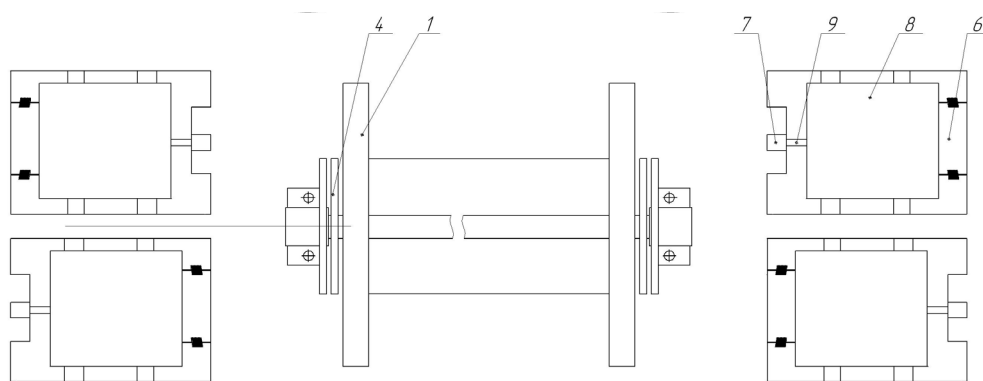


Рисунок 2 – Измерительные площадки стенда

Стенд работает следующим образом. Катушка поворотом эксцентричной оси устанавливается на необходимую высоту, согласно марке автомобиля, и фиксируется [9, 10].

Автомобиль, двигаясь вперед, наезжает передней балкой на катушку, которая, поворачиваясь, поднимает переднюю ось автомобиля, при этом зазоры в шкворневых соединениях выбираются, а колеса автомобиля тянут площадки внутрь, перемещая сердечник в соленоид. Сигнал о перемещении поступает в компьютер. При дальнейшем движении колеса автомобиля полностью вывешиваются, и площадки первого блока возвращаются в исходное положение с помощью возвратных пружин. Перемещаясь далее, автомобиль передними колесами опускается на другой блок площадок измерительных площадок, при этом зазоры опять выби-

раются за счет опускания колес, площадки перемещаются наружу, сердечник входит в соленоид, и сигнал измерения зазора поступает в компьютер. В компьютере предварительно вводится марка автомобиля и производится перевод перемещения площадок в зазор шкворневых соединений. Автомобиль едет дальше, а задний мост не касается катушки, так как ободки расположены ниже. Таким образом, предложенный стенд позволяет производить диагностирование шкворневых соединений различных марок автомобилей на поточных линиях.

Для обеспечения возвратно-поступательного движения верхней опоры 8 необходимо использовать тела качения, как в упорном подшипнике. Тела качения 10 можно использовать как сферические, так и роликовые. Они будут перемещаться в горизонтальных пазах (дорожках качения) на расстояние до 150 мм. Пазы изготовлены фрезерованием вертикальной фрезой, отшлифованы и отполированы, для установки тел качения диаметром 16 мм.

Верхняя пластина такого подшипника будет смещаться по горизонтали, а нижняя пластина 6 остается неподвижной. Для возврата верхней опоры устанавливаются пружины с одной стороны, а с другой – направляющие в виде штока, обеспечивающие фиксирование пластины и ее движение только вдоль дорожек качения.

Во время работы такого подшипника – опоры с горизонтальным перемещением тел качения возникают мгновенные контактные напряжения, превышающие предел упругости для элементов подшипника без повреждения дорожек качения.

Подшипник, работающий при статической нагрузке, рассчитывают с 2...3-кратным запасом. Необходимую допускаемую статическую нагрузку для упорного подшипника со сферическими телами качения можно определить по формуле:

$$C_0 = 3,3 \times z \times d^2, \quad (1)$$

где z – число содержащих тел качения в одном ряду,
 d – диаметр тел качения, мм.

$$C_0 = 3,3 \times 6 \times 16^2 = 50\,688 \text{ Н.}$$

Известна осевая нагрузка F_0 , которая будет приложена к подшипнику-опоре, она составляет 50 000 Н (5 тонн). Определим запас прочности опоры:

$$n = \frac{C_0}{F_0} = \frac{50\,688}{50\,000} = 1,01.$$

Запас прочности не достаточен для такой опоры, используя следующую зависимость (1), позволяющую увеличить коэффициент работоспособности подшипника по их внутренним размерам,

$$\begin{aligned} C_0 &= 8 \times z \times d^2, \\ C_0 &= 3,3 \times 6 \times 16^2 = 123\,000 \text{ Н.} \end{aligned} \quad (2)$$

Получаем запас прочности:

$$n = \frac{C_0}{F_0} = \frac{123\,000}{50\,000} = 2,46.$$

Это значение показывает надежность выбранных параметров для подшипника-опоры и позволит использовать данное устройство в течение необходимого срока службы.

Список литературы

1. Ачеркан, Н. С. Детали машин. / Н. С. Ачеркан // Сборник материалов по расчету и конструированию. – Москва: Машиностроение, 1953.
2. Авторское свидетельство СССР. № 628014. кл В66F7/26.1978.
3. Совершенствование измерения схождения управляемых колес тракторов и грузовых автомобилей / Ю. Г. Корепанов, А. С. Марков, Ф. Р. Арсланов, О. Ю. Корепанова // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Коралева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зюнова. – Ижевск, 2020. – С. 55–58.
4. Совершенствование катушечного подъемника для диагностики и технического обслуживания машин / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, О. Ю. Корепанова [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 88–89.
5. Корепанов, Ю. Г. Совершенствование технических осмотров самоходных машин / Ю. Г. Корепанов, А. С. Марков, Ф. Р. Арсланов // Наука, инновации и образование в современном АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2014. – С. 204–207.

6. Лебедев, Л. Я. Проектирование, расчет и основы конструирования деталей машин в приводах технологического оборудования АПК / Л. Я. Лебедев. – Ижевск, 2014.

7. Лебедев, Л. Я. Детали машин и основы конструирования / Л. Я. Лебедев. – Ижевск, 2018.

8. Организация технического обслуживания и инструментальный контроль машинно-тракторного парка: методические указания / Сост. М. З. Салимзянов [и др.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014.

9. Патент RU 207302 U1, 21.10.2021. Заявка № 20201111167 от 19.04.2021. // Стенд для диагностирования шкворневых соединений автомобилей на поточных линиях / Ю. Г. Корепанов, Р. Р. Шакиров, О. Ю. Корепанова, Н. В. Алексеев, Д. А. Вахрамеев, Ф. Р. Арсланов, О. С. Федоров.

10. Патент на изобретение RU 2747021 C1, 23.04.2021. Заявка № 2020106354 от 10.02.2020 / Катущечный подъемник для диагностики и технического обслуживания автомобилей / Ю. Г. Корепанов, Р. Р. Шакиров, О. Ю. Корепанова, Д. А. Вахрамеев, Е. А. Потапов, К. Л. Шкляев, Н. Г. Касимов, Ф. Р. Арсланов.

11. Эксплуатация машинно-тракторного парка: практическое пособие для изучения эксплуатационных свойств тракторов, сельскохозяйственных машин и комплектования машинно-тракторных агрегатов / сост. Ю. Г. Корепанов [и др.]. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010.

12. Электрифицированный агрегат для диагностики и технического обслуживания машин / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, О. Ю. Корепанова, В. А. Баженов // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 51–54.

УДК 621.43.052:621.515-044.3

А. В. Малинин, А. Г. Ипатов
Удмуртский ГАУ

СХЕМЫ ИСПЫТАНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ ДВС

Ремонт турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания предполагает их обкатку и испытание на пригодность к эксплуатации. Для оценки работоспособности турбокомпрессоров разработаны различные стенды и устройства. Некоторые из них являются сложными и дорогостоящими, другие простыми, но не эффективными. В настоящее время у ремонтных предприятий и мастерских есть потребность в простых и эффективных решениях, именно с этой целью разработан универсальный стенд для обкатки и испытаний турбокомпрессоров.

Актуальность. В современном машиностроении большинство двигателей, устанавливаемых на автомобили, трактора и комбайны, оснащены газотурбинным наддувом с целью повышения мощности и улучшения экологических и технико-экономических показателей. Для наддува данных двигателей используются турбокомпрессоры (ТКР). Современное ремонтное производство предполагает различные схемы восстановления и модификации турбокомпрессоров [1–6]. Развитие материаловедения и технологий синтеза позволяет значительно увеличить ресурс ТКР с минимальными экономическими затратами [7–12]. В соответствии с техническими требованиями на ремонт турбокомпрессоров обязательным этапом ремонта, на основании которого делается заключение о годности агрегата к эксплуатации, является его обкатка и испытание.

Цели и задачи исследований. Целью настоящей работы является анализ существующих схем и методик стендовых испытаний турбокомпрессоров для двигателей внутреннего сгорания.

Материалы и методика исследований. Основными характеристиками испытаний турбокомпрессоров являются такие данные, как время выбега вала ротора ТКР, давление воздуха на выходе из компрессора ТКР, расход воздуха в компрессоре, расход масла в подшипниковом сопряжении и его давление и степень повышения давления в компрессоре π_k :

$$\pi_k = P_k / P_o, \quad (1)$$

где P_o – давление на входе в компрессор (атмосферное давление, оно равно 0,0981 МПа);

P_k – величина давления воздуха на выходе из компрессора, МПа.

В настоящее время существует множество стендов для испытаний или обкатки ТКР. Их можно разделить на безмоторные и моторные. Безмоторные стенды подразделяют на использующие в качестве рабочего тела холодный воздух и горячий газ.

Стенды, у которых в качестве рабочего тела используется холодный воздух, применяются в основном для обкатки и исследовательских испытаний турбокомпрессоров. Такие стенды являются наиболее простыми по конструкции и не требуют специальных навыков и знаний для проведения необходимых работ. Обслуживание, настройка и техническое обслуживание таких стендов не является трудоемким. Авторами работы [1] разра-

ботан стенд для испытаний турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания с использованием технологического компрессора для создания газового потока (рис. 1). Недостатком данного изобретения является сложность в исполнении конструкции из-за соединения технологического компрессора 1 и магистрали 3, так как давление в компрессоре больше, чем в магистрали.

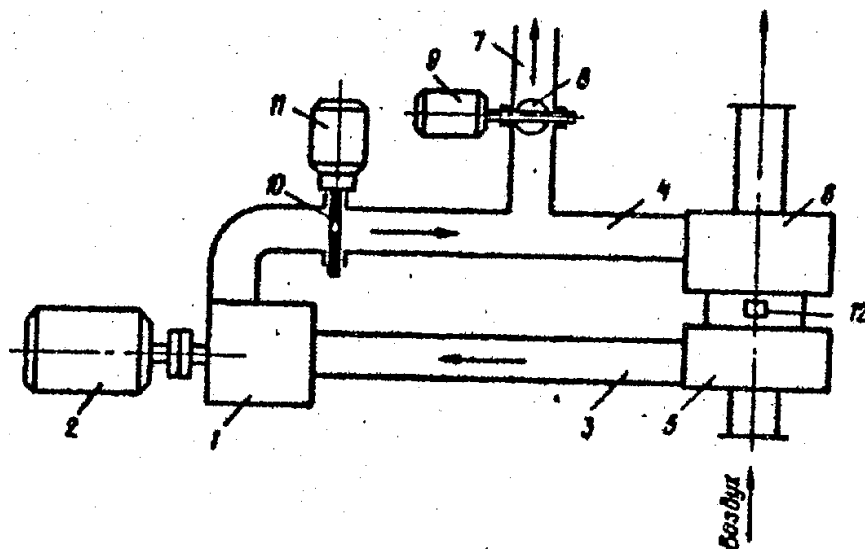


Рисунок 1 – Схема испытательного стенда:

- 1 – технологический компрессор; 2 – регулируемый привод компрессора;
- 3 – выходная магистраль; 4 – входная магистраль; 5 – выход компрессора;
- 6 – вход турбины; 7 – выходной патрубок; 8 – вращающаяся заслонка;
- 9 – привод заслонки; 10 – регулируемый дроссель; 11 – механизм дросселя;
- 12 – датчик оборотов

Безмоторные стенды, у которых в качестве рабочего тела для привода ТКР используется горячий газ, имеют специальные камеры сгорания, в которых сжигается преимущественно дизельное топливо. Такие стенды также являются достаточно распространенными. В работе [13] авторами рассмотрен стенд, в составе которого использована камера сгорания, в которой формируется рабочее тело – горячий газ, использующийся для привода ТКР (рис. 2). Недостатком данного стенда является использование дизельного топлива, что влечет сложность в исполнении конструкции, так как возникает необходимость использования дизельных форсунок высокого давления. Дороговизна стенда возрастает вместе с трудоемкостью техобслуживания и пожароопасности.

Моторные стенды – стенды на основе двигателей внутреннего сгорания (ДВС) позволяют обеспечить наиболее достоверные результаты испытаний. Нормальные режимы работы ТКР обе-

спечиваются двигателем при условии, что сам ДВС находится в исправном состоянии. Данные стенды являются довольно дорогостоящими, их обслуживание является очень трудоемким. Преимущественно такие стенды являются стационарными и используются на крупных заводах-изготовителях. Для ремонтных предприятий использование таких стендов является нецелесообразным в силу их дороговизны и больших трудозатрат на эксплуатацию и обслуживание.

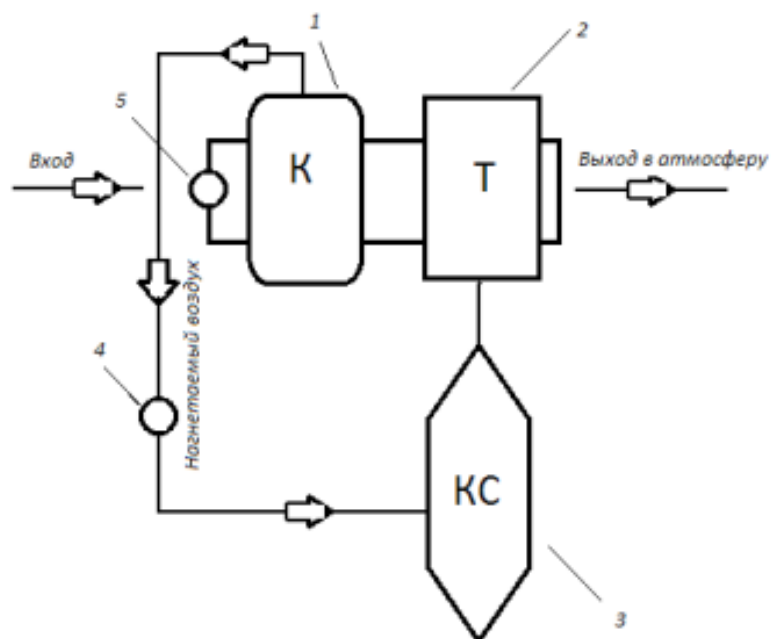


Рисунок 2 – Схема испытательного стенда:

1 – компрессорная ступень; 2 – турбинная ступень; 3 – камера сгорания;
4 – манометр; 5 – датчик частоты вращения ТКР

В современном машиностроении, и особенно в ремонтных предприятиях, наиболее актуальной задачей является сокращение расходов без негативного влияния на эффективность производства и трудовых процессов. Стенды для испытания турбокомпрессоров ДВС могут быть очень разными и выполнять разнообразные задачи, но в большинстве случаев дорогостоящие и сложные по конструкции стенды являются нецелесообразными для ремонтных предприятий и частных мастерских, особенно в нынешнее время. Для них наиболее оптимальным является стенд, который можно без проблем внедрить в уже имеющуюся компоновку предприятия и который будет контролировать только необходимые параметры ТКР в заданных условиях испытаний. С этой целью разработан упрощенный стенд для испытаний и обкатки турбокомпрессоров

ДВС (рис. 3), который не требует специальных навыков для работы с ним, и его компоновка является наиболее упрощенной и оптимальной.

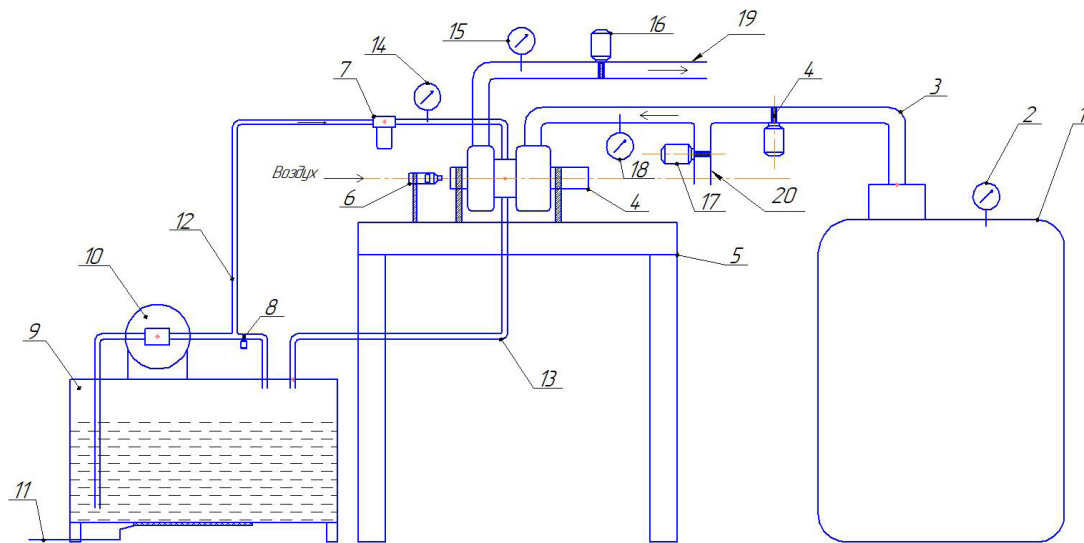


Рисунок 3 – Схема испытательного стенда:

- 1 – технологический компрессор; 2 – манометр компрессора; 3 – входная магистраль; 4 – регулируемый дроссель входной магистрали; 5 – стол;
- 6 – измеритель оборотов; 7 – масляный фильтр; 8 – регулируемый дроссель слива масла; 9 – бак с маслом; 10 – маслонасос; 11 – подогреватель масла;
- 12 – маслопровод входной; 13 – маслопровод сливной;
- 14 – манометр давления масла; 15 – манометр выходной магистрали;
- 16 – регулируемый дроссель выходной магистрали; 17 – регулируемый дроссель выпускной магистрали; 18 – манометр входной магистрали

Данный стенд работает следующим образом. При запуске открывают регулируемый дроссель 4, и сжатый воздух поступает в турбину ТКР 4 по патрубку 3 из технологического компрессора 1 с установленным манометром 2 для контроля давления. Давление на входе в турбину ТКР контролируют при помощи установленного манометра 18 и регулируемого дросселя 4, также для создания пульсирующего воздействия сжатого воздуха на патрубке 3 установлено разветвление 20 с вращающейся заслонкой 17. Сжатый воздух раскручивает турбину ТКР, и тем самым компрессор ТКР начинает создавать давление в патрубке 19, которое измеряется при помощи манометра 15 и регулируемого дросселя 16. Перекрытие патрубку 19 при помощи дросселя 16 позволяет определить давление, создаваемое компрессором ТКР при помощи манометра 15 при определенных оборотах вала ТКР, которые контролируются при помощи тахометра 6, установленного жестко на столе 5. Смазка узлов трения ТКР происходит при помощи масла,

которое находится в баке 9 и предварительно прогревается до необходимой температуры при помощи электрического нагревательного элемента 11, приклеенного снизу масляного бака. Разогретое масло поступает по маслопроводу 12 в маслонасос 10, из которого поступает под давлением в ТКР через масляный фильтр 7. Для контроля давления в маслопроводе 12 установлен манометр 14 и регулируемый кран-дроссель 8, через который излишки масла поступают обратно в бак. Слив масла из ТКР реализован при помощи обратного маслопровода 13, который подключен к масляному баку 9.

При помощи данного стенда можно достаточно быстро определить необходимые параметры работы ТКР, которые будут указывать на его пригодность к эксплуатации и при помощи которых можно оценить эффективность работы различных узлов агрегата. Обкатка турбокомпрессора также является возможной на данном стенде и не требует дополнительных трудозатрат.

Результаты исследований и их обсуждение. В работах [13, 14] авторами предлагаются различные стенды и схемы для испытания турбокомпрессоров ДВС. Данные стенды имеют свои достоинства и недостатки, но в нынешнее время у ремонтных предприятий и частных мастерских возникает потребность в простых решениях, которые будут максимально эффективными и простыми. С этой целью разработан стенд для обкатки и испытаний турбокомпрессоров ДВС (рис. 3). Данный стенд позволяет удовлетворить все потребности ремонтных предприятий, так как он является универсальным, простым и может быть интегрирован в компоновку предприятия без больших финансовых затрат. К тому же его обслуживание является простым и понятным, а для работы с ним не нужно специальных навыков и познаний. Все это дает низкую трудоемкость работ, а соответственно высокую эффективность, производительность и дешевизну.

Выводы. Существуют различные стенды и схемы для испытания и обкатки турбокомпрессоров ДВС. Некоторые из них являются сложными и дорогостоящими, другие простыми, но не эффективными. Решением может стать разработанный стенд (рис. 3) для ремонтных мастерских и предприятий, который является оптимальным и универсальным по различным параметрам.

Список литературы

1. Восстановление посадочных поверхностей вала гидромотора методом SLM (SelectiveLaserMelting) / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, В. И. Широ-

ков, Л. Я. Новикова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 1. – С. 12–17. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-1-12-17.

2. Шмыков, С. Н. Эффективность различных способов восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин на примере стрельчатой лапы культиватора / С. Н. Шмыков, А. Г. Ипатов, Л. Я. Новикова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1 (69). – С. 64–71. – DOI 10.48012/1817-5457_2022_1_64.

3. Effect of oxygen in surface layers formed during sliding wear of Ni–ZrO₂ coatings / E. V. Kharanzhevskiy, M. D. Krivilyov, A. G. Ipatov [et al.] // Surface and Coatings Technology. – 2022. – Vol. 434. – P. 128174. – DOI 10.1016/j.surfcoat.2022.128174.

4. Ипатов, А. Г. Исследование свойств керамических покрытий рабочей фаски клапанов двигателей / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, К. Г. Волков // Сельский механизатор. – 2022. – № 3. – С. 42–44.

5. Ипатов, А. Г. Использование аддитивных технологий в ремонтном производстве / А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, К. Г. Волков // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т., Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – Т. I. – С. 187–191.

6. Большаков, В. И. Особенности формирования структуры и свойств наплавленных слоев при высокоскоростной электродуговой наплавке / В. И. Большаков, А. Г. Ипатов, Д. И. Ваганов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 6. – С. 26–31. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-6-26-31.

7. Волков, К. Г. Расчет долговечности тонкого функционального керамического покрытия с использованием программного комплекса ANSYS mechanical / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2 (70). – С. 49–54. – DOI 10.48012/1817-5457_2022_2_49.

8. Ипатов, А. Г. Повышение эффективности работы турбокомпрессора модификацией подшипниковых сопряжений / А. Г. Ипатов, А. Г. Иванов, А. В. Малинин // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3 (71). – С. 59–63. – DOI 10.48012/1817-5457_2022_3_59-63.

9. Восстановление и упрочнение рабочей фаски клапана двигателя внутреннего сгорания методом селективной лазерной наплавки (SLM) / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 9. – С. 20–26. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-9-20-26.

10. Волков, К. Г. Упрочняющие керамические покрытия рабочей фаски клапанов автотракторных двигателей / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Саранск, 24–25 ноября 2021 г. – Саранск: Национальный исследо-

вательский мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, 2022. – С. 301–307.

11. Волков, К. Г. Температурный режим стендовых испытаний клапанов автотракторных двигателей / К. Г. Волков, А. Г. Ипатов // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 173–176.

12. Шмыков, С. Н. Экономическая целесообразность восстановления гидромоторов методом лазерной наплавки в условиях Удмуртской Республики / С. Н. Шмыков, И. М. Гоголев, А. Г. Ипатов // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2022. – № 3. – С. 457–469.

13. Авторское свидетельство СССР № 1239545 по кл. G01M 15/00, опубл. 23.06.1986, авторы Д. Я. Носырев, Г. П. Денисов «Стенд для испытания турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания», патентообладатель Куйбышевский институт инженеров железнодорожного транспорта. SU 1239545 A1, 23.06.1986.

14. Мошкин, Н. И. Определение структурных параметров для оценки технического состояния агрегатов наддува сельскохозяйственных дизельных двигателей на примере компрессора ТКР-7с-6 / Н. И. Мошкин, Д. Ж. Самбилов, С. С. Бадмаев // Прогресс транспортных средств и систем – 2018: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Волгоград, 09–11 октября 2018 г. / Под ред. И. А. Каляева, Ф. Л. Черноусько, В. М. Приходько. – Волгоград: Волгоградский ГТУ, 2018. – С. 257–259.

УДК 621.8-049.32:621.793

Р. Н. Сайфуллин, И. Р. Гаскаров, А. Р. Валиев, А. П. Павлов
Башкирский ГАУ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ

В работе проанализированы металлополимерные покрытия и материалы, используемые для работы в условиях трения скольжения. Предложен способ увеличения адгезионной прочности металлополимерных покрытий путем предварительной приварки на изношенную поверхность стальной сетки, ячейки которой заполняются порошково-полимерной композицией.

Актуальность. К металлополимерным относятся материалы, имеющие в своем составе металл и полимер, который иногда выполняет роль связующего, при этом каждый из составляющих может быть в порошкообразном или компактном состоянии, а металлическая составляющая также может быть в волокнистом состоянии.

При восстановлении изношенных деталей машин металлополимерные композиции применяются как в качестве присадочного материала для наплавки, так и в виде материала для непосредственного нанесения на изношенную поверхность и соединения с последней за счет адгезии. Первые применяются в основном в виде порошково-полимерных и спеченных лент (армированных и неармированных) [1], шнуров, наплавляемых на изношенную поверхность [2, 3]. Вторые используются в основном для нанесения на поверхность в виде порошково-полимерных масс, не работающих на трение скольжения (неподвижные посадки). Это восстановление постелей блоков цилиндров двигателей, внутренних поверхностей нижних головок шатунов, корпусных деталей с трещинами, посадочных поверхностей под подшипники и под стаканы подшипников в корпусных деталях, герметизация и фиксация неподвижных соединений и т.п. Данные композиции широко представлены на рынке [4].

Вместе с тем, применение металлополимерных композиций, хорошо работающих в условиях трения скольжения, открывает большие возможности для использования в сфере восстановления деталей машин с получением требуемых физико-механических и эксплуатационных свойств покрытий в достаточно широком их диапазоне. В настоящее время такие композиции используются в основном для легконагруженных деталей, хотя современный уровень развития полимеров и композиционных материалов позволяет получать прочные, износостойкие и теплостойкие металлополимерные поверхности [5, 6].

Часто в качестве металлополимерного изделия для подшипника скольжения используются слоистые изделия, представляющие собой металлическую подложку, адгезионный подслои и антифрикционный полимер (зачастую фторопластовый или реже композиции на основе полиэфирэфиркетона, полиоксиметилена, сверхвысокомолекулярного полиэтилена) или фторопласт, запрессованный в пористый бронзовый слой, который, в свою очередь, нанесен на металлическую подложку. В качестве металлической подложки используются стали Ст3, 08пс, 12Х18Н10, алюминий. Также металлополимерные подшипники скольжения изготавливают из сетки с различным размером ячеек и толщиной проволоки из сталей 20, 12Х18Н9Т, бронзы, латуни, меди. В качестве антифрикционного слоя применяется также фторопласт [6].

Однако при восстановлении изношенных деталей машин технологично для ремонтников использование порошковопо-

лимерных масс, наносимых на изношенную поверхность вручную, без использования специальных приспособлений. Одним из сдерживающих факторов использования подобных материалов для восстановления изношенных деталей является малая изученность их состава и технологий нанесения покрытий, обеспечивающих достаточную прочность сцепления с основой, высокую износостойкость и теплостойкость.

Цель: повышение прочности сцепления металлополимерных покрытий на деталях машин.

Материалы и методы. Требуемую износостойкость в металлополимерном покрытии возможно получить использованием металлических и графитовых наполнителей. Теплостойкость многих полимерных связующих в металлополимерных композициях невысокая и обычно не превышает 250 °С, что недостаточно для нагруженных пар трения, так как в точках фактического контактирования трущихся поверхностей температура выше 250 °С. Для повышения теплостойкости связующего полимера в металлополимерных композициях возможно опробование клеев марок ВК-15, ВК-22, ЭДС-250 и др. Достаточную адгезионную прочность получить затруднительно, так как имеющиеся на сегодняшний день связующие не могут обеспечить достаточную прочность сцепления с основным металлом детали. Повышение прочности сцепления добиваются путем увеличения шероховатости поверхности [5], но при малой толщине металлополимерного покрытия уменьшается когезионная прочность. Поэтому для оптимального сочетания когезионной и адгезионной прочности целесообразно использовать дополнительный армирующий материал. В качестве него мы предлагаем использовать стальную сетку из малоуглеродистой стали. Сетка приваривается к поверхности изношенной детали электроконтактным способом в нескольких точках, а на нее наносится металлополимерный состав, обеспечивающий износостойкость покрытия (рис. 1) (размер ячейки сетки – 2'2 мм, толщина сетки – 1,5 мм). Таким образом, армирующая сетка значительно повышает прочность сцепления, а также когезионную прочность самого покрытия. Запрессовывание металлического порошка в сетку было известно и ранее [7], но способы отличаются необходимостью использования дополнительного устройства для запрессовки и сложностью конструкции.

Результаты исследований. В зависимости от использованного металлополимерного материала можно использовать такое

покрытие как в исходном состоянии, так и приварить электроконтактным способом к поверхности детали (рис. 2) (режимы электроконтактной приварки: сварочный ток – 8...9 кА; продолжительность импульса тока 0,06 с; продолжительность паузы – 0,08 с; усилие прижима роликового электрода – 3000 Н, скорость приварки – 0,008 м/с, ширина роликового электрода – 5 мм). Прочность сцепления металлопокрытия до электроконтактной приварки составила 18...45 МПа покрытия, после электроконтактной приварки 210...280 МПа.

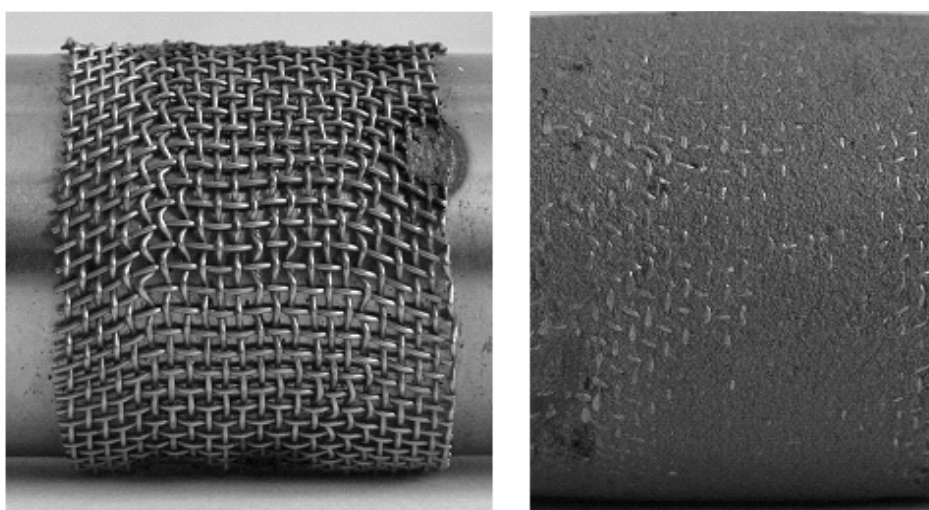


Рисунок 1 – Прихватка стальной сетки на цилиндрическую деталь контактной сваркой и заполнение ячеек сетки металлополимерным материалом

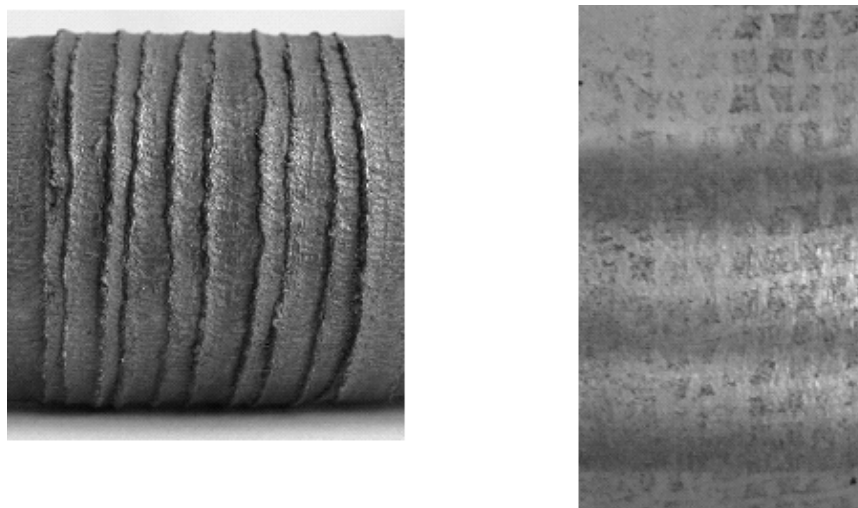


Рисунок 2 – Поверхность после электроконтактной приварки и шлифования

Выводы и рекомендации. Использование полимерных материалов не требует сложного оборудования и высокой квалифи-

кации работников, оно возможно в условиях как специализированных предприятий, так и мастерских общего назначения, а также непосредственно в полевых условиях. Это достигается за счет возможности исключения механической обработки восстанавливаемых деталей, так как необходимые размеры обеспечиваются применением калибрующих оправок и зажимов, которые используются, например, до отверждения связующего полимера. Прочность сцепления полученных металлополимерных композиций составила 18...45 МПа до электроконтактной приварки и 210...280 МПа после электроконтактной приварки.

Проведенные поисковые эксперименты показывают, что исследования в этом направлении весьма перспективны, так как позволяют осуществить управляемое и направленное формирование композиционного металлополимерного покрытия с высокими эксплуатационными свойствами.

Список литературы

1. Сайфуллин, Р. Н. Электроконтактная приварка порошковых материалов при восстановлении деталей и получении защитных покрытий: монография / Р. Н. Сайфуллин. – Уфа: Изд-во БашГАУ, 2008. – 184 с.
2. СваркаРУ. – URL: <https://xn--80aae7a3acbw.xn--p1ai>.
3. ООО «Завод Твердосплавных Сталей «ДОН». – URL: <https://ztsdon.ru/produktsiya/shnur-naplavochnyy>.
4. Henkel. – URL: <https://www.henkel-adhesives.com/ru/ru.html>.
5. Гвоздев, А. А. Исследования и рекомендации по увеличению адгезионной прочности металлополимерных композиций в узлах трения машин и оборудования / А. А. Гвоздев // Владимирский земледелец. – 2015. – № 3-4 (73-74). – С. 40–43.
6. ООО "Константа-2". – URL: <https://www.constant-2.ru/podshipnikiskolzheniya>.
7. А. с. № 1041214 СССР. Способ получения покрытий из порошковых материалов / П. А. Витязь, С. С. Клименков, Д. С. Лысов, И. С. Алексеев. Опубл. 15.09.83. Бюл. № 34.

О. С. Федоров, В. Э. Павлов, В. Е. Быстров

Удмуртский ГАУ

К ВОПРОСУ О ПРИГОТОВЛЕНИИ КОМБИНИРОВАННЫХ КОРМОВ В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ ФОРМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Исследуется влияние пропускной способности молотковой дробилки зерна на качество измельчения сепарирующего решета при использовании модернизированного сепаратора.

Актуальность. Изготовление высококачественных, полноценных комбинированных кормов возможно только при высокой механизации технологических процессов, наличии качественных ингредиентов и высококвалифицированного персонала. В настоящее время таким требованиям соответствуют лишь комбикормовые заводы крупных агрохолдингов. Основными недостатками при использовании таких комбикормов малыми хозяйствами является высокая их стоимость и набор ингредиентов, не в полной степени подходящий для кормления своего поголовья.

Многие сельхозтоваропроизводители изготавливают комбинированные корма на собственном производстве, так как для этого имеют собственное фуражное зерно, а минеральные компоненты, премиксы можно приобрести в нужном количестве и необходимого состава. Основной трудностью является механизация технологического процесса, а именно механизация измельчения, дозирования, смешивания компонентов смеси. Затруднения возникают в приобретении машин, так как серийно промышленность практически не выпускает машины под невысокие объемы производства, а приобретение дорогостоящих машин, которые будут загружены на 10–15 % своей номинальной производительности, будет нерентабельным для малых хозяйств. По этой причине разработка, проектирование и модернизация существующих машин для механизации технологических процессов при приготовлении комбинированных кормов в условиях малых форм хозяйствования является актуальной задачей.

Целью проведения исследований является определение оптимальных технологических параметров сепаратора модернизированной молотковой дробилки зерна.

Материалы и методы. При приготовлении комбинированных кормов первоначальной задачей является качественное измельчение зерновой основы, которая составляет 70 %...80 % от общего объема комбинированных кормов [1, 8–10, 13]. В хозяйствах с этой целью широко используются молотковые дробилки различной конструкции (рис. 1) и с разными техническими характеристиками. Подобные машины просты в эксплуатации, надежны, но практически во всех дробилках для изменения модуля помола измельчаемого ингредиента необходимо останавливать работу машины [2–6], менять сепарирующее решето с одним размером отверстий на решето с другим размером отверстий и вновь запускать процесс измельчения. Основными недостатками такого способа регулирования является отсутствие возможности осуществлять регулировку модуля помола плавно, т.е. бесступенчато, а также разборка-сборка дробильного устройства.

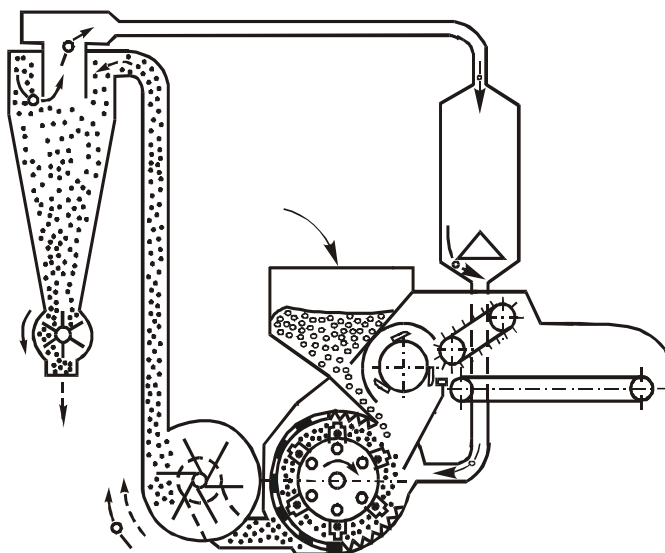


Рисунок 1 – Молотковая дробилка зерна

Анализ многочисленных конструкций сепараторов дробилок зерна показал, что наиболее эффективно использовать сепарацию измельченного зерна вне камеры измельчения [2, 8, 10, 13]. Такая организация технологического процесса работы дробилки предполагает снижение компактности установки, но зато происходит значительное повышение качества измельчения (содержание в готовом продукте целых зерен менее 0,2 %, пылевидной фракции менее 2 %), а также за счет своевременного отвода готового продукта происходит снижение энергозатрат и повышается ресурс рабочих органов дробилки.

Разделение дерти на фракции и регулирование модуля помола в модернизированном сепараторе (рис. 2) происходит следующим образом:

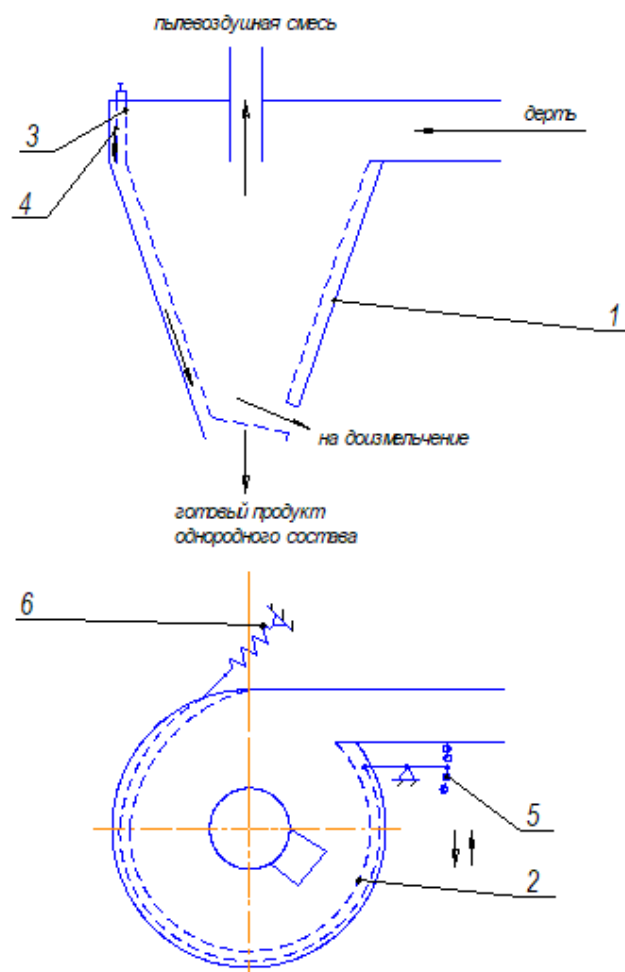


Рисунок 2 – Схема сепаратора молотковой дробилки зерна с плавной регулировкой сечения отверстий

Измельченное в дробильной камере зерно (дeрть) поступает во внутреннюю полость сепаратора, где происходит сепарация, частицы, достигшие необходимых размеров, проваливаются между стенкой корпуса 1 и самим сепаратором в дальнейшем идут на выгрузку, а частицы, не достигшие нужных размеров, на повторное измельчение. Цилиндрическая часть сепаратора 3 изготовлена из перфорированного оцинкованного листа с квадратными отверстиями. Коническая – из аналогичных листов только с круглыми отверстиями. Для регулировки модуля помола зерна без замены решет сепаратора предусмотрено следующее техническое решение: на наружную поверхность сепарирующего цилиндра наложен еще один лист с квадратными сепарирующими отверстиями

4. Перемещая лист 4 относительно листа 3, квадратные отверстия перекрывают друг друга, и таким образом происходит регулирование «живого сечения» сепарирующей поверхности.

Одними из важнейших критериев, характеризующих работоспособность дробилки зерна, являются пропускная способность и качество измельченного зерна.

Основными показателями качества измельчения являются модуль помола, наличие целых зерен и содержание пылевидной фракции [2, 3, 7, 10, 13].

Для проведения экспериментов цилиндрическая часть сепарирующего решета изготовлена из пробивных решет с квадратными отверстиями, сторона квадрата равна 10 мм, а в конической части установлены решета с круглыми отверстиями диаметром 6 мм. В качестве измельчаемых культур использовались зерна пшеницы, ячменя, овса. Опыты проводились в пятикратной повторности, результаты представлены на рисунке 3. Установлено, что повышение подачи от 0,2 т/ч...5,8 т/ч при постоянном сечении сепарирующего решета не сильно влияет на модуль помола, в независимости от того, какой вид зерна измельчается.

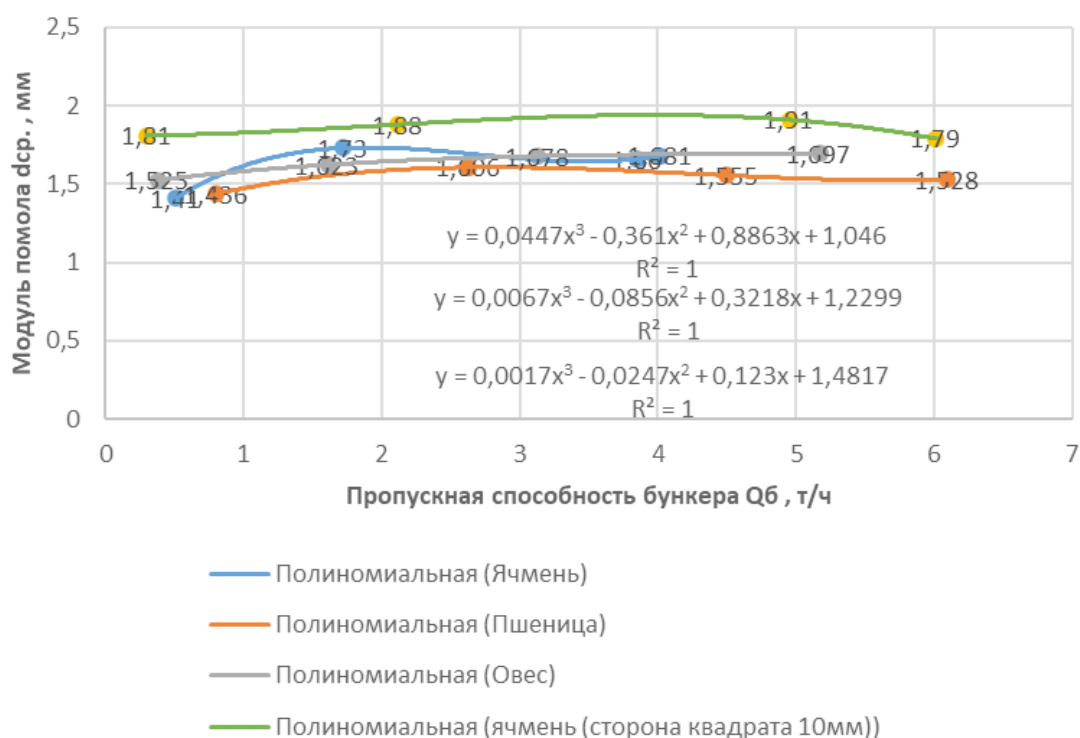


Рисунок 3 – Зависимость модуля помола от пропускной способности бункера

Гранулометрический состав готового продукта, полученного в результате проведения опытов, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Массовые и суммарные выходы «по минусу» измельченных частиц

Класс измельченных частиц, мм	Величина подачи							
	Q = 0,269 т/ч		Q = 2,119 т/ч		Q = 4,723 т/ч		Q = 5,882 т/ч	
	Pi,%	Ri,%	Pi,%	Ri,%	Pi,%	Ri,%	Pi,%	Ri,%
0...0,25	8,110	8,110	5,123	5,123	6,245	6,245	5,136	5,136
0,25...1,0	16,465	24,575	10,557	15,681	12,737	18,981	9,062	14,198
1,0...2,0	43,097	67,672	46,072	61,753	47,865	66,847	45,236	59,434
2,0...3,0	24,273	91,945	30,805	92,557	28,069	94,916	35,608	95,042
Свыше 3,0	7,151	99,096	6,8	99,357	4,599	99,515	4,386	99,428
Целые зерна	0,965	100	0,917	100	0,684	100	0,502	100

Выводы. По результатам анализа помольных характеристик можно сделать вывод, что с увеличением подачи происходит снижение процентного содержания в готовом продукте целых зерен. Содержание остатка на сите диаметром 3 мм при увеличении подачи уменьшается с 7,15 % при $Q = 0,269$ т/ч, до 4,39 % при $Q = 5,88$ т/ч. Максимальное содержание пылевидной фракции наблюдается при величине подачи, равной $Q = 0,269$ т/ч, остаток на сите диаметром 0,25 мм при этом составляет 8,11 %. С учетом требований ГОСТа и зоотехнических требований к кормам измельченный продукт подходит для кормления КРС и свиней.

Список литературы

1. Результаты экспериментальных исследований вибрационного отделителя примесей из зерна / В. А. Баженов, А. А. Мякишев, В. А. Петров [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 12 (67). – С. 27–35.
2. Обоснование пропускной способности циклона-сепаратора для дробилок зерна / А. Г. Бастрогов, П. В. Дородов, О. С. Федоров, В. И. Ширококов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4 (49). – С. 44–51.
3. Использование биопрепарата для переработки навоза при беспривязной технологии содержания крупного рогатого скота / М. Р. Кудрин, О. А. Краснова, В. А. Николаев [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 55. – № 4. – С. 70–76.
4. Красноперов, Н. И. Вибрация как способ повышения эффективности работы дозаторов и смесителей при производстве БМВД / Н. И. Красноперов, О. С. Федоров, Л. С. Мосина // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, 17–19 ноября 2021 г. – Ижевск, 2021. – С. 265–269.

5. Конструктивные особенности смесителей для приготовления биологически активных добавок / И. А. Охотникова, Н. Г. Касимов, Л. Я. Лебедев, В. Ф. Первушин, [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 5. – С. 20–21.
6. Патент на полезную модель 151368 Российская Федерация, МПК В02С 13/00. Модернизированная дробилка для зерна: № 2014126676: заявл. 01.07.2014: опубл. 10.04.2015 / Ширококов В. И., Жигалов В. А., Фёдоров О. С., Ясафов Ю. А., Бастригов А. Г.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». – 5 с.: ил.
7. Влияние основных физико-механических характеристик сыпучих ингредиентов на качество комбинированных кормов / О. С. Федоров, А. Н. Голубков, В. А. Глухов, С. П. Князев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией, 11–13 ноября. 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 193–200.
8. Федоров, О. С. Совершенствование конструкции зерновых молотковых дробилок / О. С. Федоров // Интеллектуальные системы в производстве. – 2008. – № 2 (12). – С. 110–113.
9. Федоров, О. С. Совершенствование технологического процесса дозирования ингредиентов комбинированных кормов / О. С. Федоров, В. И. Ширококов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1 (69). – С. 55–64.
10. Федоров, О. С. Исследование влияния формы и размера отверстий сепарирующей поверхности решета на эффективность работы молотковых дробилок / О. С. Федоров, К. В. Глухов // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 15–18 февр. 2022 г. – Ижевск, 2022. – С. 223–227.
11. Предварительные исследования вибродозатора сухих рассыпных кормов / В. А. Ширококов, О. С. Федоров, А. А. Мякишев, В. А. Петров // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, 24–26 февр. 2021 г. – Ижевск, 2021. – С. 68–72.
12. Ширококов, В. И. Исследование равномерности подачи семян в зависимости от массы вибросистемы высевающего аппарата / В. И. Ширококов, О. С. Федоров, В. Ф. Первушин // Динамика механических систем: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева 23–24 сентября 2020 г. – Казань, 2021. – С. 214–218.
13. Ширококов, В. И. Совершенствование конструкции зерновых молотковых дробилок / В. И. Ширококов, О. С. Федоров // Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства: материалы Юбилейной науч.-практ. конф. 55 лет выс-

шему агроинженерному образованию в Удмуртии, 03–04 декабря 2010 г. – Ижевск, 2010. – С. 16–19.

УДК 621.436.018.2

Р. Р. Шакиров, А. А. Кавыев, М. А. Чикуров, А. В. Иванов
Удмуртский ГАУ

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ В ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ

Автотракторные дизельные двигатели производятся, регулируются и испытываются для стационарных режимов. При этом нагрузки, возникающие в потребителе энергии, имеют переменный характер, что вызывает появление в двигателе переходных процессов. Рассматриваются вопросы проведения качественных измерений эффективных показателей работы двигателя на режимах реальных динамических нагрузок.

Актуальность. Постоянное изменение нагрузки характерно для любого двигателя автотракторной техники, что, соответственно, вызывает появление переходных процессов и общее ухудшение эффективных показателей.

Снижение качества показателей работы двигателя во время его работы с неустановившейся нагрузкой вызвано ускорениями, появляющимися в двигателе во время смены скоростного режима. Для повышения эффективных показателей двигателя и, соответственно, увеличения производительности и экономичности техники необходимо испытывать и регулировать их, исходя из динамики работы, динамики изменения внешнего сопротивления.

Целью работы является исследование особенностей измерения эффективных показателей дизельного двигателя в реальных эксплуатационных условиях.

Задачи:

- определить этапы измерения эффективных показателей двигателя;
- охарактеризовать требования к двигателю, условиям окружающей среды и другим элементам, влияющим на проведение испытаний;
- обозначить требования к измерительным приборам.

Материалы и методы. Динамические испытания дизельного двигателя базируются на теоретических исследованиях, которые определяют пределы измерений. Учитывая то, что теоретические расчеты, как правило, проводятся при достаточно большом количестве допущений, полученные результаты требуют подтверждения и уточнения.

Программа исследований предусматривает следующие основные этапы:

1. Снятие стационарных характеристик испытываемого двигателя.

2. Снятие динамических характеристик двигателя для исследования работы элементов систем.

Перед проведением испытаний двигатель должен быть укомплектован, отрегулирован и подготовлен согласно требованиям ГОСТ 18509-88. При снятии динамических и стационарных характеристик нужно обратить внимание на постоянство атмосферных условий, т.к. их влияние на показатели двигателя соизмеримо с величиной динамических изменений. Кроме того, необходимо быть уверенными в том, что характеристики установившихся режимов не изменились в процессе исследования (стационарность во времени). С этой целью опыты проводятся в короткие сроки, с использованием единой аппаратуры без изменения настроек и регулировок.

Первым этапом проведения исследований является снятие стационарных характеристик дизельного двигателя. Стационарные характеристики дают возможность получить отправные данные для исследований при динамических режимах: коэффициенты усиления и пределы изменения возмущающих воздействий. Для этого необходимы характеристики скоростные, регуляторные, регулировочные, нагрузочные и т.д. При определении коэффициентов дифференциальных уравнений математической модели переходного процесса двигателя есть необходимость определения фактора устойчивости.

$$Fd = (dM_c / d\omega) - (dM_{кр} / d\omega), \quad (1)$$

где dM_c – изменение момента сопротивления, Нм;

$dM_{кр}$ – изменение крутящего момента, Нм;

$d\omega$ – изменение угловой скорости.

Первоначально был установлен режим по регуляторной характеристике, соответствующий $0,9 N_{e_{max}}$. В этом положении рей-

ка топливного насоса была закреплена. Учитывая то, что для определения фактора устойчивости необходима ветвь скоростной характеристики, лежащая в зоне меньших частот вращения, относительно пересечения с регуляторной характеристикой, момент сопротивления постепенно увеличивали. Ветвь скоростной характеристики, расположенная в зоне больших частот вращения относительно точки пересечения с регуляторной характеристикой, не снималась. При снятии скоростной характеристики замерялись величины крутящего момента и частоты вращения двигателя.

При проведении испытаний первоначально устанавливается стационарный установившийся режим работы двигателя по регуляторной характеристике в зоне наиболее часто используемых эксплуатационных режимов при выполнении энергоемких работ. Приняты следующие стационарные режимы: $N_e = 0,85 N_{e_{max}}$; $N_e = 0,90 N_{e_{max}}$; $N_e = 0,95 N_{e_{max}}$; $N_e = N_{e_{max}}$. Количество режимов определялось желанием проанализировать характер работы двигателя на всем протяжении эксплуатационных режимов.

В рамках каждого установившегося режима проводится серия возмущающих воздействий в виде набросов нагрузки, характеризующихся определенной степенью повышения момента сопротивления. Набросы нагрузки для каждого установившегося режима отличались по величине. Это связано с достаточно большой разницей крутящих моментов на этих установившихся режимах. В соответствии с принятыми значениями предельных крутящих моментов получаем величины степени увеличения момента сопротивления на каждом режиме нагружения.

Для проведения исследований необходимо использовать целый комплекс измерительно-регистрающей аппаратуры. Перед проведением испытаний определялись величины барометрического давления воздуха по барометру (погрешность измерения $\pm 0,0002$ МПа) и влажности воздуха в помещении лаборатории (погрешность измерений ± 2 %) при помощи психрометра.

В процессе испытаний проводилось измерение показателей как в стационарных, так и в динамических режимах.

Во время стационарных и динамических режимов необходимо измерить следующие основные параметры: частота вращения, крутящий момент, расход топлива, расход воздуха и температура воздуха на впуске.

Наиболее сложно было организовать измерение параметров работы двигателя при работе на динамических режимах, при этом

динамические режимы являются основными. Поэтому при этих измерениях желательно использовать более сложные измерительные системы, позволяющие точно фиксировать значения параметров через 0,2 секунды и меньше. Главное требование к измерительным системам – это низкая инерционность, позволяющая реагировать на изменения параметров практически мгновенно.

Результаты исследований. Измерение эффективных показателей дизельного двигателя в динамических режимах позволило получить характеристики, позволяющие качественно влиять на мощностные и экономические показатели работы двигателя.

Выводы и рекомендации. Использование малоинерционных измерительных систем, обеспечивающих высокую точность и малую периодичность между замерами, позволит более полно изучить процессы в дизельных двигателях, работающих на реальных режимах нагружения.

Список литературы

1. Вахрамеев, Д. А. Анализ работы силовых агрегатов, используемых при различных способах обработки почвы / Д. А. Вахрамеев, Н. Д. Давыдов, Р. Р. Шакиров // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. – Ижевск, 2022. – С. 173–179.
2. Вахрамеев, Д. А. Повышение производительности и экономичности машинно-тракторного агрегата улучшением динамических характеристик двигателя : спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства», 05.04.02 «Тепловые двигатели» : дис. ... канд. тех. наук / Вахрамеев Дмитрий Александрович. – Казань, 2000. – 231 с.
3. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний : дата введения 1990-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 1988. – 33 с.
4. Математическое обоснование работы двухимпульсного регулятора по частоте вращения и нагрузке тракторного двигателя / Д. А. Вахрамеев, Н. Д. Давыдов, Р. Р. Шакиров, Ф. Р. Арсланов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2016. – № 18. – С. 229–230.
5. Мерзляков, В. С. Влияние физических и физико-механических свойств почвы на работу машинно-тракторного агрегата / В. С. Мерзляков, Р. Р. Шакиров, Д. А. Вахрамеев // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 169–172.
6. Регулирование тракторного двигателя по нагрузке как способ снижения динамических потерь / Д. А. Вахрамеев, И. А. Дерюшев, А. А. Мартюшев

[и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 29–34.

7. Шакиров, Р. Р. К вопросу о применении дополнительного регулятора по нагрузке двигателя МТА / Р. Р. Шакиров, Д. А. Вахрамеев, Н. Д. Давыдов // Научное обеспечение инновационного развития АПК: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию государственности Удмуртии. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. – С. 94–99.

8. Шакиров, Р. Р. Особенности работы машинно-тракторного агрегата на неустановившихся режимах / Р. Р. Шакиров, Д. А. Вахрамеев // Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики АНТЭ-2009: материалы V Всерос. науч.-практ. конф. – Казань, 2009. – С. 16–18.

9. Шакиров, Р. Р. Управление положением рейки топливного насоса в динамических режимах / Р. Р. Шакиров, Д. А. Вахрамеев, Н. Д. Давыдов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: материалы Междунар. конф. – Саранск, 2014. – С. 138–140.

УДК 621.649.7:628.385

**С. П. Игнатьев, В. В. Касаткин,
И. В. Бадретдинова, Я. Л. Зорина**
Удмуртский ГАУ

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА
СИФОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В УСТАНОВКАХ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА**

Внедрение трехсекционных биогазовых установок повышает энергетическую эффективность утилизации органических отходов животноводческих предприятий. Однако перемещение сбраживаемого субстрата из промежуточной секции в центральную сопровождается накоплением в них осадка. Использование для удаления осадка аварийных люков приведет к снижению эффективности работы установки. Для устранения перемещения субстрата между секциями предлагается использовать конструкцию сифонного трубопровода. Предложенная математическая модель работы сифонного трубопровода после подтверждения ее адекватности в лабораторных условиях решит проблему перемещения субстрата внутри трехсекционной биогазовой установки.

Актуальность. Одной из оптимальных установок, которые можно адаптировать под животноводческие предприятия разной мощности, является цилиндрическая многосекционная установка [1, 2].

Слабым местом данной установки является перелив сбраживаемого субстрата из промежуточной секции в центральную и проблема отведения осадка, образующегося при метановом сбраживании из периферийной и промежуточных секций [3]. Для устранения указанного недостатка предлагается использовать конструкцию сифонного трубопровода [4]. Для исключения необходимости в повторении при каждом исследовании ранее пройденных этапов, накопления опыта и экспериментальных исследований необходим фундамент для установления базовых логических построений, в качестве которого выступает разрабатываемая математическая модель.

Методика исследований. При проведении исследований используется теоретический метод – моделирование, являющийся мыслительным, идеальным воспроизведением исследуемых объектов с использованием логического приема, при помощи которого на основании знания общего приходят к знанию частному.

Целью исследований является получение новой информации об объекте исследования – сифонном трубопроводе, выявление закономерностей его работы.

Задача исследований: подготовка математической модели, описывающей работу сифонного трубопровода, используемого в установке для получения биогаза.

Результаты исследований. Сифоном называется короткий трубопровод, часть которого расположена выше уровня жидкости в открытом резервуаре, из которого она вытекает, рисунок 1 [5].

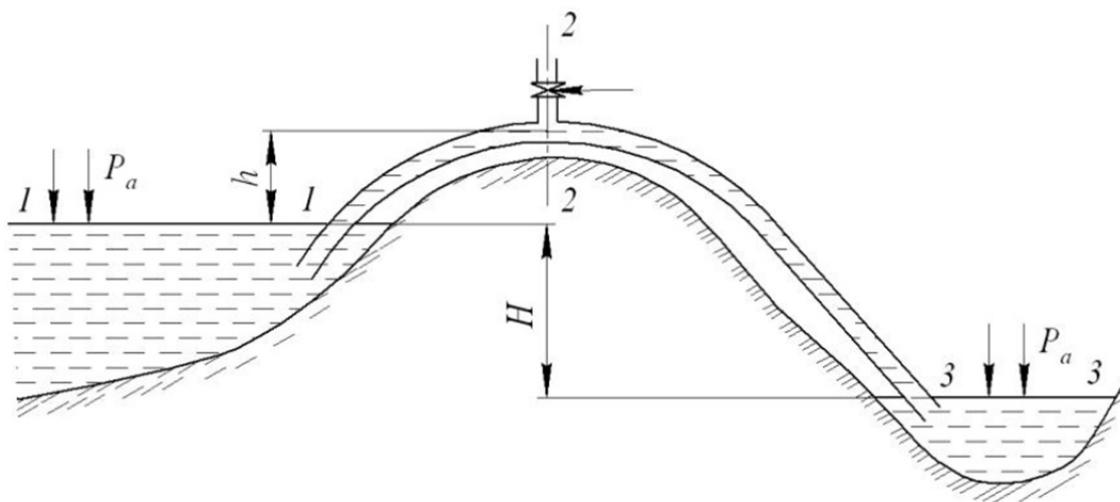


Рисунок 1 – Схема сифонного трубопровода

Сифонный трубопровод в биогазовой установке представлен в виде изогнутой, опрокинутой U-образной трубы, соединяющей два сосуда, в которой за счет существования разности уровней H происходит движение жидкости в центральный сосуд, рисунок 2.

Принцип действия сифона основан на создании вакуума в верхней части сифона. Для включения сифона в работу необходимо предварительно заполнить его жидкостью. Расчет сифона состоит в определении его производительности или максимально возможной высоты транзитного подъема жидкости над уровнем жидкости в питающем резервуаре.

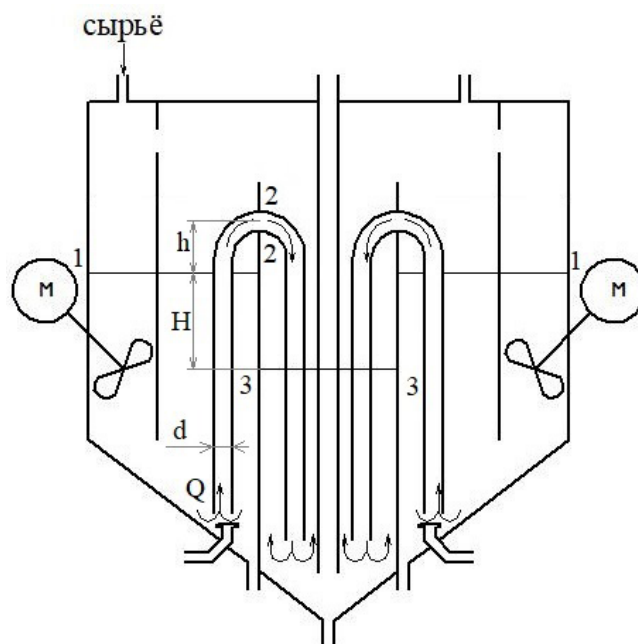


Рисунок 2 – Схема к расчету сифонного трубопровода биогазовой установки

Движущей силой процесса истечения жидкости через сифон является разность уровней жидкости в резервуарах, которая расходуется на преодоление сопротивлений (местных и по длине):

$$H = \frac{v^2}{2g} \left(\lambda \frac{L}{d} + \sum \xi \right), \quad (1)$$

где L – длина трубы сифона, м;

d – диаметр трубы сифона, м;

v – скорость течения жидкости по трубопроводу, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

λ – коэффициент жидкостного трения;

$\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Отсюда

$$v = \sqrt{\frac{2gH}{\lambda \frac{L}{d} + \sum \xi}}. \quad (2)$$

Тогда производительность сифонного трубопровода

$$Q = S \times v = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2gH}{\lambda \frac{L}{d} + \sum \xi}}. \quad (3)$$

Максимально возможная высота сифона h определяется из уравнения Бернулли для сечений 1-1 и 2-2:

$$\frac{P_{am}}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} = h + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + \sum \xi_{2-2} \frac{v^2}{2g} + \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}, \quad (4)$$

где P_{am} – атмосферное давление, Па;

P_2 – давление в сечении 2-2, Па;

l – длина трубопровода до сечения 2-2, м;

ξ_{2-2} – сумма коэффициентов местных сопротивлений до сечения 2-2.

Отсюда

$$h = \frac{P_{am} - P_2}{\rho g} - \frac{v^2}{2g} \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi_{2-2} \right), \quad (5)$$

здесь

$$\frac{P_{am} - P_2}{\rho g} = \frac{P_{вак}}{\rho g} = h_{вак},$$

где $P_{вак}$ – вакуум, возникающий в сечении 2-2.

Вакуум, необходимый для работы сифона:

$$h_{вак} = h + \frac{v^2}{2g} \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi_{2-2} \right). \quad (6)$$

Выводы и рекомендации. Описанные теоретические исследования планируется проверить на лабораторной установке, состоящей из двух емкостей, соединенных сифонным трубопроводом. Для контроля перемещения жидкости емкости необходимо оснастить указателями уровня жидкости. Приведения сифона в действие осуществляется заполнением сифона жидкостью извне, например, водой из водопровода или путем отсасывания воздуха воздушным насосом из верхней части сифона.

Список литературы

1. Игнатъев, С. П. Утилизация отходов животноводства // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г. – Ижевск, 2021. – С. 131–136.

2. Игнатъев, С. П. Комплекс оборудования по утилизации сельскохозяйственных отходов // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы междунаро. науч.-практ. конф., 16–17 дек. 2021 г. – Ижевск, 2021. – С. 366–372.

3. Патент 2404240 Российская Федерация, МПК С12М1/107. Биогазовая установка: № 2404240/10; заявлено 02.03.2009; опубл. 20.11.2010 / С. В. Свалова, Ф. М. Бурлакова, В. В. Касаткин, С. П. Игнатъев, И. В. Решетникова, М. В. Кошкин, В. С. Вохмин.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – 12 с.: ил.

4. Биогазовая установка с активной системой перемещения сбраживаемой массы / С. П. Игнатъев, Н. Ю. Касаткина, А. А. Литвинюк [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 180. – С. 61–71.

5. Бухвалов, Г. С. Гидравлика : учебное пособие / Г. С. Бухвалов, С. В. Денисов, А. Л. Мишанин. – Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2016. – 174 с.

6. Бухарцев, В. Н. Проектирование и расчет сифонных водосбросов // Гидротехническое строительство. – 2016. – № 6. – С. 30–33.

УДК 631.158:658.345

А. А. Мякишев, З. М. Хаертдинова, Д. А. Мякишева
Удмуртский ГАУ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ УРОВНЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Особенностью применения подхода к оцениванию профессиональных рисков является необходимость получения объективной количественной информации для непосредственного принятия решений, связанных с предупреждением травматизма и заболеваемости работников. Рассмотрены вопросы повышения эффективности оценки уровней профессиональных рисков в сельскохозяйственном производстве.

Актуальность. Управление профессиональными рисками – это процедуры, проводя которые можно определить, оценить, уменьшить воздействие профессиональных рисков на работников, выполняющих работу в сельскохозяйственном производстве [1–3].

Указанная особенность оперативного применения результатов оценки рисков в местах выявления опасностей обуславливает и особые требования к таким методам:

- непосредственная связь с опасностями, существующими в местах выполнения работ, связанных как с самой работой, так и с окружающей производственной средой;
- выполнение работ работниками без специальной квалификации;
- независимость результатов оценки от особенностей личности работников, осуществляющих оценку.

Цель работы. Повысить эффективность оценки уровней профессиональных рисков в сельскохозяйственном производстве.

Задачи:

- проанализировать существующие методы оценки профессиональных рисков;
- обосновать и предложить метод повышения эффективности оценки уровней профессиональных рисков в сельскохозяйственном производстве.

Материалы и методика. В общепринятой терминологии «оценка риска» представляет собой процесс, объединяющий идентификацию, анализ и сравнительную оценку риска. Особенность применения методологии риск – менеджмента в сфере безопасности производства в том, что вместо «идентификации риска» рассматривают этап «идентификации опасностей» [4, 5].

Идентификация опасности – первый этап оценки риска, включающий осознание наличия опасности, признание факта ее существования, описание ее характеристик и, при необходимости, ее наименование. При этом уже на этапе идентификации опасности следует учитывать, что в целях риск-менеджмента сама по себе идентификация опасности является только поставщиком части информации для оценки риска, а конечной целью оценки риска является не получение некоторой величины возможного (вероятного) ущерба, а принятие управленческого решения [6, 7]. Результаты оценки риска могут быть самыми различными, но все они сводятся к трем вариантам действий:

- а) принятие риска и начало или продолжение деятельности в случае, если величина оцененного риска меньше или равна величине приемлемого риска;
- б) непринятие риска и, соответственно, полный отказ от деятельности, связанной с этим риском. Это решение полностью устраняет риск, но одновременно с этим исключает возможность достижения цели деятельности, лишает деятельность смысла;

в) обработка риска – уменьшение величины риска за счет выработки и применения защитных мер.

Имея в виду конечное предназначение результата оценки риска, идентификацию опасности следует организовать таким образом, чтобы результат идентификации был непосредственно связан с возможными защитными мерами, которые можно было бы применить для уменьшения риска.

Идентификация опасности включает два этапа:

а) выявление опасности – представляет собой установление ее наличия в месте проведения работ и возможного воздействия на работника вредного или опасного фактора;

б) описание опасности – включает определение и раскрытие признаков опасности (описание характеристик источника опасности, условий активации опасности, возможных последствий проявления опасности).

На практике применяются прямые и косвенные методы выявления опасности. Прямой метод выявления опасности предполагает непосредственное наблюдение за технологическим процессом, производственной средой, рабочим местом, работой подрядных организаций, внешними факторами или изучение технологической документации, содержащей прямое указание на наличие опасностей.

При использовании прямого метода после полного изучения технологического процесса дается заключение, в котором содержится информация о выявленных опасностях, включающая, как правило, и описание опасности.

Результаты исследований. Оценка рисков не является отдельным самостоятельным действием или процессом, а является составной частью и одним из инструментов общей системы управления безопасностью сельскохозяйственного предприятия. В силу этого принципа разным системам управления присуще не только различные роли, которые отводятся идентификации опасности и оценки риска данной системе управления, но и различные понимания «опасность» и «риск».

Если целью идентификации опасностей и оценки рисков в традиционных системах производственной безопасности является выбор, обоснование и реализация защитной меры, то в системе государственного управления охраной труда все нормативные защитные меры уже установлены и с избытком. Задача может ставиться только в направлении оценки остаточных рисков после применения всех доступных нормативных защитных мер.

Иными словами, в рамках предлагаемого подхода анализируется не сам объект, содержащий опасность, а нормативная защитная мера, установленная нормативным актом или документом. А уже в результате такого анализа выявляется опасность, для защиты от которой данная мера введена.

Предлагаемый метод для сельского хозяйства подходит больше, чем другие методы идентификации опасностей.

Выводы. Таким образом, косвенное выявление опасностей и оценка рисков на основе анализа нормативных требований в полной мере соответствует системе управления охраной труда в сельскохозяйственном предприятии.

Применение этого метода позволит минимизировать нормативные риски сельскохозяйственной организации, обусловленные действующей концепцией безопасности в сфере охраны труда и повысить эффективность оценки уровней профессиональных рисков.

Список литературы

1. Мякишев, А. А. Измерение уровня вибрации двигателя на малой сельскохозяйственной технике / А. А. Мякишев, В. А. Сажин, А. Г. Иванов // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: материалы Нац. науч.-практ. конф. с международным участием. – Оренбургский ГАУ, 2022. – С. 345–348.
2. Мякишев, А. А. Оценка условий труда: учебное пособие / А. А. Мякишев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – 106 с.
3. Методы оценки профессиональных рисков на сельскохозяйственных предприятиях / А. А. Мякишев, М. А. Чибышев, И. И. Иванов, А. И. Шудегов // Журнал безопасности жизнедеятельности. – 2020. – № 6. – С. 21–25.
4. Мякишев, А. А. Тренажёр для отработки действий спасательных формирований при техногенных авариях / А. А. Мякишев, Я. А. Анисимова, В. В. Кирпичиков // Журнал безопасности жизнедеятельности. – 2020. – № 5. – С. 59–63.
5. Мякишев, А. А. Оценка профессиональных рисков в сельскохозяйственном производстве / А. А. Мякишев, Я. А. Анисимова // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника высшего профессионального образования РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – С. 146–151.

6. Снижение концентрации аммиака в среде обитания сельскохозяйственных животных / А. А. Мякишев, Д. А. Мякишева, А. В. Орехов, В. В. Кашин // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 172–178 с.

7. Тюбина, С. Н. Оценка условий труда на рабочих местах в сельскохозяйственных предприятиях / С. Н. Тюбина, А. А. Мякишев // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2012. – С. 225–226.

УДК 621.43-57

Е. А. Потапов¹, А. И. Волкова², Н. Д. Давыдов²

¹АО «Электромеханический завод «Купол», г. Ижевск

²Удмуртский ГАУ

ТЕПЛОВАЯ ПРЕДПУСКОВАЯ ПОДГОТОВКА ДВИГАТЕЛЯ КАК ЭЛЕМЕНТ КОНСТРУКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Развитие и увеличение количества мобильных транспортных средств вынуждает более широко ставить вопрос о таком элементе конструктивной безопасности техники, как экологическая безопасность. Использование техники в холодные промежутки года вызывают необходимость прогрева двигателя и, соответственно, увеличение выбросов токсичных газов. Рассмотрены вопросы тепловой подготовки двигателя к пуску путем использования теплоаккумуляторов.

Актуальность. Конструктивная безопасность транспортного средства включает в себя активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасность транспортного средства [4]. Если первые три вида конструктивной безопасности изучены досконально, особенно для автомобилей, а для тракторов и сельскохозяйственной техники являются не такими значимыми, из-за особенностей эксплуатации, то экологическая безопасность принимает все большее значение [3, 9].

Целью работы является решение вопроса конструктивной безопасности автотракторной техники путем снижения токсичности двигателя в период его пуска.

Задачи:

– оценить значение и время прогрева двигателя в холодный период года;

– исследовать содержание токсичных элементов в отработавших газах двигателя в период его прогрева до рабочих температур;

– провести анализ существующих устройств тепловой подготовки автотракторной техники.

Материалы и методы. Одним из неотъемлемых этапов работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) является процесс прогрева. ДВС относится к типу тепловых двигателей, и поэтому только при достижении оптимального температурного режима достигаются все номинальные установленные параметры, в том числе и степень токсичности отработавших газов [1, 2, 5–8, 10–12].

Процесс прогрева наиболее интересен именно с точки зрения исследования характера изменения концентрации токсичных компонентов в отработавших газах. Сразу после пуска двигателя, особенно при сильно отрицательных температурах, происходит выброс оксидов азота (NO_x), монооксида углерода (CO), различных углеводородов (C_xH_x) и многих производных соединений, которые, смешиваясь между собой, могут образовывать еще более опасные токсичные вещества [3, 9]. При этом в период, когда цилиндро-поршневая группа еще недостаточно нагрета, моторное масло слабо снимается со стенок цилиндра масляеъемными кольцами и происходит его горение совместно с топливо-воздушной смесью [5, 8, 10].

Как известно, моторное масло содержит достаточно широкий перечень присадок, горение которых сопровождается выделением ядовитых компонентов, а образующаяся при этом сажа хорошо переносит данные вещества, которые впоследствии откладываются в виде пыли внутри навесов и гаражей, химически разрушая конструкционные элементы, либо оседает на растениях, что в конечном итоге приводит к конечному попаданию вредной пыли в дыхательные пути человека и животных. В дополнение ко всему вышесказанному следует отметить и тот факт, что процесс прогрева двигателя характеризуется сильным износом его деталей и немалым расходом топлива, сопровождаемыми дополнительными финансовыми издержками [1, 2, 6].

Таким образом, процесс прогрева сопровождается множеством всевозможных негативных факторов, поэтому его необходимо в идеальном случае вообще исключить из этапов работы двигателя внутреннего сгорания. В реальных условиях полностью исключить процесс прогрева нельзя, но есть возможность существен-

но уменьшить его период путем применения тепловой подготовки, и таким образом решать вопросы экологической безопасности.

Результаты исследований. На базе одного из передовых сельскохозяйственных предприятий Удмуртской Республики были проведены исследования процесса прогрева тракторного дизеля. Объектом исследования стал двигатель Д-243 трактора МТЗ-82. Целью испытаний был замер содержания основных токсичных компонентов отработавших газов двигателя в процессе прогрева в зависимости от его температуры. Пуск двигателя производился при температуре $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам обработки полученных данных были получены следующие зависимости (рис. 1).

Из представленных графиков видно, что сразу после пуска двигателя наблюдается высокая концентрация в отработавших газах монооксида углерода (СО) и оксидов азота (NOx). Это объясняется очень плохим смесеобразованием топливовоздушной смеси в цилиндрах двигателя ввиду низких температур процесса. Но при этом в процессе горения такой смеси образуются местные очаги с очень высокой температурой, для которой характерно интенсивное образование NOx. По мере прогрева двигателя качество смеси улучшается, результатом чего является снижение концентрации в газах СО и NOx. При достижении температуры двигателя $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, концентрация NOx вновь начинает возрастать. Это объясняется общим увеличением температуры цикла работы двигателя.

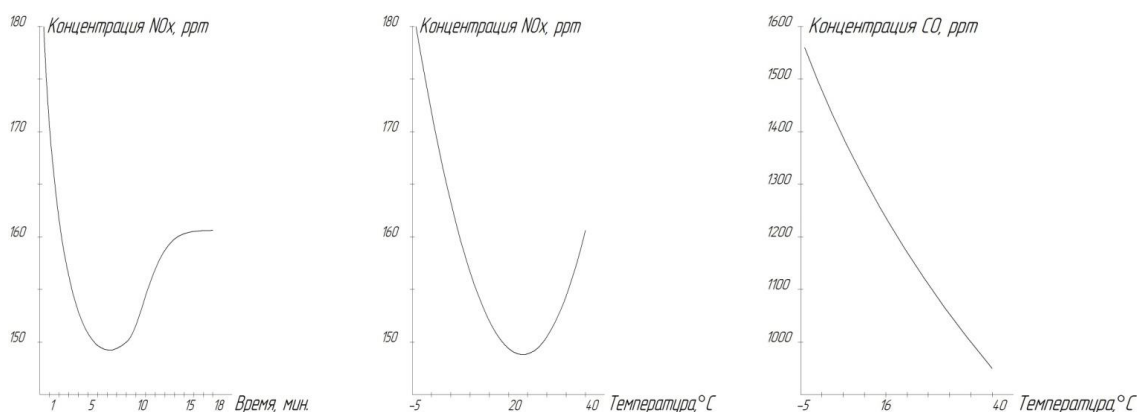


Рисунок 1 – Изменение концентрации токсичных компонентов отработавших газов в процессе прогрева двигателя Д-243

Таким образом, для существенного снижения токсичных выбросов двигателя Д-243 его температура в момент пуска должна составлять минимум $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Данные результаты можно распространить и на другие типы двигателей.

Выводы и рекомендации. Для тепловой подготовки двигателей внутреннего сгорания можно использовать всевозможные автономные подогреватели, электрические встраиваемые нагреватели и многие другие средства [2, 3], но наиболее энергоэффективным и безопасным для окружающей среды является применение тепловых аккумуляторов (термосов), накапливающих тепловую энергию рабочих жидкостей при работе двигателя, сохраняющих ее в процессе межсменного хранения и передающих тепловую энергию двигателю непосредственно перед следующим пуском.

Список литературы

1. Анализ особенностей расчета параметров дизельного двигателя в процессе пуска / Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев [и др.] // Динамика механических систем : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2021. – С. 18–24.
2. Вахрамеев, Д. А. Оптимизация методов и параметров предпусковой тепловой подготовки двигателя Д-243 / Д. А. Вахрамеев, А. И. Волкова, С. В. Владимиров // Динамика механических систем : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2021. – С. 165–171.
3. Влияние предпускового подогрева двигателя машинно-тракторного агрегата на снижение токсичных компонентов в отработавших газах / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Н. Д. Давыдов [и др.] // Современные проблемы экологии : материалы XX Междунар. науч.-техн. конф. – Тула, 2018. – С. 16–19.
4. Волкова, А. И. Конструктивная безопасность сельскохозяйственной техники / А. И. Волкова, А. С. Кондратьев, Д. А. Вахрамеев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. - Ижевск, 2022. – С. 2155–2159.
5. Комплексный предпусковой подогрев дизельного двигателя / Д. А. Вахрамеев, Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 12–13.
6. Неговора, А. В. Современная концепция тепловой подготовки автотракторной техники в условиях низких температур / А. В. Неговора, М. М. Рязанов, С. З. Инсафуддинов // Вестн. Башкир. гос. аграр. ун-та. – Уфа, 2018. – № 4 (48). – С. 135–141.
7. Обоснование выбора методов предпусковой тепловой подготовки для разных типов двигателей внутреннего сгорания / Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев [и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией. – Ижевск, 2021. – С. 161–166.

8. Определение температуры сжатого воздуха в камере сгорания дизеля при пуске в условиях низких температур / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Д. А. Галицын [и др.] // Динамика механических систем : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2021. – С. 89–93.
9. Предпусковой подогрев двигателя трактора как эффективный способ снижения токсичных компонентов в отработавших газах / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 172–175.
10. Пути повышения эффективности эксплуатации автотракторных дизелей в условиях низких температур / Е. А. Потапов, И. Ю. Тюрин, А. А. Мартюшев [и др.] // Аграрный научный журнал. – Саратов, 2022. – № 9. – С. 112–114.
11. Тепловой аккумулятор для предпусковой подготовки двигателя машинно-тракторного агрегата / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Динамика механических систем : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2018. – С. 84–90.
12. Identification of the optimal parameters of the torsional vibration damper of the internal combustion engine crankshaft for normal power settings / F. Khaliullin, G. Pikmullin, J. Aladashvili, D. Vakhrameev, E. Potapov // IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials. – 2021. – С. 012042.

УДК 331.467

З. М. Хаертдинова¹, Р. Р. Закирова²

¹*Удмуртский ГАУ*

²*УдГУ*

НОВОЕ В РАССЛЕДОВАНИИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Проводится обзор и анализ изменений правовых норм по вопросам расследования несчастных случаев на производстве.

Актуальность, цель и задачи исследований. Объективное расследование каждого несчастного случая, произошедшего с работниками, является обязанностью работодателя. Результаты данной процедуры затрагивают права и интересы не только работников, но и могут оказаться под влиянием конфликта интересов

должностных лиц. Поэтому расследование несчастных случаев с работниками находится под пристальным вниманием государственных органов контроля и надзора, фонда социального страхования, государственных органов исполнительной власти, местного самоуправления и объединений профсоюзов [1]. Для своевременного и правильного проведения процедуры расследования несчастных случаев, получения объективных выводов необходимо следовать требованиям государственных нормативных правовых актов. Поэтому целью исследования является изучение и анализ нововведений для последующего применения полученных результатов в учебном процессе по дисциплине «Расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Задачами исследований являются обзор, анализ и оценка изменений, касающихся процедуры расследования несчастных случаев на производстве с 1 сентября 2022 г., подготовка кратких выводов по результатам работы. В работе используются общие и общенаучные методы исследований.

Результаты исследований. Федеральным законом № 311-ФЗ от 2 июля 2021 г. внесены изменения в Трудовой кодекс Российской Федерации [2]. Изменения направлены на предоставление работодателям возможности вводить электронный документооборот, проводить видеофиксацию производственного процесса, самообследование состояния охраны труда, на запрет опасных условий труда. Появилась новая статья 209.1, которая закрепляет предупреждение и профилактику опасностей, минимизацию повреждения здоровья работников основными принципами обеспечения безопасности труда [3]. В новой редакции изложены права и обязанности работодателя и работника в области охраны труда. Так как наряду с понятием «несчастный случай» появилось новое понятие «микрповреждение» (микротравма), добавилась обязанность работодателя обеспечить их учет, рассмотрение причин и обстоятельств, приведших к их возникновению.

Изменения в Трудовом кодексе Российской Федерации повлекли изменения в подзаконных актах. С сентября 2022 г. вступил в силу Приказ Минтруда России от 20 апреля 2022 г. № 223н об утверждении Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях (далее – Положение), форм документов и классификаторов взамен действовавшего около двадцати лет Постановления Минтруда России от 24 октября 2002 г. № 73 [4, 5].

Приказом Минтруда России 223н изменен перечень отраслей и организаций, имеющих особенности расследования несчастных случаев на производстве: включены несчастные случаи на объектах электроэнергетики и теплоснабжения, на объектах использования атомной энергии, в организациях с особым режимом охраны для обеспечения государственной безопасности, в дипломатических и консульских учреждениях Российской Федерации, в полете на воздушных судах, в плавании на судах, на объектах железнодорожного транспорта, также с дистанционными работниками, со спортсменами, работниками религиозных организаций, с гражданами, привлекаемыми к мероприятиям по ликвидации последствий катастроф и других чрезвычайных ситуаций природного характера.

Внесены изменения в организацию работы комиссии по расследованию несчастного случая. Предусмотрена возможность замены члена комиссии или его председателя в случаях уклонения без уважительных причин от участия в работе комиссии, невозможности исполнять обязанности по причине болезни, смерти, увольнения. Руководитель соответствующего органа (организации) обязан письменно уведомить работодателя, образовавшего комиссию, о выведении из состава комиссии своего представителя и незамедлительно направить другого представителя для участия в работе комиссии. Письменное уведомление, на основании которого вносятся изменения в приказ об образовании комиссии, должно быть приобщено к материалам расследования.

Сроки проведения расследования должны исчисляться в календарных днях. В тех случаях, когда несвоевременно было сообщено о несчастном случае или нетрудоспособность наступила не сразу, работодателю дана возможность формировать комиссию как по месту происшествия, так и по месту регистрации работодателя, при необходимости с привлечением должностных лиц органов и организаций субъекта РФ. Положением допускается применение дистанционных технологий (видео-конференц-связи) при проведении опроса очевидцев несчастного случая, должностных лиц, пострадавшего, осмотра места происшествия, а также при проведении заседания комиссии.

При возникновении разногласий между членами комиссии, включая его председателя, решение принимается большинством голосов. Отказ членов комиссии от подписания документов расследования несчастного случая не допускается. Но их письмен-

но изложенное аргументированное особое мнение должно быть приобщено к материалам расследования, которое впоследствии рассматривается руководителями организаций, направивших их для участия, для принятия решения о целесообразности обжалования выводов комиссии в установленном статьей 231 Трудового кодекса порядке.

Также Приказом 223н введены специальные классификаторы:

- 1) классификатор видов (типов) несчастных случаев на производстве;
- 2) классификатор причин несчастных случаев на производстве;
- 3) дополнительные классификаторы (по категории несчастного случая, по времени суток на момент происшествия, по времени от начала работы, по среднесписочной численности работников в организации, по полу, возрасту и стажу работы пострадавшего, по классу условий труда, по характеру повреждений, какой орган поврежден, по профессиональному статусу, по статусу занятости, по профессии, по последствиям несчастного случая, ИНН, ОКВЭД).

Эти классификаторы позволяют избежать неточности в формулировках и удобны для ввода сведений, учета и обмена информацией в автоматизированных системах учета несчастных случаев на производстве. В связи с вводом классификаторов обновлены и формы документов для расследования несчастного случая. В формах появились поля для ввода кодов согласно вышеприведенным классификаторам. Дополнительно добавлены две новые формы: акт о несчастном случае на производстве (форма Н-1ЧС), акт о расследовании обстоятельств происшествия, предполагающего гибель работника в результате несчастного случая.

По окончании временной нетрудоспособности пострадавшего, завершении расследования и получении работодателем справки о заключительном диагнозе по форме № 316/у работодателем оформляется сообщение о последствиях несчастного случая на производстве [6]. В Положении оговорены сроки предоставления такого сообщения в государственную инспекцию труда – в течение 10 календарных дней. По несчастным случаям со смертельным исходом требования не изменились – сообщение предоставляется в течение месяца по завершении расследования.

В заключительных положениях перечислены сведения, которые будут объективно свидетельствовать о нарушении порядка

расследования: нарушен порядок формирования комиссии по расследованию несчастного случая; несчастный случай неправомерно квалифицирован как не связанный с производством; фактическим обстоятельством несчастного случая и (или) материалам его расследования не соответствуют выводы комиссии о причинах несчастного случая и лицах, допустивших нарушения требований охраны труда; председатель или члены комиссии отказались от подписания акта о несчастном случае; изменены степень тяжести и последствия несчастного случая (при нарушении порядка извещения о несчастном случае, не проведении расследования).

Выводы. Учитывая развитие информационных технологий, необходимость этих изменений назрела. Введенные классификаторы позволяют избежать путаницы при определении вида несчастного случая, его причин, удобны для учета несчастных случаев в автоматизированных системах. В Положении конкретизирован порядок расследования несчастных случаев в отраслях и организациях, имеющих особенности расследования. И необходимо отметить, что изменения правовых норм, касающиеся вопросов расследования несчастных случаев на производстве, соответствуют тенденциям в развитии охраны труда в современных условиях [7].

Список литературы

1. Хаертдинова, З. М. Квалифицирующие признаки несчастных случаев, произошедших на производстве / З. М. Хаертдинова // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 61–68.
2. Федеральный закон от 02.07.2021 г. № 311-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации». – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=395450/> (дата обращения: 02.12.2022).
3. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 02.12.2022).
4. Приказ Минтруда России от 20.04.2022 г. № 223н «Об утверждении Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, форм документов, соответствующих классификаторов, необходимых для расследования несчастных случаев на производстве». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_418190/ (дата обращения 02.12.2022).

5. Постановление Минтруда России от 24.10.2002 г. № 73 «Об утверждении форм документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве, и положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39925/ (дата обращения 02.12.2022).

6. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 15.04.2005 г. № 275 «О формах документов, необходимых для расследования несчастных случаев на производстве». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_53563/ (дата обращения 02.12.2022).

7. Хаертдинова, З. М. Применение риск-ориентированного подхода при осуществлении контроля (надзора) в сфере безопасности труда / З. М. Хаертдинова, А. А. Мякишев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 346–353.

УДК 331.461

З. М. Хаертдинова, А. А. Мякишев, С. П. Игнатьев
Удмуртский ГАУ

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ

Приводится анализ и оценка правовых основ управления профессиональными рисками в системе управления охраной труда, включая порядок реализации мероприятий по выявлению опасностей, оценке уровней профессиональных рисков, снижению уровней профессиональных рисков или недопущению повышения их уровней. Приводится перечень локальных документов, формируемых организациями по управлению профессиональными рисками.

Актуальность, цель и задачи исследований. В 2022 г. вступило в действие значительное количество нормативных правовых актов в области охраны. В связи с этим организациям приходится перестраивать систему управления охраной труда и вносить изменения в локальные нормативные акты. Поэтому целью исследования является анализ и оценка нормативных правовых актов в сфере управления профессиональными рисками. Для достижения цели ставятся задачи: изучение нормативно-правовой базы в данной сфере, проведение анализа и оценки нововведений, формиро-

вание рекомендаций для хозяйствующих субъектов по документационному обеспечению системы управления профессиональными рисками. В работе используются общие и общенаучные **методы исследований**.

Результаты исследований. 4 октября 2010 г. федеральным законом № 265-ФЗ Российской Федерацией была ратифицирована Конвенция Международной организации труда (далее – МОТ) об основах, содействующих безопасности и гигиене труда от 15 июня 2006 г. [1]. Каждое государство-член обязано содействовать безопасной и здоровой производственной среде, и основополагающими принципами признаны: оценка профессиональных рисков или опасностей; борьба с профессиональными рисками или опасностями в месте их возникновения; развитие национальной культуры профилактики в области безопасности и гигиены труда. Эти принципы были заложены еще в 2001 г. при подготовке международного документа МОТ-СУОТ 2001/ILO-OSH 2001 «Руководство по системам управления охраной труда» с участием МОТ, входящих в нее представителей трех сторон социально-трудовых отношений и других заинтересованных сторон [2].

Основываясь на международном опыте в области охраны труда, Российская Федерация ввела в действие ряд нормативных правовых актов:

- межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230-2007 «Системы управления охраной труда. Общие требования», идентичный МОТ-СУОТ 2001/ILO-OSH 2001, который является инструментом содействия в осуществлении непрерывного совершенствования деятельности по охране труда;

- национальный стандарт ГОСТ Р 12.0.007-2009 «Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию», позволяющий применять положения ГОСТ 12.0.230-2007 в национальных условиях, реализовать нормы раздела X Трудового кодекса Российской Федерации;

- национальный стандарт ГОСТ Р 12.0.010-2009 «Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков», определяющий порядок оценки рисков, в том числе показатели ущерба и рисков, порядок выявления опасностей, расчета вероятностей возникновения ущерба;

- национальный стандарт ГОСТ Р 51897-2011/Руководство ИСО 73:2009 «Менеджмент риска. Термины и определения», в ко-

тором приведены определения основных терминов в области менеджмента риска;

- национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 31000-2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство», который может применяться к любому типу риска и использоваться в организациях любой формы собственности разных видов деятельности в течение всего жизненного цикла;

- национальный стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска», разработан в дополнение к ИСО 31000 и содержит рекомендации по выбору и применению методов оценки риска;

- национальный стандарт ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования», который может применяться в любой организации для создания системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья в целях устранения или уменьшения рисков для работников и заинтересованных лиц.

В 2012 г. проведение оценки уровней профессиональных рисков был включен в Типовой перечень ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков [3]. В 2016 г. – в Типовое положение о системе управления охраной труда [4].

2 июля 2021 г. Федеральным законом № 311-ФЗ были внесены изменения в Трудовой кодекс Российской Федерации, вступившие в действие с 1 марта 2022 г. [5]. Статьи 214, 218 Трудового кодекса Российской Федерации при обеспечении функционирования системы управления охраной труда требуют проводить комплексные мероприятия по управлению профессиональными рисками на рабочих местах. В статье 209 дано определение понятию управление профессиональными рисками – комплекс взаимосвязанных мероприятий и процедур, являющихся элементами системы управления охраной труда и включающих в себя выявление опасностей, оценку профессиональных рисков и применение мер по снижению уровней профессиональных рисков или недопущению повышения их уровней, мониторинг и пересмотр выявленных профессиональных рисков [6].

Кроме этого, оценка профессиональных рисков как один из основных процессов по охране труда, как обязанность работодателя закреплена в Приказе Минтруда России от 29.10.2021 г. № 776н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда» [7].

Рекомендации по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей утверждены приказом Минтруда России от 31.01.2022 № 36. Выявление опасностей рекомендуется проводить в ходе контроля за состоянием условий и охраны труда, за соблюдением требований на рабочих местах, при проведении расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, при рассмотрении причин и обстоятельств возникновения микроповреждений (микротравм). К этой процедуре рекомендуется привлекать работников, занятых на этих рабочих местах, в целях получения детализированной полной информации обо всех опасностях, как в штатных условиях, так и при возможных отклонениях в работе, авариях [8].

Система идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ, особенности разработки методик определения опасностей установлены ГОСТ 12.0.230.4-2018. Также в целях оказания методической помощи организациям Приказом Минтруда России от 28.12.2021 г. № 926 утверждены рекомендации по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков. Организациям дана возможность проводить оценку профессиональных рисков самостоятельно или привлекая экспертные организации, а также делать выбор метода оценки уровней профессиональных рисков с учетом размера предприятия, специфики деятельности, степени необходимых экспертиз, человеческих и других ресурсов, понятности, доступности информации и других факторов. Методы описаны по группам: для малого и микробизнеса, широко используемые на предприятиях любой численности и вида деятельности, для оценки рисков производственных процессов и технологий, для оценки рисков отказа ключевого оборудования, и иные методы, используемые для обеспечения безопасности и здоровья работников.

Оценивание риска заключается в присвоении риску того или иного ранга шкалы порядка, балльного или вербального. Заключительным этапом оценки рисков является оформление реестра опасностей и проведение корректирующих мероприятий. Меры управления профессиональными рисками осуществляют с учетом значимости (приоритетности) выявленных рисков, с ранжированием по срочности выполнения, а также эффективности защитных мер:

– устранение опасности в источнике (например, отказ от опасной технологической операции, полная автоматизация опасной ручной операции, модификация конструкции, внедрение грузоподъемных механизмов для исключения риска);

- замена опасной работы менее опасной (например, замена опасного процесса или материала на менее опасный);
- реализация инженерных (технических) методов ограничения интенсивности воздействия опасностей на работников (например, вентиляция, ограждения, блокировка);
- реализация административных методов, организационных мероприятий (например, ограничение времени воздействия опасностей на работников, обучение, знаки безопасности, маркировка);
- использование средств индивидуальной защиты (как временная (аварийная) мера) [9].

Принятые меры управления должны приводить к устранению или снижению уровней рисков.

В результате проведенной работы по управлению рисками должны быть сформированы следующие локальные документы:

- Положение о Системе управления охраной труда, в которое включен раздел с описанием метода (методов) оценки уровня риска;
- Положение по идентификации опасностей и оценке уровней профессиональных рисков;
- приказ о создании комиссии по проведению оценки профессиональных рисков;
- график проведения оценки профессиональных рисков;
- перечень (реестр) опасностей;
- карты оценки профессиональных рисков;
- перечень мер по исключению, снижению или контролю уровней рисков;
- план по управлению рисками;
- отчет о проведении оценки профессиональных рисков.

Выводы. Изучение правовых основ управления профессиональными рисками позволило выявить тенденцию развития охраны труда как переход от системы реагирования на происшествия на риск-ориентированный подход [10]. При разработке нормативных правовых документов в области охраны труда Российской Федерации учитывают международный опыт, приводят их в соответствие с международными нормами.

Управление профессиональными рисками является трудоемким процессом, требующим длительной кропотливой работы, направленным на предотвращение вероятности реализации опасностей и снижение их последствий, для достижения главной цели охраны труда – сохранения жизни и здоровья людей в процессе трудовой деятельности. Так как от численности и уровня здоро-

вья населения трудоспособного возраста зависит устойчивость социально-экономического развития любой страны.

Список литературы

1. Конвенция № 187 Международной организации труда «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда» (Женева, 15.06.2006 г.). – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=428351> (дата обращения: 10.12.2022).
2. Руководство по системам управления охраной труда. MOT-CYOT 2001/ ILO-OSH 2001. – URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_125017.pdf (дата обращения: 10.12.2022).
3. Приказ Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н «Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902334167/titles/64U0IK> (дата обращения 12.12.2022).
4. Приказ Минтруда России от 19.08.2016 № 438н «Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420376480> (дата обращения 12.12.2022).
5. Федеральный закон от 02.07.2021 г. № 311-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/607142406> (дата обращения: 12.12.2022).
6. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 12.12.2022).
7. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/ (дата обращения: 12.12.2022).
8. Приказ Минтруда России от 31.01.2022 № 36 «Об утверждении Рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/728094911> (дата обращения: 14.12.2022).
9. Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/728029758> (дата обращения: 14.12.2022).
10. Хаертдинова, З. М. Применение риск-ориентированного подхода при осуществлении контроля (надзора) в сфере безопасности труда / З. М. Хаертдинова, А. А. Мякишев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 346–353.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЖИВОТНОВОДСТВА

УДК 633.11"321":631.5

**Р. Ш. Аблев¹, Ф. Н. Галлямов¹,
А. В. Шарафутдинов¹, Д. А. Вахрамеев²**

¹*Башкирский ГАУ*

²*Удмуртский ГАУ*

ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ЗА СЧЕТ КОМПЕНСАЦИИ НЕГАТИВНЫХ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ

В ходе работы на производственном участке был применен химический метод борьбы с ситуативной проблемой, связанной с природным явлением, – вымокание и последующая засуха, на примере ООО «Башкир-Агроинвест» Чишминского района Республики Башкортостан.

Актуальность. Известно, что в последнее десятилетие в Чишминском районе так же, как и по всей Республике Башкортостан, наблюдается неустойчивая погода с обильными осадками и низкой температурой весной и в первой половине лета. Затем с июля до середины сентября следует воздушная и почвенная засуха, поэтому, чтобы сохранить урожай, необходимо использовать различные методы борьбы для уменьшения негативных факторов, влияющих на рост и развитие растений [2, 3]. Один из способов уменьшения таких негативных факторов – защита растений химическим методом, включающим дополнительные технологические операции для снижения влияния негативных природных факторов, влияющих, в конечном счете, на урожайность. Для этого в севооборот включают бобовые культуры для образования гумуса и улучшения состава и свойств почвы. На опытных полях проведены эксперименты – четырёхпольный севооборот [3]:

- 1-й год – яровая пшеница;
- 2-й год – кукуруза на зерно;
- 3-й год – яровой ячмень;
- 4-й год – горох.

Также чередуется и основная обработка для борьбы с плужной подошвой, с послеуборочным лушением стерни:

1-й год – глубокое рыхление на глубину 20–25 см;

2-й год – вспашка с предплужником на глубину 27–30 см;

3-й год – глубокое рыхление на глубину 30–35 см;

4-й год – вспашка с предплужником 20–25 см.

Цель. Изучить методы и средства уменьшения влияния негативных природных факторов на яровую пшеницу, имеющиеся в хозяйстве, на примере ООО «Башкир-Агроинвест» Чишминского района Республики Башкортостан.

Задачи. На 3-х опытных полях, находящихся в одинаковых природно-климатических условиях с площадями 54, 44 и 43 гектара, провести обследование и определить влияние неблагоприятных факторов (подверженность вымоканию) и произвести защиту растений с учетом этих факторов согласно плану.

Материалы и методика. В результате частых и обильных летних осадков на полях ООО «Башкир-Агроинвест» по Чишминскому району в 2022 г., особенно в первые фазы вегетации яровой пшеницы, от кущения до трубкования, на посевах культуры наблюдалось ухудшение воздушного, водного и пищевого режимов почвы, что привело к частичной гибели растений или их значительным повреждениям. На полях площадью 54 и 44 га маломощная земля с тяжелым механическим составом, низким содержанием гумуса, плохим строением пахотного слоя, наличием понижений и западин, что способствовало переувлажнению культур гораздо сильнее.

Повышенная влажность почвы:

– вызывала кислородное голодание корней и их отмирание от удушения и обезвоживания. Недостаток кислорода нарушил поступление воды, азота, фосфора и калия в растение, приостановились ростовые процессы, произошёл распад белков и другие процессы;

– привело к вымыванию из нее подвижных форм азота, а фосфор стал малодоступным из-за связывания его полуторными окисями железа и алюминия.

Для определения показателей качества и количества растительности на опытных участках производилась диагностика полей по карте NDVI в системе One Soil (рис. 1) [6–11].

По полученным результатам определено, что достаточно большие участки полей находятся в зоне риска потери урожая.



Рисунок 1 – Карта поля по NDVI в системе One Soil

Для восстановления воздушного и водного балансов, а также физиологических процессов растений на подобных полях был внесён комплекс макро- и микроудобрений и аминокислот в составе баковой смеси (табл. 1). Внесение осуществлялось в соответствии с требованиями по технике безопасности [1].

Таблица 1 – Комплекс макро- и микроудобрений и аминокислот в составе баковой смеси

Препарат	Норма внесения концентрата	Норма обработки рабочей жидкостью
Изагри марганец	0,5л/га	150–200
Ультрамаг супер цинк	0,18л/га	200–250
Магний сернокислый	1 кг/га	200–250
Элемент Био	1,2л/га	150–200

Составы внесенных препаратов различны:

– «Элемент Био» – жидкое органоминеральное удобрение предназначено для быстрого восстановления растений после стрессовых факторов (засуха, большие перепады температур, переувлажнение, химические и физические ожоги, вызванные обработками пестицидами и поливом), торможение развития, преждевременное старение. Позволяет максимально использовать биоло-

гический урожайный потенциал растений. Состоит из свободных аминокислот и азота.

– ИЗАГРИ Марганец – жидкое удобрение, обогащенное марганцем в хелатной форме, поддерживает жизненно важные процессы растения, такие, как фотосинтез и дыхание. Применяется для особо чувствительных к недостатку марганца культур (зерновые, колосовые, картофель и т.д.).

– Ультрамаг Супер Цинк-700 – жидкое концентрированное цинковое микроудобрение нового поколения в виде суспензии для листовых подкормок основных культур. Применяется для некорневой подкормки сельскохозяйственных культур на всех типах почв (рис. 2).

Результаты исследований. Сульфат магния – порошкообразное удобрение. За счет улучшения усвоения азота, фосфора и кальция он снабжает питательными компонентами разные части растений.



Рисунок 2 – Яровая пшеница до обработки микроудобрениями

По итогу применения комплекса макро- и микроудобрений и аминокислот в составе баковой смеси на полях площадью 4721 га в 2022 г. в ООО «Башкир-Агроинвест» был получен урожай яровой пшеницы 45,1 ц/га в среднем, а на указанных полях площадью 54 и 44 га – 27,8 ц/га и 35,3 ц/га соответственно. Разница в урожайности обусловлена рельефом, и поле площадью 54 га пострадало от переувлажнения больше.

Для контроля поблизости, на расстоянии порядка 5 км было поле яровой пшеницы площадью 43 га (рис. 3), на котором наблюдалось меньше осадков, при возделывании по той же технологии и с похожим севооборотом на нем получили урожайность 53,15 ц/га (рис. 4).



Рисунок 3 – Яровая пшеница после обработки микроудобрениями



Рисунок 4 – Поле яровой пшеницы площадью 43 га с меньшим количеством осадков

Выводы и рекомендации. По итогам проделанной работы мы выяснили, что человек не может влиять на природные климатические условия, однако в силах повлиять на уменьшение их негативного влияния на возделываемые культуры. Для этого необходимо переходить к передовым спутниковым технологиям листовой диагностики, чтобы пользоваться имеющимися средствами своевременно и на опережение.

Список литературы

1. Волкова, А. И. Конструктивная безопасность сельскохозяйственной техники / А. И. Волкова, А. С. Кондратьев, Д. А. Вахрамеев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2022. – С. 2155–2159.
2. Галлямов, Ф. Н. Научное сопровождение технологий бинарных посевов в ООО «Япар» Республики Башкортостан / Ф. Н. Галлямов, А. В. Шарафутдинов, Б. Ю. Вафин // Современные достижения аграрной науки: материалы Всерос. (Нац.) науч.-практ. конф., посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Го-

сударственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича. – Казань, 2021. – С. 264–269.

3. Галлямов, Ф. Н. Обоснование и результаты применения различных способов посева / Ф. Н. Галлямов, А. В. Шарафутдинов, Э. Р. Кинзябулатова // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию Башкирского государственного аграрного университета (в рамках XXX Междунар. специализированной выставки «АГРОКОМПЛЕКС-2020»). – Уфа, 2020. – С. 257–262.

4. Практико-ориентированная форма развития / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 4–5.

5. Стратегическое направление инновационного развития сельскохозяйственной техники / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 224–231.

6. Шкляев К. Л. Картирование сельскохозяйственных земель / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра хим. наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. техн. наук, профессора, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – С. 389–395.

7. Шкляев, А. Л. Полевая сельскохозяйственная роботизированная техника / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 176–184.

8. Шкляев, К. Л. Зональный почвенный анализ / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Е. А. Михеева // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию д-ра с.-х. наук, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ, профессора В. М. Холзакова и 75-летию канд. с.-х. наук, доцента А. И. Венчикова, Ижевск, 17 марта 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 50–53.

9. Шкляев, К. Л. Навигационные системы в агропроизводстве / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, в 3 т., Ижевск, 04–05 декабря 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Том II. – С. 306–310.

10. Шкляев, К. Л. Проблемы внедрения системы точного земледелия в Удмуртской Республике / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Инновационные техноло-

гии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т., Ижевск, 13–16 февр. 2018 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – Том II. – С. 203–205.

УДК 631.362.3:635.21

Ю. Д. Боднарчук

Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТОЧНОСТИ СОРТИРОВАНИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЭЛАСТИЧНОГО МАТЕРИАЛА НА РАБОЧЕМ ОРГАНЕ

Рассматривается изменение коэффициента точности сортирования от частоты вращения дисков и использования на гранях дисков эластичного материала.

Актуальность. Внедрение новых способов, механизмов, конструкций, технических решений на агрокомплексах ведет к увеличению производительности [2, 6] продукции и исключению различных технических ошибок. Результаты интеллектуальной деятельности, полученные в рамках научно-исследовательских, опытно-конструкторских или инициативных работ, послужат механизмами по совершенствованию уровня техники в сельском хозяйстве.

В технологический процесс послеуборочной обработки корнеплодов активно внедряются новые технические решения [2–9, 11–18].

На данный момент в процессе сортирования применяют следующие технические решения:

- применение роботов-манипуляторов;
- применение компьютерного, технического, лазерного зрения;
- применение новых конструкций, направленных на повышение качества продукции, точности сортирования;
- применение новых механизмов и способов, направленных на увеличение производительности.

Проведение производственных, лабораторных экспериментов, испытаний и исследований на опытных, усовершенствованных образцах техники, способствует выявлению абсолютно новых и значимых технических решений в АПК.

Цель работы. Цель исследования заключается в анализе изменения коэффициента точности при разных факторах.

Материалы и методика. На кафедре теоретической механики и сопротивления материалов разработан опытный образец дискового сортирующего устройства и модели клубней, выполненные из дерева с соблюдением размеров.

При различной подаче моделей клубней к ребрам дисков сортирующего устройства, которые окантованы эластичным материалом, позволило провести эксперимент и определить зависимость действительного коэффициента точности сортирования от частоты вращения дисков [1, 10].

Результаты исследований. Применение моделей клубней позволило провести однофакторный эксперимент и определить зависимость действительного коэффициента точности сортирования от частоты вращения дисков. На рисунках 1, 2 представлены результаты эксперимента, характеризующие зависимость точности калибрования от частоты вращения дисков с разным коэффициентом трения. Методом наименьших квадратов получены сглаживающие кривые. Зависимость представлена кривыми для трех различных уровней подачи материала на рабочий орган. По оси ординат дана оценка точности сортирования (действительный коэффициент точности сортирования).

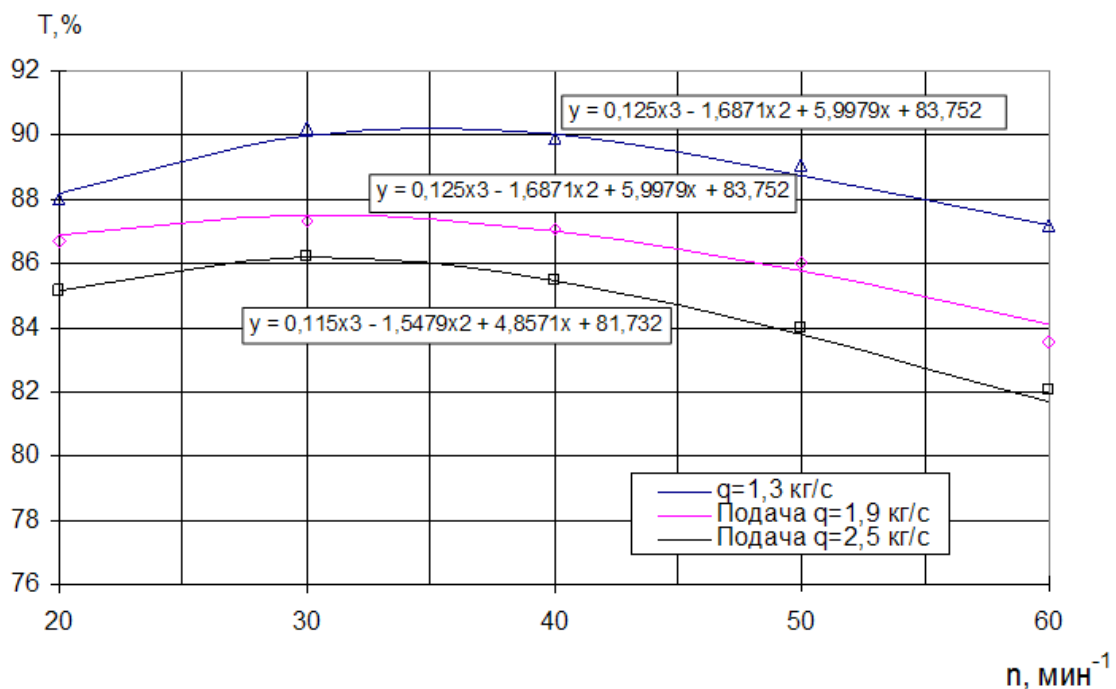


Рисунок 1 – Влияние частоты вращения дисков на точность сортирования при одинаковом коэффициенте трения на всех дисках

Аппроксимирующие кривых точности калибрования клубней картофеля для дисков, которые окантованы одинаковым эластичным материалом:

$$q = 1,3 \text{ кг/с}, T = 83,752 + 5,9979n + 1,6871n^2 - 0,125n^3, R^2 = 0,9867;$$

$$q = 1,9 \text{ кг/с}, T = 83,752 + 5,9979n + 1,6871n^2 - 0,125n^3, R^2 = 0,9076;$$

$$q = 2,5 \text{ кг/с}, T = 81,732 + 4,8571n + 1,5479n^2 - 0,115n^3, R^2 = 0,8611.$$

Аппроксимирующие кривых точности калибрования клубней картофеля для дисков, которые окантованы одинаковым эластичным материалом:

$$q = 1,3 \text{ кг/с}, T = 87,57 + 3,1583n + 0,865n^2 - 0,0467n^3, R^2 = 0,9867;$$

$$q = 1,9 \text{ кг/с}, T = 84,116 + 5,6064n + 1,7811n^2 - 0,1325n^3, R^2 = 0,9076;$$

$$q = 2,5 \text{ кг/с}, T = 82,772 + 5,5133n + 1,5425n^2 - 0,0842n^3, R^2 = 0,8611.$$

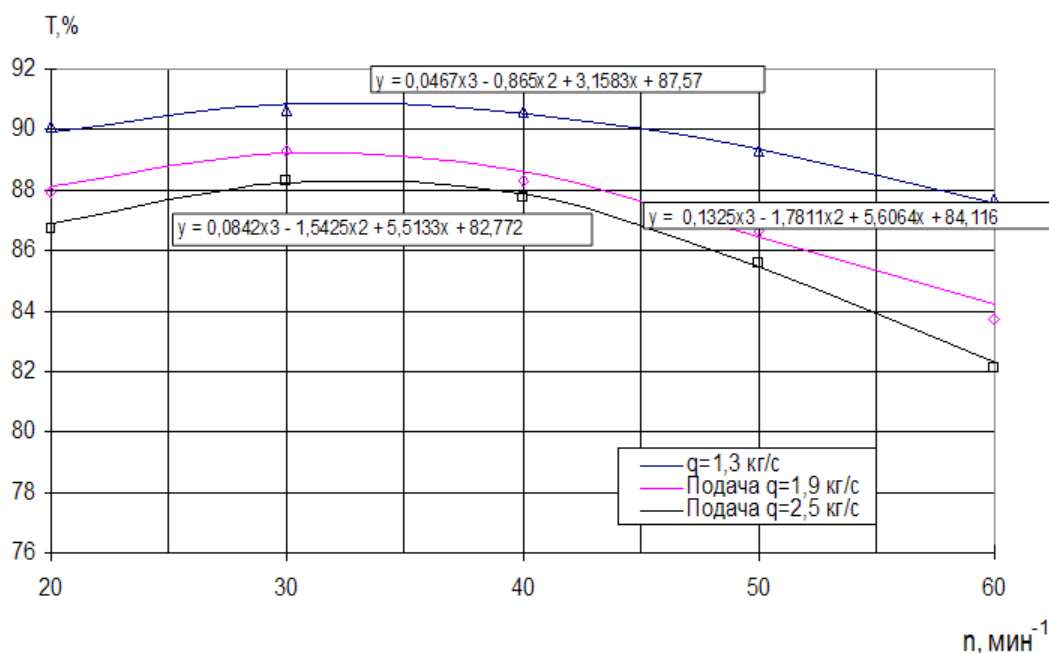


Рисунок 2 – Влияние частоты вращения дисков на точность сортирования при разном коэффициенте трения на соседних дисках

Экспериментальные кривые показывают, что точность разделения исходного материала по фракциям от частоты вращения имеет экстремум. С увеличением частоты вращения дисков (в зависимости от эластичного материала) от 20 до 35 мин⁻¹ точность сортирования растет. Объясняется это тем, что увеличение переносной скорости приводит к увеличению центробежной силы и ослаблению контакта клубней с поверхностью ребер дисков. Силы тре-

ния также ослабевают, что облегчает разворот клубней в щели. При вращении клубней вокруг собственной оси по дискам, а клубень имеет продолговатую форму, происходит периодическое изменение силы контакта их с рабочей поверхностью. В этих условиях и происходит наиболее интенсивный разворот клубней в отверстия между дисками. А с увеличением частоты вращения более 35 мин⁻¹ происходит снижение точности калибрования за счет того, что клубни не успевают сориентироваться в отверстия.

С увеличением подачи материала точность калибрования уменьшается. Уменьшение точности калибрования связано с повышением высоты потока смеси на лентах. Некоторые клубни верхнего слоя не успевают сориентироваться в отверстия и идут сходом в крупную фракцию. Это является основной причиной уменьшения точности калибрования при неизменном коэффициенте трения.

Как показали результаты эксперимента, при окантовке ребер дисков материалом с разным коэффициентом трения, при малой подаче материала, точность сортирования практически не изменилась, но существенно повысилась при большей подаче вороха. Использование в дисковом барабане дисков, которые окантованы разными эластичными материалами, подтверждает гипотезу о проявлении закономерности ориентирования клубней в щели по толщине. Это оценивается повышением точности калибрования в среднем на 1,5...2 %.

Выводы и рекомендации. По результатам проведенного эксперимента можно утверждать, что при поочередной окантовке ребер дисков эластичным материалом с разным коэффициентом трения и малой подаче картофельного вороха, точность сортирования практически не изменилась, но существенно повысилась при большей подаче вороха. Использование в дисковом барабане дисков, которые окантованы разными эластичными материалами, подтверждает гипотезу о проявлении закономерности ориентирования клубней в щели по толщине. Это оценивается повышением точности калибрования в среднем на 1,5...2 %.

Ввиду полученных данных, рекомендуется продолжить эксперименты с расширением параметров, влияющих на повышение точности сортирования.

Список литературы

1. Боднарчук, Ю. Д. Анализ существующих конструкций для калибрования картофеля / Ю. Д. Боднарчук // Интеграционные взаимодействия молодых уче-

ных в развитии аграрной науки: материалы Национал. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 220–222.

2. Боднарчук, Ю. Д. Влияние инженерно-исследовательской деятельности на техническое развитие в АПК / Ю. Д. Боднарчук // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 26–29.

3. Боднарчук, Ю. Д. Особенности функционирования рабочих органов дискового сортирующего устройства / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 7–10.

4. Боднарчук, Ю. Д. Применение технического зрения в линии для сортировки картофеля / Ю. Д. Боднарчук // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 25–30.

5. Боднарчук, Ю. Д. Применение современных робототехнических систем в технологическом процессе послеуборочной обработки картофеля / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 3–7.

6. Колчин, Н. Н. Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей / Н. Н. Колчин. – Москва: Машиностроение, 1982. – 268 с., ил.

7. Комплекс оборудования для возделывания картофеля в хозяйствах малых форм собственности / А. Г. Иванов, К. И. Шубин, Р. Р. Шакиров, Д. А. Марков // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 78–86.

8. Костин, А. В. Перспективное развитие рабочих органов с закономерным ориентированием клубней в отверстие / А. В. Костин // Инновации молодых ученых – сельскому хозяйству России: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. – Москва: Росинформагротех, 2006. – ч. 2. – С. 217–221.

9. Костин, А. В. К обоснованию конструктивных параметров дискового классификатора картофеля / А. В. Костин, Р. И. Останин // Молодые ученые в реализации национальных проектов: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2006. – Т. III. – С. 260–264.

10. Костин, А. В. Результаты производственных испытаний дискового калибрующего устройства / А. В. Костин // Наука Удмуртии. – 2009. – № 9. – С. 146–150.

11. Лебедев, Л. Я. Отделитель почвенных примесей для обработки картофеля / Л. Я. Лебедев, Ф. Р. Арсланов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 197–202.

12. Марков, Д. А. Виды устройств для сортировки картофеля / Д. А. Марков, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 202–207.

13. Механизация процесса уборки картофеля / А. В. Костин, Д. М. Петров, Ю. Д. Боднарчук, В. С. Мерзляков // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 98–105.

14. Механизированный комплекс для послеуборочной обработки и хранения картофеля / Р. И. Останин, А. В. Костин, Л. Я. Лебедев [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (66). – С. 56–64.

15. Обзор устройств для очистки вороха картофеля от примесей / И. И. Хузяхметов, В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов и [др.] // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2022. – Том 1. – С. 228–233.

16. Оборудование для подготовки картофеля к кормопроизводству / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 20 июля 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 96–103.

17. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля: моногр. / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]; под общ. ред. А. Г. Иванова. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с.

18. Сортирующее устройство: пат. 215368 Рос. Федерация: МПК В07В 1/16 / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин; заявитель и патентообладатель Боднарчук Юлия Дмитриевна. – № 2022121782/09; заявл. 11.08.2022; опубл. 12.12.2022, Бюл. № 35. – 6 с.

УДК 631.362.34:635.21

Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин
Удмуртский ГАУ

МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕГУЛИРУЮЩЕГО УЗЛА СОРТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С ДИСКОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Рассматриваются известные технические решения устройств, предназначенных для сортирования корнеплодов по размеру на фракции, а также их механизм работы.

Актуальность. Сортирование клубней картофеля по размеру на фракции является сложным и трудозатратным процессом.

Применяемые в агрокомплексах сортирующие устройства далеко не соответствуют агротребованиям, так как уже обработанный картофель может содержать более 10 % примесей – это почва, камни, растительные остатки, а также наблюдается повреждаемость клубней, а точность сортирования находится в пределах от 70 до 88 [1, 2, 4–6, 11–16].

При проведении сравнительного анализа сортирующих устройств было выявлено, что наиболее высокой точностью сортирования и наименьшей повреждаемостью корнеплодов обладают дисковые рабочие органы [3, 7–10, 13].

В процессе эксплуатации сортирующего устройства с дисковым рабочим органом было выявлено, что в основном у большинства аналогов отсутствует механизм по регулировке калибрующих зазоров либо сама конструкция ненадежная и сложная в эксплуатации.

Цель работы. Разработать устройство с регулировкой калибрующих зазоров для сортирования корнеплодов на три фракции.

Материалы и методика. Проведен патентный поиск по Российской Федерации и зарубежным странам по базам данным ЕАПО, ФИПС, PATENTSCOPE. На кафедре теоретической механики и сопротивления материалов разработан опытный образец дискового сортирующего устройства.

Результаты исследований. По результатам проведенного поиска найдено 146 патентных документов. При проведении сравнительного анализа из общего количества отобрано 2 патентных документа со схожими техническими решениями.

Известно устройство для сортировки сельскохозяйственной продукции, представленное на рисунке 1 (патент JP № 5425128, дата публ. 26.02.2014, В07В 1/16, В07В 1/46, В07С 5/06), содержащее сортировочные диски, закрепленные на валах, которые расположены параллельно друг другу с образованием между дисками равных зазоров, т.е. сортировочного пространства «SS», при этом зазоры между сортировочными дисками регулируются с помощью пружин сжатия, которые расположены между дисками.

Недостатками устройства для сортировки сельскохозяйственной продукции является недостаточная эксплуатационная надежность конструкции за счет того, что пружины внешне не защищены, а ворох картофеля содержит почву, камни, растительные при-

меси и др., что приводит к забиванию пружин, и регулировка зазоров между дисками затруднена. Кроме того, не исключено повреждение клубней картофеля при соприкосновении с пружинами.

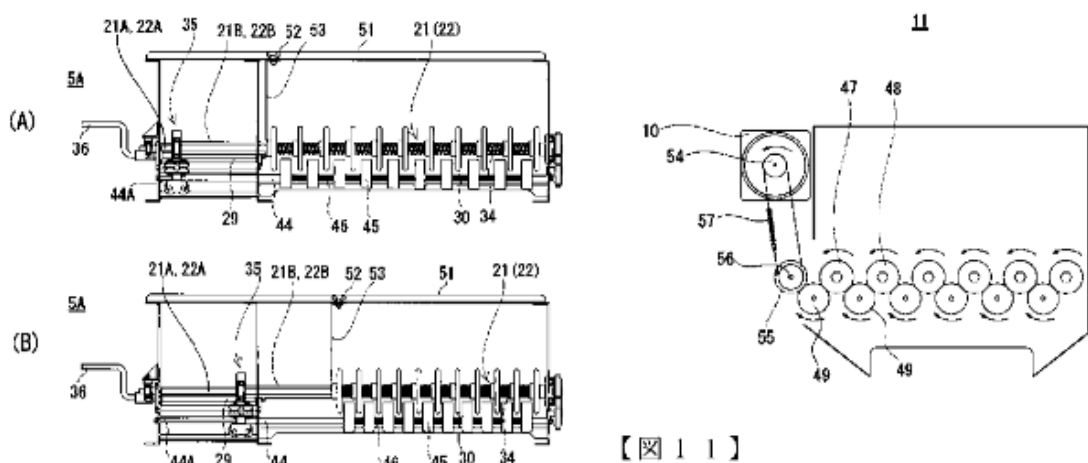


Рисунок 1 – Устройство для сортировки сельскохозяйственной продукции, патент JP № 5425128

Известно сортирующее устройство, представленное на рисунке 2 и выбранное в качестве ближайшего аналога (патент SU № 1333424, дата публ. 30.08.1987, В07В 1/16), содержащее раму, установленные на приводном валу диски разного диаметра, подающий транспортер, клубнесьемники и приспособление для регулирования калибровочного зазора между дисками.

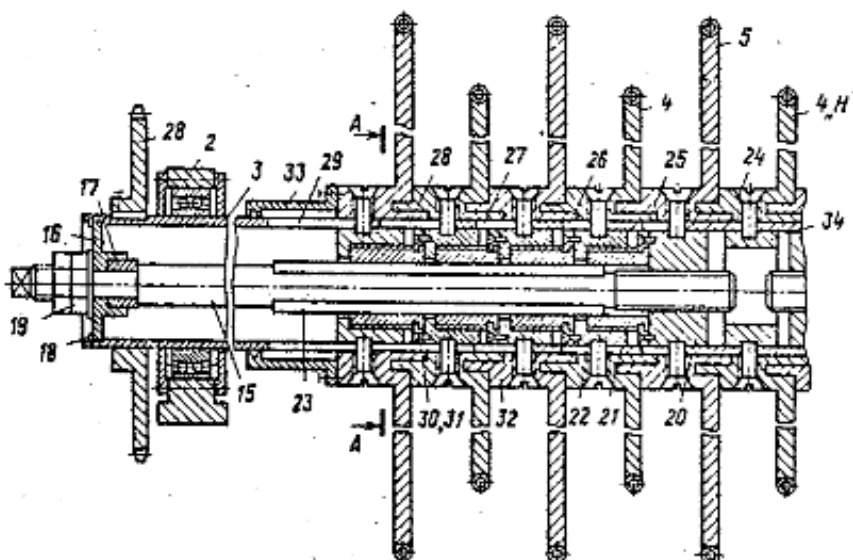


Рисунок 2 – Сортирующее устройство, патент SU № 1333424

Недостатком сортирующего устройства является сложность конструкции приспособления для регулировки калибровочного

зазора между дисками за счет сложности в изготовлении разных по назначению втулок, большого количества внутренних и внешних соединительных механизмов, крепежных элементов.

Устройство для сортировки корнеплодов представлено на рисунке 3 и включает раму 1, подающий транспортер 2, на валу 3 установлены диски 4 с расположенными между ними узлами 5 регулирования.

Диски 4 и узлы 5 регулирования зафиксированы между собой с помощью фиксатора 6, расположенного на конце вала 3. В данном примере осуществления фиксатор выполнен в виде гайки. В качестве фиксатора могут быть применены любые известные из уровня техники решения, например, распорные втулки, пружинные стопорные кольца и т.п.

Каждый узел 5 регулирования выполнен в виде двух сопряженных втулок 7 и 8, установленных с возможностью изменения расстояния между дисками 4 с помощью винтов 9. Для обеспечения надежности винтов 9 должно быть не менее двух. На внешней втулке 7 выполнены резьбовые отверстия 10 для установки винтов 9. На внутренней втулке 8 выполнены наклонные канавки 11 с возможностью совмещения с упомянутыми резьбовыми отверстиями 10 [17].

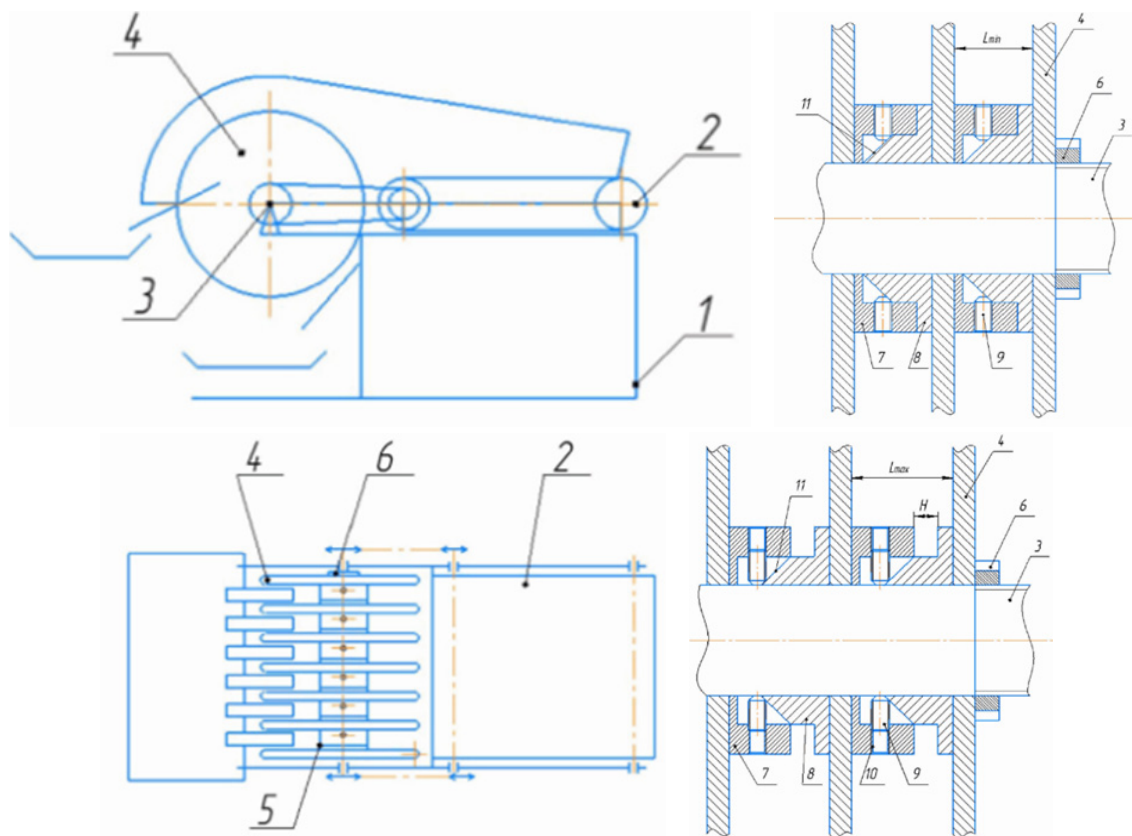


Рисунок 3 – Устройство для сортировки корнеплодов

Выводы и рекомендации. Предложенная конструкция устройства для сортировки корнеплодов позволяет расширить арсенал технических средств за счет возможности регулирования расстояния между дисками с помощью узлов регулирования, которые обеспечивают изменение зазора между втулками для сортирования разного сорта корнеплодов по размеру на фракции.

Список литературы

1. Боднарчук, Ю. Д. Анализ существующих конструкций для калибрования картофеля / Ю. Д. Боднарчук // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Национал. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 220–222.
2. Боднарчук, Ю. Д. Влияние инженерно-исследовательской деятельности на техническое развитие в АПК / Ю. Д. Боднарчук // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 26–29.
3. Боднарчук, Ю. Д. Особенности функционирования рабочих органов дискового сортирующего устройства / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Научные инновации в развитии отраслей АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 18–21 февр. 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 3. – С. 7–10.
4. Боднарчук, Ю. Д. Применение технического зрения в линии для сортировки картофеля / Ю. Д. Боднарчук // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 25–30.
5. Боднарчук, Ю. Д. Применение современных робототехнических систем в технологическом процессе послеуборочной обработки картофеля / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 24–26 февр. 2021 г. – Ижевск, 2021. – Т. 3. – С. 3–7.
6. Колчин, Н. Н. Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей / Н. Н. Колчин. – Москва: Машиностроение, 1982. – 268 с., ил.
7. Костин, А. В. Влияние коэффициента трения на процесс перемещения и ориентирования клубней картофеля в пространстве при взаимодействии с дисками калибрующего устройства / А. В. Костин, Ю. Д. Боднарчук, Р. Р. Шакиров // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 12–15 февр. 2019 г. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – Т. 3. – С. 94–98.
8. Костин, А. В. Перспективное развитие рабочих органов с закономерным ориентированием клубней в отверстие / А. В. Костин // Инновации молодых уче-

ных – сельскому хозяйству России: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. – Москва: Росинформагротех, 2006. – Ч. 2. – С. 217–221.

9. Костин, А. В. К обоснованию конструктивных параметров дискового классификатора картофеля / А. В. Костин, Р. И. Останин // Молодые ученые в реализации национальных проектов: материалы Всерос. научно-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2006. – Т. III. – С. 260–264.

10. Костин, А. В. Результаты производственных испытаний дискового калибрующего устройства / А. В. Костин // Наука Удмуртии. – 2009. – № 9. – С. 146–150.

11. Лебедев, Л. Я. Отделитель почвенных примесей для обработки картофеля / Л. Я. Лебедев, Ф. Р. Арсланов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 197–202.

12. Механизация процесса уборки картофеля / А. В. Костин, Д. М. Петров, Ю. Д. Боднарчук, В. С. Мерзляков // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 98–105.

13. Механизированный комплекс для послеуборочной обработки и хранения картофеля / Р. И. Останин, А. В. Костин, Л. Я. Лебедев [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (66). – С. 56–64.

14. Обзор устройств для очистки вороха картофеля от примесей / И. И. Хузяхметов, В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов и [др.] // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2022. – Т. 1. – С. 228–233.

15. Оборудование для подготовки картофеля к кормопроизводству / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 20 июля 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 96–103.

16. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля: моногр. / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]; под общ. ред. А. Г. Иванова. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с.

17. Сортирующее устройство: пат. 215368 Рос. Федерация: МПК В07В 1/16 / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин; заявитель и патентообладатель Боднарчук Юлия Дмитриевна. – № 2022121782/09; заявл. 11.08.2022; опубл. 12.12.2022, Бюл. № 35. – 6 с.

УДК 631.356

**Ю. Г. Корепанов, Л. Я. Лебедев,
А. Ю. Алексеева, О. Ю. Корепанова, Ф. Р. Арсланов**
Удмуртский ГАУ

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫКАПЫВАНИЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

Рассмотрены разработанные авторами энергосберегающие способы и устройства для выкапывания корнеклубнеплодов и приборы для исследования отрыва корнеклубненоносного пласта в полевых условиях.

Актуальность. Многочисленными исследованиями доказана необходимость выкапывания корнеплодов на посевах со слабо развитой ботвой, высокой засоренностью сорняками при ленточном или многострочном посеве [2, 3, 10]. Рассматриваются энергосберегающие способы и устройства для выкапывания корнеклубнеплодов за счет деформации растяжения [4, 8].

Цель: изучить энергосберегающий способ и устройство для выкапывания корнеклубнеплодов.

Задачи:

- рассмотреть процесс отделения корнеклубненоносного пласта от массива почвы;
- обосновать, как способ и устройство позволяют наиболее качественно удерживать пласт при отделении от массива почвы.

Материалы и методы. Способ предусматривает отделение корнеклубненоносного пласта от основного массива двумя плоскими дисками, образующими спаренный двухгранный клин. При движении машины обеспечивается вращение дисков по траектории эпитрохоиды относительно опорно-ограничивающих барабанов, в которых с целью наиболее качественного захвата и удержания корнеклубненоносного пласта при отделении от основного массива в верхней части пласт дополнительно удерживается опорно-ограничивающими барабанами.

Устройство состоит из двух дисков, образующих спаренный двухгранный клин с руслом постоянного сечения, которые вращаются на эксцентричных цапфах относительно опорно-ограничивающих барабанов, а барабаны вращаются на эксцен-

тричных осях, обеспечивая ограничение и удерживание отделяемого от основного массива корнеклубненого пласта сверху, а по бокам дисками.

Рассмотрен способ извлечения корнеклубнеплодов, при котором корнеклубнеплоды выкапываются из почвы вместе с подрезанным и деформированным пластом почвы пассивными или активными лемехами, образующими в работе двухгранный клин [1].

Рассмотрен способ извлечения корнеклубнеплодов, при котором корнеклубнеплоды вместе с почвой выжимаются из гряды лемешными или дисковыми, пассивными или активными рабочими органами, образующими в работе спаренные трехгранные клинья [2].

При анализе данных способов извлечения корнеклубнеплодов необходимо отметить большие энергозатраты процесса отделения пласта от массива почвы из-за использования деформации сжатия почвы, что превышает более 10 раз, чем деформацию на сдвиг, деформация растяжения почвы менее 30 раз, чем сжатия почвы.

Недостатком данного способа является цикличность выполнения операций отделения корнеклубненого пласта от основного массива и перемещение его к сепарирующим рабочим органам.

Известен способ отделения корнеклубненого пласта от основного массива двумя дисками, установленными с постоянным значением угла развала, образующими спаренный двугранный клин с руслом постоянного сечения, за счет деформаций растяжения получаемых при движении дисков вокруг эксцентричной цапфы по траектории эпитрахойды относительно опорных колес устройства. Отделенный таким образом пласт поднимается, разрушается (растягивается) за счет центробежных сил и подается на сепарирующие органы или на поле [6].

При рассмотрении данного способа необходимо отметить основной недостаток, связанный с отсутствием возможности удерживать отделяемый корнеклубненоый пласт сверху, что приводит к плохому качеству отделения пласта от основного массива.

Предлагается при отделении корнеклубненого пласта – дополнительное удерживание отделяемого его сверху. Это достигается тем, что в отличие от способа, заявленного в патенте RU 2728643, отделение корнеклубненого пласта от основного массива осуществляется с дополнительным ограничением в верхней части отделяемого корнеклубненого пласта опорно-

ограничивающими барабанами [5]. Таким образом, отделяемый пласт в момент отрыва удерживается с трех сторон: с двух плоскими дисками и сверху опорно-ограничивающими барабанами.

Рассмотрены различные устройства для выкапывания корнеклубнеплодов [1, 2]. В авторских свидетельствах № 174021 А01 D25/02, № 310628 А01 D25/08 описаны рабочие органы к корнеклубнеуборочным машинам, включающие короб с основным лемехом, выжимные вильчатые копачи, образующие вместе с основным лемехом общий рабочий орган для работы на различных междурядьях. В одном случае выжимные вильчатые копачи устанавливаются на пассивный лемех, в другом случае на активный, совершающий колебания в направлении движения машины.

Рассмотренный рабочий орган по авторскому свидетельству № 1271409 А01D15/04, в котором вильчатые копачи совершают как возвратно-поступательное в направлении движения машины, так и колебательное движение.

Рассмотренный выкапывающий рабочий орган по патенту № 320259 А01D15/04 с вращающимися дисками имеет основной недостаток – выкапывание корнеклубнеплодов происходит более энергоемко за счет деформации сжатия пласта [3].

При этом кинематика движения рабочего органа обеспечивает отделение корнеклубнеплодового пласта от основного массива за счет деформаций растяжения и сдвига [6].

Недостатком указанного рабочего органа является цикличность выполнения рабочего процесса и сложность устройства.

Известно выкапывающее устройство по патенту RU 2728643 (прототип), выполненное из двух плоских дисков, установленных с постоянным значением угла развала, образующих спаренный двухгранный клин с руслом постоянного сечения [5].

При этом диски установлены на эксцентричных цапфах, и при движении машины каждый диск за счет сил трения совершает движение относительно опорных колес устройства по эпициклоиде, образуя рабочий орган, который непрерывно отделяет корнеклубнеплодовый пласт от основного массива и передает его на сепарирующие рабочие органы или выбрасывает на поле.

Недостатком данного рабочего органа является отсутствие устройства, удерживающего пласт сверху в момент отделения его от основного массива.

Известен выкапывающий рабочий орган к корнеклубнеуборочным машинам. Патент SU 751350 А01D210/04 от 07.08.1980 г.

(прототип), состоящий из двух изогнутых внутрь дисков с изогнутыми пальцами-ножами, установленных на цапфах, и решетчатого барабана для интенсивного просеивания пласта [7].

Недостатком данного рабочего органа является сложность устройства и высокая энергоемкость.

Отличие предлагаемого рабочего органа по сравнению с известными состоит в том, что диски выполнены плоскими и установлены на эксцентричных цапфах.

Отличие состоит также в том, что устройство снабжено двумя опорно-ограничивающими барабанами, установленными на эксцентричных осях и удерживающими пласт в момент отделения от основного массива сверху.

Таким образом, устройство позволяет удерживать пласт в момент отрыва с боков дисками, а сверху опорно-ограничивающими барабанами. Выкапывающий рабочий орган (рис. 1) состоит из двух выкапывающих дисков 1, опорно-ограничивающих барабанов 2, кронштейна 3 с эксцентричной цапфой 4 для каждого диска, эксцентричной оси 6 для каждого барабана, стойкой 5.

При движении машины диски непрерывно вырезают корнеклубненосный пласт, за счет растяжения отделяют его от основного массива, удерживая при этом пласт с боков дисками, а сверху опорно-ограничивающими барабанами, поднимают, растягивают, разрушают пласт и передают его на сепарирующие рабочие органы или выбрасывают на поле.

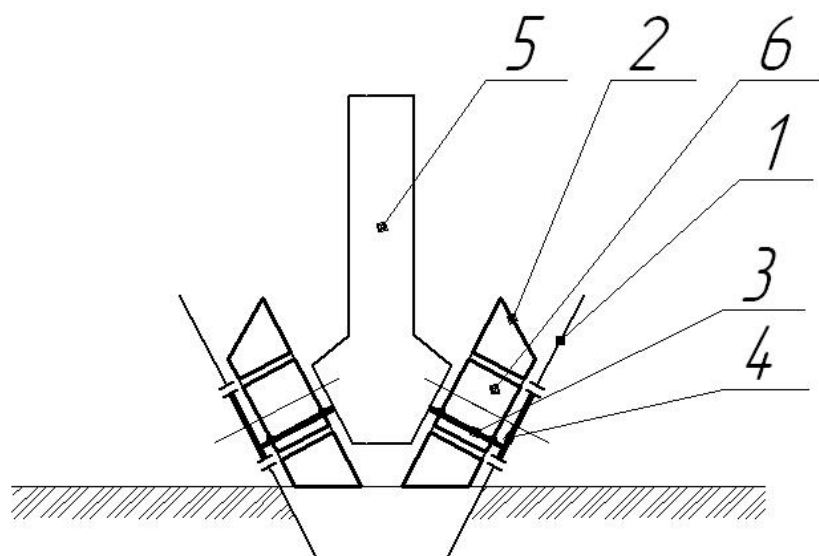


Рисунок 1 – Схема устройства для выкапывания корнеклубнеплодов:

- 1 – выкапывающий диск, 2 – опорно-ограничивающий барабан, 3 – кронштейн,
- 4 – эксцентричная цапфа, 5 – стойка, 6 – эксцентричная ось

Рассмотренный способ и устройство позволяют наиболее качественно удерживать пласт при отделении от массива за счет дополнительного удерживания сверху опорно-ограничивающими барабанами, вращающимися на эксцентричных осях.

Список литературы

1. Гудков, А. Н. Теоретические положения к выбору новой системы машин для обработки почвы / А. Н. Гудков // Земледельческая механика. Сборник трудов. – Москва, 1969. – Том. XII. – С. 137–139.
2. Корепанов, Ю. Г. Анализ сил, действующих на корнеклубнеплод спаренным двухгранным клином / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов // Наука, инновации и образование в современном АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014. – С. 202–204.
3. Корепанов, Ю. Г. Методика исследования отрыва корнеклубненоносного пласта / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, В. Ю. Шатунов // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2013. – С. 92–95.
4. Корепанов, Ю. Г. Обоснование рабочего органа для выкапывания моркови / Ю. Г. Корепанов, В. Ю. Шатунов // Научное обеспечение инновационного развития АПК: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию государственности Удмуртии. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. – С. 55–57.
5. Корепанов, Ю. Г. Прибор для исследования отрыва корнеклубненоносного пласта / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, В. Ю. Шатунов // Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства: материалы Юбилейной науч.-практ. конф. 55 лет высшему агроинженерному образованию в Удмуртии; редколлегия: П. Л. Максимов, А. Г. Иванов, О. С. Федоров. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. – С. 66–67.
6. Корепанов, Ю. Г. Синтез механизма колеблющего лемеха корнеклубнеборочной машины / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов // Научное обеспечение инновационного развития АПК: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию государственности Удмуртии. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. – С. 57–62.
7. Корепанов, Ю. Г. Систематизация выкапывающих рабочих органов корнеклубнеборочных машин / Ю. Г. Корепанов // Исследования рабочих процессов машин в растениеводстве: сборник научных трудов. – Пермский ГСХИ им. акад. Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 1982. – С. 97–99.
8. Корепанов, Ю. Г. Совершенствование методики исследования отрыва корнеклубненоносного пласта в полевых условиях / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, А. Ю. Алексеева // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра хим. наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-ле-

тию канд. техн. наук, профессора, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – С. 188–193.

9. Максимов, Л. М. Выкапывающие рабочие органы корнеклубнеуборочных машин / Л. М. Максимов, Ю. Г. Корепанов // Исследование рабочих процессов в растениеводстве: сборник научных трудов. – Пермский ГСХИ им. акад. Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 1982. – С. 90–96.

10. Обоснование параметров энергосберегающего рабочего органа для выкапывания корнеклубнеплодов / Ю. Г. Корепанов, А. Г. Иванов, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Новый университет. Серия: Технические науки, 2016. – № 8–9 (54–55). – Ижевск, 2016. – С. 63–70.

11. Обоснование траектории движения лемеха корнеклубнеуборочной машины / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, Н. Ю. Касаткина [и др.] // Новый университет. Серия: Технические науки, 2016. – № 8–9 (54–55). – Ижевск, 2016. – С. 71–75.

12. Патент на изобретение RU 2777905 11.08.2022. / Устройство для извлечения корнеклубнеплода из почвы / Ю. Г. Корепанов, А. Ю. Алексеева, А. Г. Иванов, Ф. Р. Арсланов, Н. В. Алексеев, О. Ю. Корепанова.

13. Патент 2728643 С2, 30.07.2020. Заявка № 2018138815 от 02.11.2018 / Способ извлечения корнеклубнеплодов из почвы и устройство для его осуществления / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, А. Ю. Алексеева, А. Г. Иванов, М. В. Шкляев, И. Н. Скурыгин, Д. А. Вахрамеев.

14. Патент RU 2492621 С2, 20.09.2013. Заявка № 2011128517/13 от 08.07.2011 / Способ извлечения корнеклубнеплодов из почвы и устройство для его осуществления / Ю. Г. Корепанов, А. А. Сорокин, А. Г. Иванов, Ф. Р. Арсланов, И. Г. Поспелова.

15. Патент RU 118507 U1, 27.07.2012. Заявка № 2011120775/13 от 23.05.2011 / Прибор для исследования отрыва корнеклубнеплодного пласта / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, В. Ю. Шатунов, М. Л. Феклина.

16. Патент RU 189315 U1, 21.05.2019. Заявка № 2018138831 от 02.11.2018 / Прибор для исследования отрыва корнеклубнеплодного пласта / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, А. Ю. Алексеева, А. Г. Иванов, М. В. Шкляев, И. Н. Скурыгин, Д. А. Вахрамеев.

17. Патент на изобретение RU 2728643 30.07.2020. / Способ извлечения корнеклубнеплода из почвы и устройство для его осуществления / Ю. Г. Корепанов, Ф. Р. Арсланов, А. Ю. Алексеева, А. Г. Иванов, М. В. Шкляев, И. Н. Скурыгин, Д. А. Вахрамеев.

18. Теоретические предпосылки для обоснования параметров дискового энергосберегающего рабочего органа / Ю. Г. Корепанов, А. Г. Иванов, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2016. – С. 33–39.

**А. А. Мартюшев¹, Н. Д. Давыдов²,
Ф. Р. Арсланов², С. Л. Беркутов²**

¹АО «Путь Ильича» Завьяловского района УР

²Удмуртский ГАУ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Условия эксплуатации автотракторных дизельных двигателей в сельскохозяйственном производстве достаточно специфичны ввиду особенностей российского климата. Именно поэтому процесс эксплуатации должен быть тщательно проработан с целью поддержания максимальной эксплуатационной эффективности использования техники в течение всего календарного года. В работе выделены основные направления по улучшению эксплуатационных характеристик дизелей при их эксплуатации в условиях низких температур.

Актуальность. Под воздействием температуры окружающей среды изменяется температурный режим работы двигателя в целом и отдельных его систем, изменяется характер распределения тепла, тепловой баланс и теплоотдача [1, 3, 4, 8, 9]. Все это приводит к снижению технико-экономических показателей работы. Кроме того, еще одним неотъемлемым фактором, присущим дизельным двигателям при эксплуатации в условиях низких температур, является затрудненный пуск, что влечет повышенную степень износа деталей и узлов, снижая тем самым ресурс техники.

На сегодняшний день около 95 % всей промышленной и сельскохозяйственной техники оснащено именно дизельными двигателями. А если учитывать, что среднемесячная температура января в средней полосе России составляет -15 °С, то становится очевидной высокая значимость особенностей эксплуатации дизелей в зимний период.

Целью работы является изучение возможности тепловой подготовки автотракторного дизельного двигателя в период пуска.

Задачи:

- определить факторы, влияющие на пуск дизеля в зимних условиях;
- экспериментально обосновать требования для установки средств предпусковой тепловой подготовки дизельного двигателя.

Материалы и методика. Выделим три основных категории факторов, обеспечивающих эффективную эксплуатацию дизелей в условиях низких температур:

- обеспечение гарантированного пуска двигателя;
- минимизация времени тепловой подготовки к принятию нагрузки;
- обеспечение оптимального теплового режима в процессе работы двигателя.

Затрудненный пуск дизеля в условиях низких температур наблюдается в связи с отсутствием процесса самовоспламенения топливо-воздушной смеси в камере сгорания. Причина данного явления проста – недостаточно высокая температура сжатого воздуха в цилиндре двигателя и низкая температура впрыскиваемого топлива, которое распыляется на крупную фракцию [1, 5, 8].

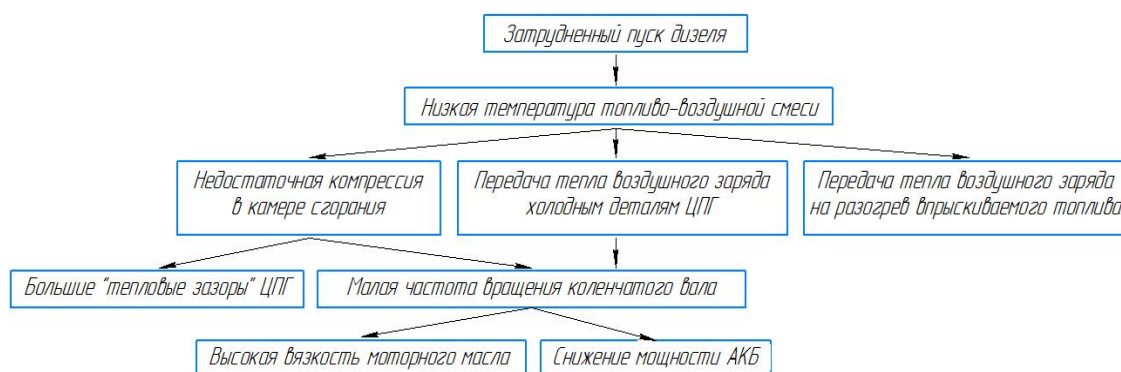


Рисунок 1 – Факторы, определяющие затрудненный пуск дизеля в условиях низких температур

Таким образом, согласно рисунку 1, мы видим, что в первую очередь необходимо снижать вязкость моторного масла путем повышения его температуры. Это приведет как к существенному увеличению частоты вращения коленчатого вала и, как следствие, к увеличению значения компрессии в цилиндрах, так и к снижению потерь на передачу тепловой энергии на разогрев деталей цилиндро-поршневой группы.

Результаты исследований. В процессе исследований была проведена серия экспериментов по замеру компрессии в цилиндрах двигателя Д-243 при пуске в зависимости от его температуры и оборотов коленчатого вала. Испытания проводились в феврале 2021 г. на территории гаража АО «Путь Ильича» на открытой площадке.

Эксперименты дали следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований процесса пуска дизельного двигателя Д-243

Температура двигателя, °С	Компрессия в цилиндрах двигателя				Среднее значение компрессии	Частота вращения колен. вала
	1 цилиндр	2 цилиндр	3 цилиндр	4 цилиндр		
	атм.	атм.	атм.	атм.	атм.	об/мин
-30	9	9	11	10	10,75	70
-25	10	10	12	13	12,25	90
-20	12	15	16	16	15,75	120
-15	14	16	17	17	17	150
-10	15	17	18	17	17,75	177
-5	17	18	20	19	19,5	222
0	18	19	21	19	20,25	230
+5	18	20	22	20	21	238
+35	22	23	24	23	24	289
+45	24	25	25	25	25,75	323
+70	25	26	26	26	26,75	340
+90	27	27	28	27	27,25	340

Выводы и рекомендации. Анализ полученных данных показал, что гарантированный процесс пуска дизеля Д-243 возможен при температуре окружающей среды выше +5 °С. Экспериментально обосновано требование установки средств предпусковой тепловой подготовки для дизельного двигателя.

Рабочий тепловой режим двигателя значительно зависит от температуры окружающей среды. При различных температурах меняется интенсивность теплообмена наружных поверхностей силового агрегата с атмосферой, а также изменяется температура воздушного заряда и топлива в цилиндрах [3].

Таким образом, для обеспечения эффективной эксплуатации автотракторных дизелей в условиях низких температур путем обеспечения минимального расхода горюче-смазочных материалов, снижения износа деталей, узлов и уменьшения токсичности отработавших газов необходимо применение устройств предпусковой тепловой подготовки, устройств подогрева топлива и воздуха, поступающих в цилиндры двигателя в процессе работы, а также средств уменьшения теплообмена с окружающей средой.

Список литературы

1. Вахрамеев, Д. А. Оптимизация методов и параметров предпусковой тепловой подготовки двигателя Д-243 / Д. А. Вахрамеев, А. И. Волкова, С. В. Вла-

димиров // Динамика механических систем: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2021. – С. 165–171.

2. Влияние предпускового подогрева двигателя машинно-тракторного агрегата на снижение токсичных компонентов в отработавших газах / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Н. Д. Давыдов [и др.] // Современные проблемы экологии: материалы XX Междунар. науч.-техн. конф. – Тула, 2018. – С. 16–19.

3. Комплексный предпусковой подогрев дизельного двигателя / Д. А. Вахрамеев, Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 12–13.

4. Неговора, А. В. Современная концепция тепловой подготовки авто-тракторной техники в условиях низких температур / А. В. Неговора, М. М. Рязанов, С. З. Инсафуддинов // Вестн. Башкирского ГАУ. – Уфа, 2018. – № 4 (48). – С. 135–141.

5. Обоснование выбора методов предпусковой тепловой подготовки для разных типов двигателей внутреннего сгорания / Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев [и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 161–166.

6. Особенности теплового расчета дизельного двигателя в процессе пуска / А. А. Мартюшев, А. А. Кавыев, Н. Д. Давыдов [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 159–165.

7. Предпусковой подогрев двигателя трактора как эффективный способ снижения токсичных компонентов в отработавших газах / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 172–175.

8. Пути повышения эффективности эксплуатации автотракторных дизелей в условиях низких температур / Е. А. Потапов, И. Ю. Тюрин, А. А. Мартюшев [и др.] // Аграрный научный журнал. – Саратов, 2022. – № 9. – С. 112–114.

9. Температура воздушного заряда в конце такта сжатия дизельного двигателя при пуске в условиях низких температур / А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев, А. И. Волкова [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 165–169.

А. М. Мухаметдинов, Д. Г. Хакимов, Р. Р. Аскарлов
Башкирский ГАУ

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ОВОЩНЫХ СЕЯЛОК

Представлены конструкция, технические характеристики овощных сеялок. Рассмотрены преимущества и недостатки применения овощных сеялок.

Актуальность. В настоящее время в мировой практике все большее распространение получает посев овощных культур, который имеет ряд преимуществ – снижение общей стоимости обработки, меньший износ техники и потребление топлива, значительное сокращение эрозии и повышение плодородия [3–7]. Используемые же в настоящее время овощные сеялки не в полной мере соответствуют предъявляемым к ним требованиям по эффективному внесению жидких комплексных удобрений, а также одновременному внесению биопрепаратов, а между тем в настоящее время возрастает потребление овощей, так как в них содержится большое количество витаминов и питательных веществ, способствующих здоровью людей.

Цель. Повышение эффективности посева овощных культур с одновременным внесением биопрепаратов [3–7]. Внесение жидких комплексных удобрений с учетом плодородия почвы.

Задача: разработка прототипа рабочего органа для равномерного внесения жидких комплексных удобрений и посева мелкосеменных овощных культур с возможностью одновременного внесения биопрепаратов.

Материалы и методика. Проведем анализ конструкций овощных сеялок. Проведем обзор овощных сеялок. Рассмотрим сеялку MS 4100 (рис. 1). Ширина захвата составляет 2–9 метров с междурядьями по 25 см. Некоторые модификации оснащаются рамой складного типа.

Ширина захвата изменяется в зависимости от увеличения количества рядов для засева. Минимальное количество рядов – 2, максимально – 12. При количестве рядов 2 – ширина рамы составляет 0,12 м, при 12 – 0,6 м.

Преимущества: простота конструкции, не требует сложных настроек, возможна установка системы внесения удобрений, вы-

севающие стойки вмонтированы в раму, благодаря чему сеялка имеет небольшой вес.

Недостатки: возможность сделать сеялку прицепной, но только в комплектации на 8 рядов с междурядьем 70 см.

Рассмотрим машину МПЛС-3 (рис. 2). Сеялка МПЛС-3 предназначена для точечной посадки луковичных овощных культур. Конструкцией предусмотрен трехрядный и шестирядный посев.



Рисунок 1 – Сеялка MS 4100



Рисунок 2 – Машина МПЛС-3

Преимущества: конструкцией предусмотрена регулировка по высоте загортачей для заделки посадочного материала на требуемую глубину.

Рассмотрим сеялку навесную № 7.589 (рис. 3). Предназначена для посадки луковичных культур. Конструкция навесная, четырехрядная. Имеется возможность внесения растворимых удобрений одновременно с посевом.



Рисунок 3 – Сеялка навесная № 7.589

Конструкцией не предусмотрена возможность дифференцированного внесения жидких удобрений в зависимости от плодородия почвы.

Рассмотрим сеялку ТБ-2 (рис. 4).



Рисунок 4 – Сеялка ТБ-2

Также для посева овощных культур применяются пневматические овощные сеялки точного высева.

Рассмотрим сеялку Amazone ED 3000 С Special (рис. 5).



Рисунок 5 – Amazone ED 3000

Рассмотрим сеялку Lemken Azurit 9/8.80 К (рис. 6).



Рисунок 6 – Lemken Azurit 9/8.80 К

Рассмотрим сеялку Kverneland Optima RS (рис. 7).



Рисунок 7 – Kverneland Optima RS

Технические характеристики:

– Ширина рамы – от 6,1 до 9,3 м.

Благодаря продуманной конструкции основной балки возможно установить секции с междурядьем от 35 до 90 см как симметрично, так и ассиметрично.

– Объем бункера – 2000 л.

Рассмотрим сеялку Maestro 12 SW Horsch (рис. 8).



Рисунок 8 – Maestro 12 SW Horsch

Имеется возможность регулировки ширины захвата. Она изменяется в зависимости от увеличения количества рядов для засева. Проведём обзор рабочих органов овощных сеялок. На рисунке 9 представлена конструкция дискового сошника.

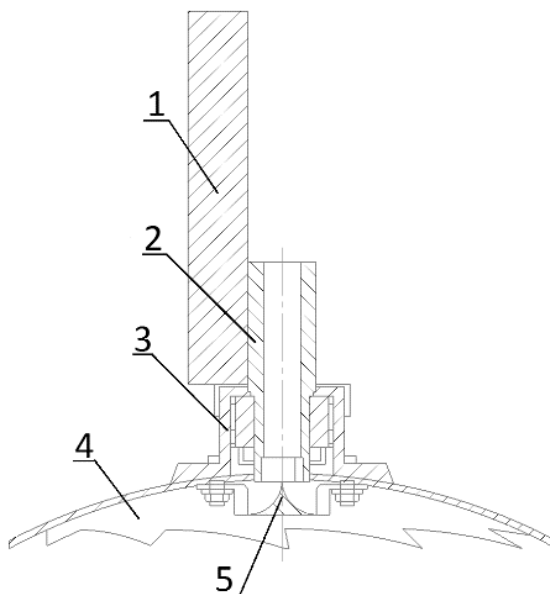


Рисунок 9 – Сошник в разрезе:

1 – кронштейн; 2 – держатель сошника; 3 – подшипниковый узел;
4 – сферический диск; 5 – съемный конический рассеиватель

На рисунке 10 представлен каток.

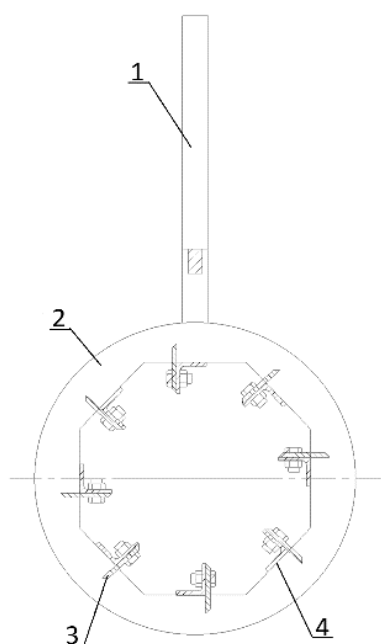


Рисунок 10 – Каток в разрезе:

1 – стойка; 2 – плоские дисковые ножи; 3 – съемные ножи; 4 – ребра из уголков

Недостатком данного орудия является ограниченность функционала только предпосевной подготовкой поверхности поля к севу, низкая надежность выполнения технологического процесса вследствие выглубления стрельчатой лапы орудия при наезде на препятствие из-за шарнирного крепления поводков секций орудия к раме в одной точке без использования параллелограммного механизма подвески секций рабочих органов, налипание верхнего слоя почвы на поверхность барабана между рыхлительными зубьями при его работе по влажной почве.

Недостатком данной сеялки-культиватора является забивание межсошникового пространства крупными фрагментами растительных остатков, смешанными с землей, которые не измельчаются из-за несовершенства конструкции барабана-измельчителя, не имеющего вертикальных дисковых ножей, а также невозможность сохранения заданной глубины высева семян при перемещении по невыровненной поверхности поля из-за жесткого крепления барабанов-измельчителей и дисковых сошников к раме, что делает невозможным копировать микрорельеф поля [1].

На рисунке 11 представлена схема сошника [3].

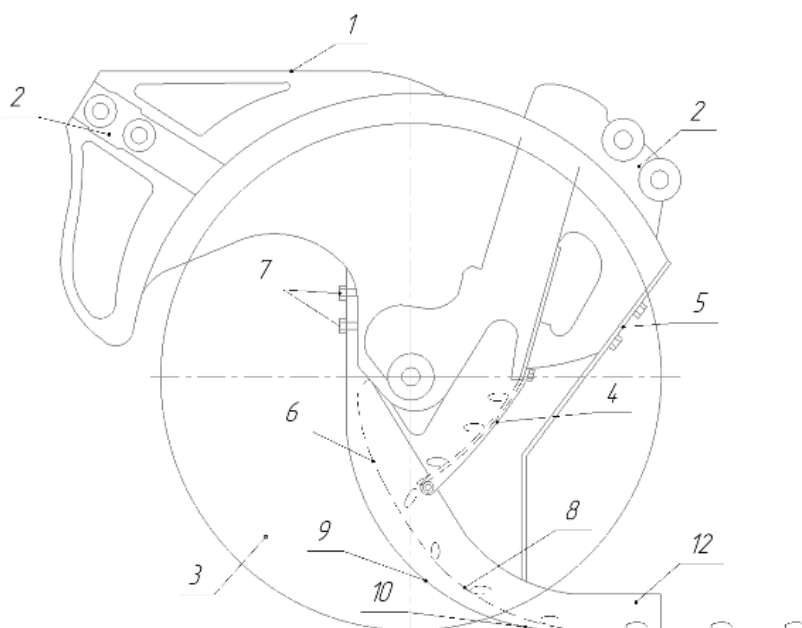


Рисунок 11 – Схема сошника:

- 1 – корпус; 2 – рама; 3 – плоские заостренные диски;
- 4 – пластина подачи семян; 5 – чистик; 6 – п-образный кожух; 7 – болты;
- 8 – семенной материал; 9 – рыхлитель почвы; 10 – уплотнение семенного ложа;
- 11 – дополнительный паз; 12 – защитная щека

На рисунке 12 представлен защитный кожух сошника.

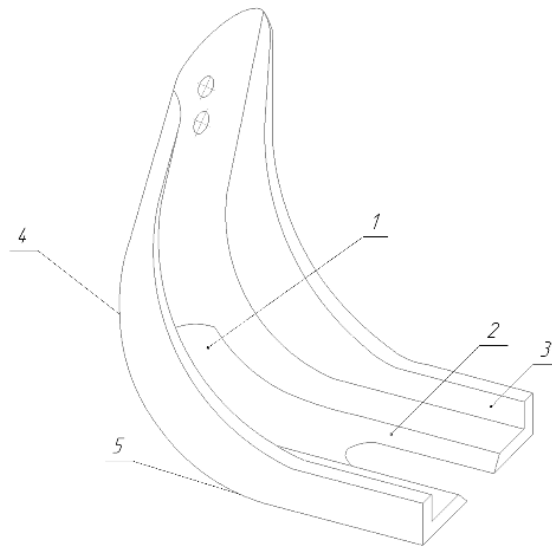


Рисунок 12 – **Схема защитного кожуха:**

1 – канавка направителя; 2 – дополнительный паз; 3 – защитная щека;
4 – рыхлитель почвы; 5 – уплотнитель семенного ложа [3]

На рисунке 13 представлен барабан-измельчитель.

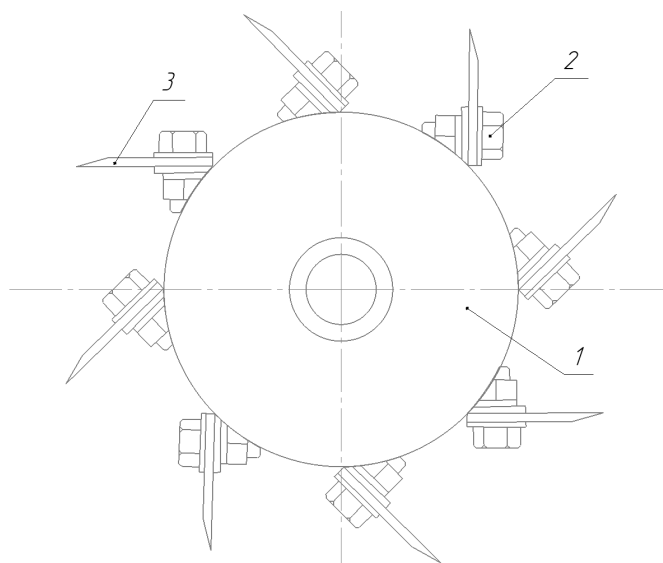


Рисунок 13 – **Барабан-измельчитель с ножами:**

1 – барабан-измельчитель; 2 – быстроразъемное соединение; 3 – нож

К недостаткам данного устройства можно отнести то, что при работе по высокому травостою (забурьяненные поля, пожнивные остатки подсолнечника или кукурузы, древесная поросль и др.) происходит забивание межсошникового пространства крупными фрагментами растительных остатков, смешанных с землей, что требует остановки рабочего процесса и устранения забивания [2].

Выводы и рекомендации. В существующих сошниках овощных сеялок гранулированные минеральные удобрения вносятся вместе с семенами.

В предлагаемом устройстве будет вноситься жидкое удобрение. Преимуществом внесения жидких удобрений является то, что после установки емкости, дозатора и насоса для подачи рабочей жидкости овощная сеялка может вносить жидкие комплексные удобрения [2]. При этом для лучшего формирования корневой системы и появления дружных всходов желательно удобрения вносить ниже глубины заделки семян овощных мелко-семенных культур с одновременным внесением биопрепаратов. В дальнейшей работе планируется разработка прототипа рабочего органа для разноуровневого внесения жидких минеральных удобрений и посева семян овощных культур с возможностью одновременного внесения биопрепаратов.

Преимущества жидких удобрений – это возможность точно соблюдать норму внесения по всей площади обработки и удобство учета расходования ЖКУ. Также появляется возможность дифференцированного внесения жидких удобрений в зависимости от химического состава почвы и от предыдущей урожайности в целом. Планируется проведение производственных испытаний в ООО «Бакаловка» д. Бакаловка, Хайбулинский район Башкортостана.

Список литературы

1. Патент № 2762876 Российская Федерация, МПК А01С 7/00 (2006.01). Секция сеялки-культиватора: № 2020140125 : заявлено 04.12.2020 : опубликовано 23.12.2021 / Ведилин И. В.; патентообладатель Ведилин И. В. – 13 с.
2. Патент № 197185 Российская Федерация, МПК А01В 49/06 (2006.01). Стерневая сеялка-культиватор: № 2019128927: заявлено 13.09.2019: опубликовано 08.04.2020 / Ведилин В. А., Ведилин И. В.; патентообладатель ООО «ВиК». – 1 с.
3. Патент № 2758061 Российская Федерация, МПК А01С 7/20 (2006.01). Сошник: № 2020137199: заявлено 11.11.2020: опубликовано 26.10.2021 / Лебедев А. Т., Марьин Н. А., Ануприенко М. А., Искендеров Р. Р., Лебедев П. А., Павлюк Р. В., Захарин А. В., Булгаков К. С., Димитров А. А.; патентообладатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. – 9 с.
4. Савельева, М. А. Лопастной высевальной аппарат овощной сеялки / М. А. Савельева // АГРАРНАЯ НАУКА – 2022: материалы Всерос. конф. молодых исследователей. – 2022. – С. 1198–1202.
5. Использование комбинированных агрегатов для посева овощей / И. А. Дерюшев, Д. А. Галицын, М. А. Савельева, О. П. Васильева // Развитие про-

изводства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 54–58.

6. Мухаметдинов, А. М. Обзор современных технических средств для обработки почвы и посева для почвозащитной технологии / А. М. Мухаметдинов // Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы: материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Башкирский ГАУ. 2014. – С. 52–56.

7. Шкляев, К. Л. Использование распределителей семян с различной кризической пластины / К. Л. Шкляев, Г. Б. Соловьева, Л. Л. Максимов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 306–310.

УДК 631.362.3:635.21

В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов, И. И. Хузяхметов
Удмуртский ГАУ

ГРОХОТ С ИЗМЕНЯЕМЫМ ЗАКОНОМ ДВИЖЕНИЯ РЕШЕТ

Проведен обзор потребности рынка производства картофеля в Удмуртской Республике, выявлено недостаточное снабжение предприятий отечественной техникой для закладки картофеля на хранение. Проведен анализ технологических схем послеуборочной и предпосадочной обработки картофеля, установлено, что наиболее ответственной является операция калибрования картофеля на фракции по размерам. Одной из перспективных является машина для сортирования грохотного типа благодаря низкой энергоёмкости процесса, интенсификации процессов калибрования и самоочистке рабочего полотна.

Актуальность. Картофель занимает важную роль в мировом производстве и потреблении сельскохозяйственной продукции. Он обладает высокой пищевой ценностью, входит во многие сбалансированные рационы питания, содержит ряд витаминов и ценных веществ. При этом также выступает как кормовая и техническая культура, являясь источником крахмала. Среди мировых лидеров по валовому производству картофеля Россия занимает 3 место [1–5]. Согласно представленной таблице 1, у нас есть очень высокий потенциал роста производства за счет повышения естественной урожайности.

Ценность картофеля также обусловлена тем, что его можно хранить практически целый год без значительной потери пищевых свойств. Для этого применяют вентилируемые картофе-

лехранилища навалного или контейнерного типов [2–6]. Однако неправильная технология закладки на хранения без калибровки, удаления почвенных примесей и некондиционных клубней может приводить к потере урожая в 40...80 % [5–10]. Повышение сохранности за счет использования более совершенных машин при закладке на хранение является актуальной задачей.

Таблица 1 – Топ 10 стран по производству картофеля в мире [1]

№ п/п	Страна	Производство (тонны)	Производство на человека (кг)	Площадь (га)	Урожай (кг / га)
1	Китайская Народная Республика	99 122 420	71,114	5 815 140	17 045,6
2	Индия	43 770 000	32,75	2 130 000	20 549,3
3	Российская Федерация	31 107 797	211,795	2 030 858	15 317,6
4	Украина	21 750 290	514,631	1 311 600	16 583
5	Соединённые Штаты Америки	19 990 950	60,992	407 810	49 020,3
6	Германия	10 772 100	130,191	242 500	44 421
7	Бангладеш	9 474 099	57,375	475 699	19 916,2
8	Польша	8 872 445	230,851	311 620	28 472
9	Франция	6 834 680	101,56	175 225	39 005,2
10	Нидерланды	6 534 338	378,774	155 594	41 996,1

Цель: изучить кинематику механизма привода грохота с изменяемым законом движения решет.

Задачи: рассмотреть виды устройств для калибрования картофеля, выявить пути совершенствования грохотных калибрующих машин, рассмотреть кинематику привода грохотов с двукулисным механизмом.

Материалы и методика. В исследованиях использовались методы критического анализа и сравнительной оценки объектов.

Результаты исследований. Для подготовки картофеля к закладке на хранение служат картофелесортировальные пункты [4, 5, 11]. Анализ технологических схем показал, что основой любой линии является сортировка картофеля, которая позволяет разделять ворох картофеля на фракции по размерам.

Был проведен критический анализ рынка этих устройств (барабанные, транспортерные, роликовые, дисковые и грохотные) [12–14]. Пока не найдена совершенная конструкция, которая полностью удовлетворяет всем противоречивым требованиям, предъ-

являемым к сортирующим устройствам: большая производительность, высокая точность калибрования, низкая повреждаемость, простота и надежность самой машины. Так, роликовые рабочие органы сильно травмируют клубни и теряют точность при влажном ворохе (налипшая на ролики почва уменьшает размеры отверстий). Транспортные устройства не очень точны. Барабанные имеют низкую удельную производительность. Однако можно отметить, что грохотные калибрующие устройства позволяют сравнительно простыми средствами увеличить количество выделяемых фракций, отличаются низкой удельной энергоемкостью процесса. И их широко используют европейские сельхозтоваропроизводители.

В Удмуртском ГАУ было разработано перспективное картофелесортирующее устройство грохотного типа для выделения сразу 3-х фракций картофеля (крупная фракция – продовольственный картофель, средняя фракция – семенной, мелкая фракция – технический и на кормовые цели), (рис. 1) [15–18].

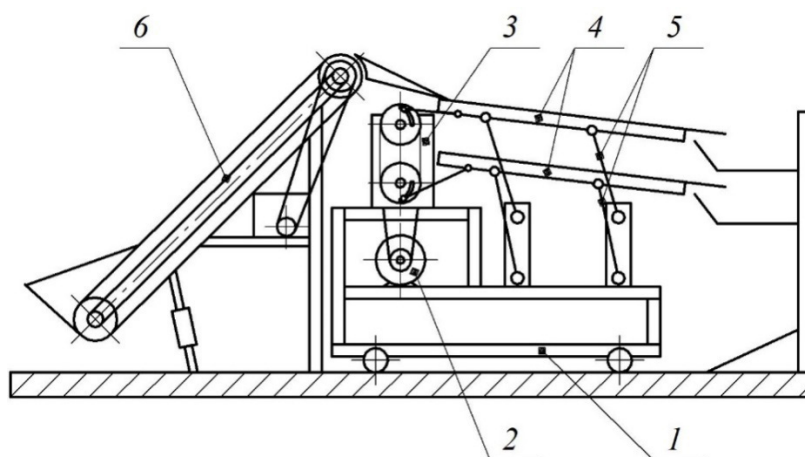


Рисунок 1 – Схема установки:

1 – рама; 2 – электродвигатель; 3 – привод кривошипов с двукулисным механизмом; 4 – решета; 5 – поводки; 6 – питающий транспортер

В устройстве имеется 2 решета, установленные шарнирно относительно рамы на поводках. Они от единого привода движутся в противофазе. На верхнее решето с подающего транспортера поступает ворох картофеля и за счет колебательного движения рассредотачивается по поверхности рабочего органа с щелевыми калибрующими отверстиями, имеющими большой просвет. Мелкие и крупные компоненты вороха просыпаются вниз, а крупная фракция сходит в свой лоток. На втором решете аналогично выде-

ляются средняя и мелкая фракции. В машине реализован наиболее эффективный параллельный способ выделения фракций [19–21].

Особенностью конструкции является регулируемый закон движения решет за счет регулируемого привода с двукулисным механизмом и частотно-регулируемым приводом, (рис. 2). Именно выбор закона движения решет позволяет достичь синергетического эффекта повышения производительности при сохранении точности калибрования.

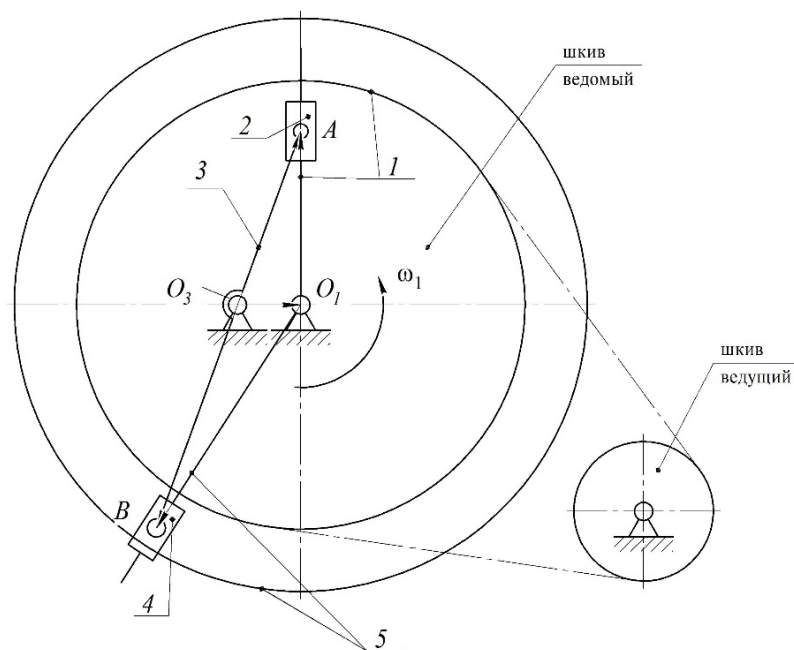


Рисунок 2 – Схема двукулисного механизма привода кривошипов:

- 1 – шкив ведомый, жёстко связанный с кулисой; 2, 4 – камни; 3 – коромысло;
5 – кулиса, жестко связанная с кривошипом привода решет

В процессе работы грохотной установки её рабочий орган выполняет две функции – калибрует и транспортирует материал, что предъявляет к механизму противоположные требования. Большая производительность будет обеспечена при быстром сходе вороха картофеля с решета, а высокая точность разделения на фракции – при достаточно большой продолжительности нахождения клубней на решетке.

Следует отметить, что для привода решёт с колебательным движением используются кривошипно-шатунные схемы с регулируемой частотой вращения кривошипа и с переменным радиусом кривошипа. Однако данный механизм не может реализовать весь потенциал калибрующей машины. Повысить эффективность работы грохотных калибрующих машин можно за счёт использова-

ния законов движения с более частой сменой знака ускорения привода. Предлагается использовать муфту с двукулисным механизмом привода, который может обеспечить модифицированные законы движения решет.

В результате кинематического анализа можно получить диаграммы изменения угла поворота кривошипа в зависимости от угла поворота приводного вала (рис. 3).

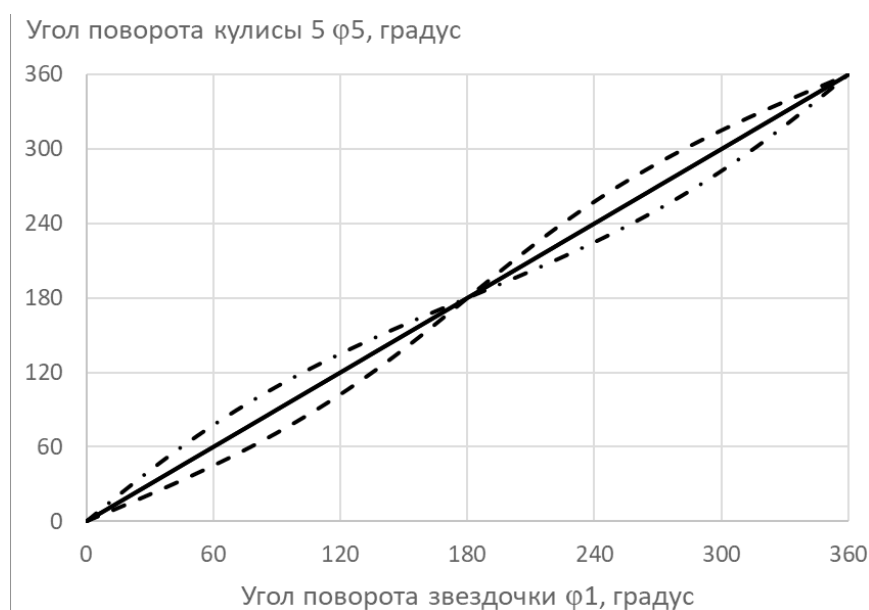


Рисунок 3 – Диаграммы зависимостей угла поворота кривошипа ϕ_5 от угла поворота ведомого шкива ϕ_1 при различных смещениях вала коромысла (радиус $O_3A = 0,03$ м):

- без смещения осей O_1 и O_3 ;
- - - со смещением оси O_3 относительно оси O_1 влево на $-0,005$ м;
- · - · со смещением оси O_3 относительно оси O_1 вправо на $+0,005$ м

Выводы. Картофелесортировка грохотного типа с приводами решет на основе регулируемого двукулисного механизма предназначена для использования сельхозтоваропроизводителями разных форм собственности при возделывании картофеля и подготовке его к хранению. Обоснованные научные и технические решения могут быть использованы конструкторскими бюро, проектными организациями и предприятиями сельскохозяйственного машиностроения для производства картофелесортировки на территории РФ. Результаты лабораторных испытаний могут быть использованы специалистами предприятий для эксплуатации машин данного типа. Сортировки грохотного типа могут быть также применены при калибровании на фракции по размерам другой сельскохозяйственной продукции (свекла, лук, чеснок, морковь).

Список литературы

1. Производство картофеля в мире // Atlas Big: Интернет-портал. – URL: <https://www.atlasbig.com/ru/%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%8B-%D0%BF%D0%BE-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D1%83-%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BE%D1%84%D0%B5%D0%BB%D1%8F> (дата публикации: 15 января 2021).
2. Колчин, Н. Н. Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей / Н. Н. Колчин. – Москва: Машиностроение, 1982. – 268 с.: ил.; 22 см.
3. Колчин, Н. Н. Механизация работ в хранилищах картофеля и овощей. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 191 с.: ил.
4. Валиев, И. И. Агротехнические основы заготовки корнеклубнеплодов / И. И. Валиев, М. Н. Калимуллин, Р. К. Абдрахманов // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: материалы I-ой Междунар. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 278–282.
5. Петров, Г. Д. Механизация возделывания и уборки овощей / Г. Д. Петров, П. В. Бекетов. – Москва: Колос, 1983. – 287 с.: ил.; 20 см.
6. Возделывание картофеля на кормовые цели / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 20 июля 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 71–76.
7. Комплекс оборудования для возделывания картофеля в хозяйствах малых форм собственности / А. Г. Иванов, К. И. Шубин, Р. Р. Шакиров, Д. А. Марков // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 78–86.
8. Лебедев, Л. Я. Отделитель почвенных примесей для обработки картофеля / Л. Я. Лебедев, Ф. Р. Арсланов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 197–202.
9. Механизированный комплекс для послеуборочной обработки и хранения картофеля / Р. И. Останин, А. В. Костин, Л. Я. Лебедев [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (66). – С. 56–64. – DOI 10.48012/1817-5457_2021_2_56.
10. Salimzyanov, M. Improvement of technology and machines for growing potatoes in agriculture / M. Salimzyanov, V. Pervushin, R. Shakirov, M. Kalimullin // Engineering for Rural Development. 9. Сер. "19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings", 2020. – С. 1423–1430.
11. Substantiation of rational parameters of the root crops separator with a rotating inner separation surface / R. Khamaletdinov, V. Martynov, S. Mudarisov [and others] // Journal of Agricultural Engineering. – 2020. – Т. 51. – № 1. – С. 15–20.

12. Костин, А. В. Перспективное развитие рабочих органов с закономерным ориентированием клубней в отверстие / А. В. Костин // Инновации молодых ученых – сельскому хозяйству России: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. – Москва: Росинформагротех, 2006. – Ч. 2. – С. 217–221.

13. Марков, Д. А. Виды устройств для сортировки картофеля / Д. А. Марков, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск, 2020. – С. 202–207.

14. Оборудование для подготовки картофеля к кормопроизводству / А. Г. Иванов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 20 июля 2020 г. – Ижевск, 2020. – Т. 2. – С. 96–103.

15. Васильченко, М. Ю. Повышение эффективности сортирования клубней картофеля путем совершенствования параметров и режимов работы грохота с эластичной поверхностью: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: дис. ... канд. тех. наук / Васильченко Михаил Юрьевич. – Ижевск, 2000. – 197 с.

16. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля: моногр. / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]; под общ. ред. А. Г. Иванова. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с.

17. Иванов, А. Г. Структурно-параметрический синтез и анализ механизмов грохотных калибрующих машин: специальность 05.02.18 «Теория механизмов и машин»: дис. ... канд. тех. наук / Иванов Алексей Генрихович. – Ижевск, 2005. – 122 с.

18. Иванов, А. Г. Совершенствование процесса калибрования клубней картофеля грохотным классификатором / А. Г. Иванов // Аграрная наука – состояние и проблемы: труды Региональной науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2002. – С. 252–254.

19. Боровиков, Ю. А. Сравнительный анализ законов движения решета грохотной калибрующей машины по критерию оптимизации / Ю. А. Боровиков, М. Ю. Васильченко, А. Г. Иванов // Актуальные проблемы механизации сельского хозяйства: межрегиональный сборник статей науч.-практ. конф., посвященный 50-летию факультета механизации сельского хозяйства, Ижевск, 16–17 ноября 2005 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2005. – С. 166–170.

20. Васильченко, М. Ю. Математическая модель движения клубней по решетку грохота / М. Ю. Васильченко, Ю. А. Боровиков, А. Г. Иванов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 7. – С. 14–16.

21. Использование коэффициента эффективности для оптимизации параметров шарнирно-стержневого механизма грохота / Ю. А. Боровиков, М. Ю. Василь-

УДК 631.31.06

**В. Ф. Первушин, В. И. Широбоков,
М. З. Салимзянов, А. Г. Иванов, К. Л. Шкляев**
Удмуртский ГАУ

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПАХОТНОГО АГРЕГАТА В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ ФОРМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Анализируется использование зубовых борон при основной обработке почвы, представлены преимущества использования предлагаемой конструкции комбинированного пахотного агрегата.

Актуальность. Интенсивные технологии возделывания с.-х. культур предъявляют жесткие требования к подготовке почвы с целью увеличения точности посева различных с.-х. культур и создания благоприятных условий для их равномерного развития и созревания. На обрабатываемый слой почвы наиболее эффективное воздействие достигается с помощью почвообрабатывающих машин, сочетающих в одной рабочей органе с разнородными деформационными характеристиками, т. е. комбинированными машинами [1–3].

При подготовке почвы к посеву в с.-х. организациях для объединения основной плужной обработки почвы с предпосевной совмещают плуги с зубовыми боронами БЗСС–1.0, БЗТС–1.0 или с секциями кольчато-шпоровых катков (ЗККШ-6) [2]. Таким образом достигается создание простейших комбинированных пахотных агрегатов – плуг с кольчато-шпоровыми катками или зубовыми боронами (рис. 1).

Анализом работы представленных выше составных пахотных агрегатов можно выделить следующие основные недостатки:

- на тяжелых суглинистых и глинистых почвах зубовые бороны не обеспечивают качественной разделки пласта (пашни);
- не удобны в работе при разворотах на концах гона и при вспашке мелкоконтурных площадей. При этом во время кру-

тых разворотов агрегата бороны накладываются друг на друга, либо же переворачиваются вверх зубьями;

– при переездах пахотного агрегата бороны необходимо отцеплять и укладывать на плуг.

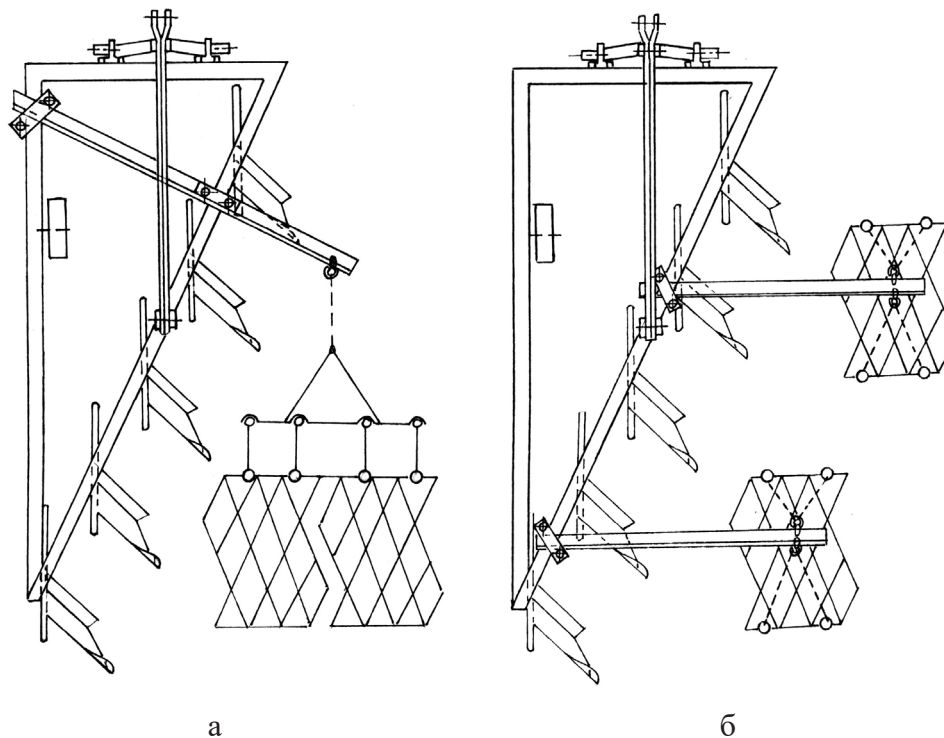


Рисунок 1 – Схемы использования плуга с зубовыми бороны:

а) соединение борон с плугом с помощью троса или цепи;

б) навеска борон на плуг

Цель работы. Разработка конструкции бороны-выравнивателя для 3-х, 4-х, 5-корпусных навесных плугов общего назначения.

Материалы и методы. С целью устранения выше перечисленных недочетов, для оснащения однооперационных орудий-плугов с бороной в УдГАУ разработана и изготовлена конструкция приспособления (рис. 2), которая исключает выше перечисленные недостатки. Основой этой конструкции является зубчатая граблина, прикрепленная на диагональный брус рамы плуга при помощи коренных рессорных листов от автомобиля ГАЗ-53 [4, 5].

Зубчатая граблина изготовлена из уголка 60×60 с приваренными к нему зубьями из арматурного прутка 10...14 мм.

Для регулирования граблины по высоте в зависимости от глубины вспашки и состояния почвы граблина стягивается к стойке корпуса двумя растяжками, регулируемые по длине.



Рисунок 2 – Комбинированный пахотный агрегат на вспашке почвы на мелкоконтурном участке в личном подсобном хозяйстве

Результаты и их обсуждение. Работает такой комбинированный почвообрабатывающий агрегат следующим образом. Плуг подрезает и отваливает пласт почвы. Борона-выравниватель крошит почву и выравнивает гребнистую и глыбистую поверхность пашни.

Волнистая поверхность зубьев, изготовленных из арматурного прутка, обеспечивает хорошее вычёсывание и уничтожение сорняков.

Обработка почвы с помощью составленного комбинированного агрегата способствует улучшению структуры почвы и восстановлению водного и воздушного режимов.

Выводы. Конструкция комбинированного агрегата ПЛН-3-35+БВ-1 позволила повысить производительность в сравнении с аналогом с 1,05 до 1,5 га/час. Борона-выравниватель не требует укладки на плуг при переездах, позволяет вести вспашку на мелкоконтурных участках личных подсобных хозяйств населения.

Список литературы

1. Анализ износа сошника сеялки PRIMERA DMC 9000 фирмы AMAZONE (Германия) / В. Ф. Первушин, О. С. Федоров, В. И. Ширококов [и др.] // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. Ижевск, 2022. – С. 211–213.

2. Максимов, А. А. Расчет основных параметров и режима работы встряхивающей решетки картофелекопателя / А. А. Максимов // Научные тру-

ды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск, 2022. – С. 2232–2235.

3. Обзор устройств для очистки вороха картофеля от примесей / И. И. Хузяхметов, В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов [и др.] // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Международ. науч.-практ. конф. В 2-х т. Ижевск, 2022. – С. 228–233.

4. Шинкаренко, С. Р. Усовершенствование конструкции ротационных рыхлителей / С. Р. Шинкаренко // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск, 2022. – С. 2314–2316.

5. Экспериментальная установка для удаления ботвы картофеля / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов [и др.] // Сельский механизатор. – 2022. – № 5. – С. 6–7.

6. Первушин, В. Ф. Результаты исследований экспериментальных машин для удаления ботвы картофеля / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА, Ижевск, 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 146–152.

7. Ширококов, В. И. Исследование равномерности подачи семян в зависимости от массы вибросистемы высевающего аппарата / В. И. Ширококов, О. С. Федоров, В. Ф. Первушин // Динамика механических систем: материалы II Международ. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева, Казань – Ижевск, 23–24 сентября 2021 г. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 214–218.

УДК 621.43-235-574

Е. А. Потапов¹, Ф. Р. Арсланов², Д. И. Железников²

¹АО «Электромеханический завод «Купол», г. Ижевск

²Удмуртский ГАУ

РАБОТА ТЕПЛОАККУМУЛЯТОРА В АГРЕГАТАХ ТРАНСМИССИИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

На сегодняшний день проблеме тепловой предпусковой подготовки всевозможных машин и механизмов уделяется недостаточное внимание. Если для двигателей внутреннего сгорания иногда и применяются определенные методы предпускового подогрева, то о тепловой подготовке узлов трансмиссии (коробки перемены передач, раздаточные коробки, редукторы главных передач и др.) мало кто задумывается. Рассматриваются вопросы тепловой подготовки агрегатов трансмиссии перед принятием нагрузок.

Актуальность. Проблема тепловой подготовки трансмиссии автотракторной техники в настоящее время рассмотрена недостаточно полно. С одной стороны, это объясняется достаточно высокими эксплуатационными свойствами современных смазочных материалов и других технических жидкостей, способных сохранять свои функции в условиях низких температур, а с другой – тепловая подготовка всегда требует определенных затрат на начальном этапе приобретения и установки отдельных устройств, позволяющих осуществлять данный подогрев. Эти два весомых аргумента и заставляют эксплуатирующие организации оставлять тепловую подготовку технического парка без внимания. Кроме того, в настоящее время не имеется четкой нормативно-технической документации, регламентирующей процесс подготовки автомобилей и тракторов к запуску и принятию нагрузки, и достаточно совершенных технических средств для его обеспечения [1].

Целью работы является качественная подготовка трансмиссии автотракторной техники к принятию нагрузок в условиях низких температур.

Задачи:

- оценить возможные способы тепловой предпусковой подготовки агрегатов трансмиссии к приему начальных нагрузок;
- предложить конструкцию теплоаккумулятора;
- исследовать зависимость температуры масла в теплоаккумуляторе от времени межсменного хранения техники.

Материалы и методы. Если взглянуть на данную проблему фундаментально, то становится очевидно, что при проведении определенных мероприятий по тепловой подготовке агрегатов трансмиссии можно получить:

- существенное снижение износа деталей узлов трансмиссии путем оптимизации вязкостно-динамических свойств масел (технических жидкостей), оптимизации свойств металла, из которого изготовлены детали, оптимизации геометрических размеров пар трения зубчатых колес, подшипников, восстановление свойств материалов уплотнительных элементов (прочность и эластичность);
- существенное снижение расхода топлива двигателем в процессе прогрева узлов трансмиссии за счет снижения их суммарной силы сопротивления;
- уменьшение времени подготовки машин и механизмов к работе.

Физическая сущность тепловой подготовки заключается в снижении вязкости масел. Сегодня существует ряд запатентованных конструкций и методов подогрева трансмиссии, но они не получили широкого распространения из-за достаточно высокой стоимости и трудоемкости в установке, сложности и непрактичности конструкции устройств и небезопасности в плане риска возникновения воспламенения агрегатов в процессе подогрева.

Но если рассматривать возможность сохранения тепловой энергии трансмиссионного масла, накопленной в процессе работы машины, и ее обратной передачи какому-либо агрегату трансмиссии непосредственно перед началом новой рабочей смены, то применение тепловых аккумуляторов для тепловой подготовки агрегатов трансмиссии открывает достаточно широкие перспективы. К этому стоит добавить, что в процессе работы даже в условиях низких температур окружающей среды трансмиссионные масла нагреваются до достаточно высокой температуры. Поэтому идея сохранять данную тепловую энергию масла в процессе межсменных перерывов в работе является достаточно интересной. Приведем сравнительную таблицу 1 применения способов тепловой подготовки узлов трансмиссии, редукторов тракторов, автомобилей, машинно-тракторных агрегатов.

Таблица 1 – Сравнительный анализ методов предпускового подогрева

Вид обогрева	Безопасность	Время прогрева	Автономность	Источник энергии	Экологичность	Габариты	Трудоемкость	Цена
Рекуперативные системы	+	-	-	+	+	-	+	-
Электрический подогрев	-	-	+	-	+	+	+	+
Подогрев газозвдушной смесью	-	-	-	-	-	-	-	-
Тепловой аккумулятор	+	+	+	+	+	+	+	-

Данные таблицы 1 показывают, что в сравнении с другими типами подогрева трансмиссии применение теплового аккумулятора является самым перспективным методом. Единственным недостатком является лишь стоимость подобных устройств. Но и здесь необходимо отметить, что период межсменного хранения эксплуатируемой техники на производстве, как правило, не превышает 15 часов. Поэтому как к конструкции, так и к материалам теплового аккумулятора в данном случае нецелесообразно

но применять высокие требования, что, безусловно, существенно снижает и стоимость конечного продукта.

Принципиальная конструкция теплоаккумулятора показана на рисунке 1.

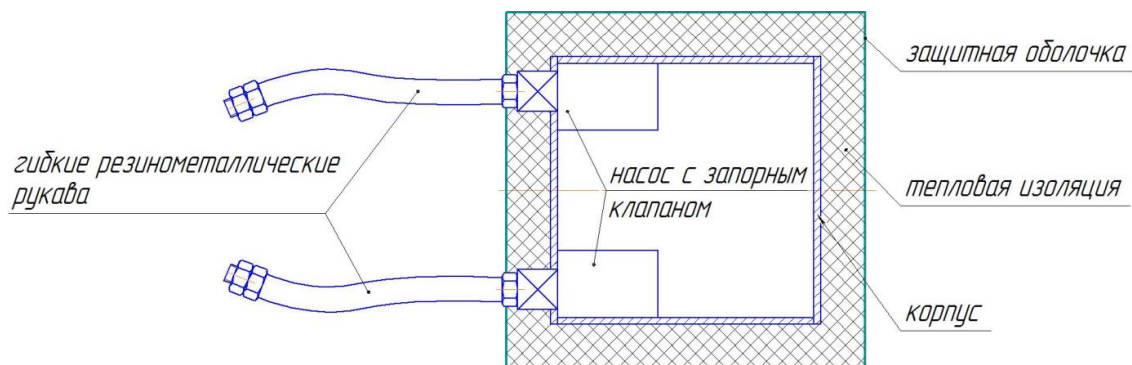


Рисунок 1 – Предлагаемая конструкция теплового аккумулятора для агрегатов трансмиссии

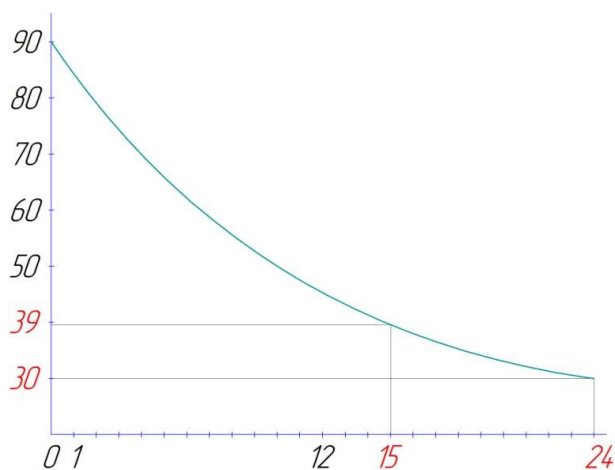
Данная конструкция предусматривает металлический корпус, оснащенный двумя масляными насосами с электромагнитными запорными клапанами для перекачивания масла из корпуса агрегата трансмиссии в тепловой аккумулятор и наоборот. Снаружи на корпус нанесен слой материала с низкой теплопроводностью, который защищен от воздействия внешних факторов защитной оболочкой.

Модульное исполнение подобного теплового аккумулятора позволяет за несколько минут установить его на рабочее место. Соединение гибких металлических рукавов с корпусами агрегатов трансмиссии производится путем их вкручивания в штатные резьбовые сливное и заливное отверстия для масла. Наибольшее количество времени здесь потребуется на проработку электрической системы управления, которая не потребует существенных финансовых затрат.

Результаты исследований. Проведенные испытания опытного образца позволили построить график зависимости падения температуры трансмиссионного масла от времени (испытания проводились при температуре воздуха $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$) (рис. 2).

Как видно из представленного графика, температура трансмиссионного масла после 15 часов (время между рабочими сменами) хранения в опытном образце теплового аккумулятора с $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ снизилась до $39\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2]. При этом скорость падения температуры масла с увеличением времени хранения уменьшается.

И если предположить, что в условиях низких температур окружающей среды температура масла по окончании работы машины будет, к примеру, 40 °С, то через 15 часов хранения в тепловом аккумуляторе температура снизится всего на 14 °С и будет составлять 26 °С, что существенно снизит пусковые износы и расход топлива при прогреве трансмиссии.



Температура масла, °С

Время, ч

Рисунок 2 – Снижения температуры трансмиссионного масла в зависимости от времени

Выводы и рекомендации. Исходя из всего вышесказанного, нужно отметить, что ввиду представленных аргументов процесс тепловой подготовки агрегатов трансмиссии может существенно повлиять на увеличение их ресурса, а также на существенное снижение расхода топлива и выброса вредных и токсичных компонентов в составе отработавших газов. Тепловой аккумулятор в качестве устройства для подогрева агрегатов трансмиссии не повлечет существенных материальных затрат и изменения конструкции эксплуатируемой техники, но позволит существенно уменьшить расход топлива в условиях низких температур, увеличить ресурс и снизить риск отказов при принятии нагрузки в процессе прогрева. Кроме того, сохранение тепловой энергии от предшествующего цикла работы машины для следующего цикла является энергосберегающим и энергоэффективным процессом, что особенно актуально на сегодняшний день.

Список литературы

1. Вахрамеев, Д. А. Оптимизация методов и параметров предпусковой тепловой подготовки двигателя Д-243 / Д. А. Вахрамеев, А. И. Волкова, С. В. Вла-

димиров // Динамика механических систем: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2021. – С. 165–171.

2. Влияние предпускового подогрева двигателя машинно-тракторного агрегата на снижение токсичных компонентов в отработавших газах / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Н. Д. Давыдов [и др.] // Современные проблемы экологии: материалы XX Междунар. науч.-техн. конф. – Тула, 2018. – С. 16–19.

3. Комплексный предпусковой подогрев дизельного двигателя / Д. А. Вахрамеев, Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 12–13.

4. Неговора, А. В. Использование предпускового подогревателя для тепловой подготовки агрегатов трансмиссии автомобиля / А. В. Неговора, М. М. Рязанов // Совершенствование конструкции, эксплуатации и технического сервиса автотракторной и сельскохозяйственной техники: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – 2013. – С. 302–307.

5. Неговора, А. В. Современная концепция тепловой подготовки автотракторной техники в условиях низких температур / А. В. Неговора, М. М. Рязанов, С. З. Инсафуддинов // Вестн. Башкир. ГАУ. – Уфа, 2018. – № 4 (48). – С. 135–141.

6. Обоснование выбора методов предпусковой тепловой подготовки для разных типов двигателей внутреннего сгорания / Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев [и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией. – Ижевск, 2021. – С. 161–166.

7. Особенности теплового расчета дизельного двигателя в процессе пуска / А. А. Мартюшев, А. А. Кавыев, Н. Д. Давыдов [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 159–165.

8. Предпусковой подогрев двигателя трактора как эффективный способ снижения токсичных компонентов в отработавших газах / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 172–175.

9. Пути повышения эффективности эксплуатации автотракторных дизелей в условиях низких температур / Е. А. Потапов, И. Ю. Тюрин, А. А. Мартюшев [и др.] // Аграрный научный журнал. – Саратов, 2022. – № 9. – С. 112–114.

10. Рязанов, М. М. Повышение работоспособности агрегатов трансмиссии автотракторной техники в условиях низких температур: автореф. дис. ... канд. техн. наук / М. М. Рязанов. – Башкирский ГАУ, 2013.

11. Температура воздушного заряда в конце такта сжатия дизельного двигателя при пуске в условиях низких температур / А. А. Мартюшев, Д. А. Вахраме-

ев, А. И. Волкова [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 165–169.

12. Тепловой аккумулятор для предпусковой подготовки двигателя машинно-тракторного агрегата / Е. А. Потапов, Д. А. Вахрамеев, Ф. Р. Арсланов [и др.] // Динамика механических систем: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2018. – С. 84–90.

УДК 633.11"321":631.82

В. Н. Туркин

ФГБОУ ВО РГАТУ

РАСЧЕТ ТУКОСМЕСИТЕЛЬНОЙ ЛИНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ С УЧЕТОМ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВЫ В ЗАСУШЛИВЫЕ И ВЛАЖНЫЕ ГОДОВЫЕ ПЕРИОДЫ

Представлены особенности технологии, алгоритм и результаты расчета универсальной линии для приготовления сухой тукосмеси при возделывании яровой пшеницы с учетом влагообеспеченности почвы в засушливые и влажные годовые периоды и применяемой системы минеральных удобрений агропредприятий.

Актуальность. Из всех яровых агрокультур наиболее значимое место занимает яровая пшеница. Например, в Казахстане эта культура является основной из всех зерновых [1]. В России значительные площади яровой пшеницы имеются в Сибири, на Урале, в Поволжье.

Яровая пшеница требовательна к минеральному питанию и даже больше, чем озимая пшеница. В среднем, на создание 1 тонны зерна яровая пшеница расходует на 10 % больше азота (29...46 кг против 27...41 кг), фосфора на 5 % (8...13 кг против 7...13 кг), калия на 4 % (17...32 кг против 20...27 кг), а суточная минеральная потребность в 2...2,5 раза выше из-за более короткого и интенсивного периода вегетации [1]. При этом содержание белка, засухоустойчивость, получение твердых сортов зерна и длительность хранения у яровой пшеницы выше, чем у озимой [1].

С целью покрытия потребности растущего населения, независимо от климата и диверсификации зерновой промышленно-

сти, в Нидерландах компания Infarm в закрытом грунте получает до 1170 ц/га урожая данной культуры за 6 циклов выращивания в год с контролируемыми условиями произрастания и передовой агрохимией [2].

Цель и задачи исследования – установить и проанализировать урожайность и содержание сухого вещества в зерне яровой пшеницы. Произвести расчет производительности средств механизации предлагаемой линии сухого тукосмешивания с целью приготовления тукосмеси для дальнейшего ее использования под яровую пшеницу с учетом влагообеспеченности почвы в засушливые и влажные годовые периоды выращивания пшеницы.

Материалы и методы исследований. В исследовании были применены следующие методы: аналитической обработки данных, сравнительный анализ, дедукция, статистический анализ. Система удобрений яровой пшеницы складывается, как и для других зерновых агрокультур, из 3-х приемов: основного, припосевного внесения туков и подкормок. Довольно часто для внесения используют сухие тукосмеси различного состава питательных компонентов N-P-K.

Исследователями установлено, что использование тукосмесей того или иного состава значительно влияет на коэффициент водопотребления как в засушливый, так и во влажный годовой период выращивания яровой пшеницы, отчего меняется урожайность и содержание сухого вещества в зерновке [3].

Результаты исследований. Так, наибольшая урожайность (табл. 1, 2) и содержание сухого вещества в зерне яровой пшеницы (табл. 1) были получены при внесении в почву тукосмеси марки $N_{90}P_{90}K_{90}$, что, по-видимому, достигается оптимальным сочетанием питательных элементов для формирования вегетативной массы растений пшеницы и позволяет сократить расход продуктивной почвенной влаги на транспирацию в засушливый и во влажный годовой период.

Исходя из вышесказанного, выполним расчет производительности средств механизации предлагаемой линии сухого тукосмешивания для приготовления тукосмеси марки $N_{90}P_{90}K_{90}$ (равной концентрации питательных элементов 1:1:1), обеспечивающей самые лучшие результаты по урожайности и качеству зерна яровой пшеницы как в сухие, так и во влажные годовые периоды ее выращивания.

Таблица 1 – Качественные показатели почвы (чернозем обыкновенный) и яровой пшеницы от влагообеспеченности почвы и системы тукосмесей [3]

Система туко-смеси	Запасы вла-ги в слое почвы 0...100 см, мм		Суммар-ный расход влаги, мм	Содержание сухого вещества в зерне перед уборкой, т/га	Кoeffи-циент водо-потребле-ния, м ³ /т	Урожай-ность, т/га
	Посев	Уборка				
Влажный год						
N ₄₀ P ₆₀	147	86	310	5,98	518	3,25
N ₄₀ K ₆₀	146	80	315	6,42	491	3,47
N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀	144	75	318	7,70	413	3,68
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	152	64	337	7,86	429	4,06
Засушливый год						
N ₄₀ P ₆₀	119	50	258	5,52	464	2,58
N ₄₀ K ₆₀	118	47	260	5,80	445	2,83
N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀	118	24	283	5,38	483	3,07
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	120	56	253	6,84	414	3,56

Таблица 2 – Среднее значение урожайности яровой пшеницы за влажный и засушливый год на черноземе обыкновенном [3]

Система тукосмеси	Средняя урожайность за 2 года, т/га
N ₄₀ P ₈₀	2,92
N ₄₀ K ₈₀	3,15
N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀	3,38
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,81

Тукосмесь будем готовить из наиболее эффективных для пшеницы и простых удобрений с целью повышения рентабельности агротехники:

1. Азотная составляющая тукосмеси – карбамид с концентрацией азота N – 46 %.
2. Фосфорная составляющая – простой суперфосфат с концентрацией P₂O₅ – 19 %.
3. Калийная составляющая – хлористый калий с концентрацией K₂O – 56 %.

Для производства сухой тукосмеси заданной марки N₉₀P₉₀K₉₀ используем предлагаемую универсальную линию (рис. 1), имеющую научно-техническую новизну [4–6]. Линия включает систему бункеров с подбункерными транспортерами-дозаторами и шлюзовым дозатором, подающими удобрения в тукосмеситель [7–9].

Данная линия энергоэффективна и конструктивно обоснована с учетом минимального электропотребления при максимальной своей производительности [10, 11].

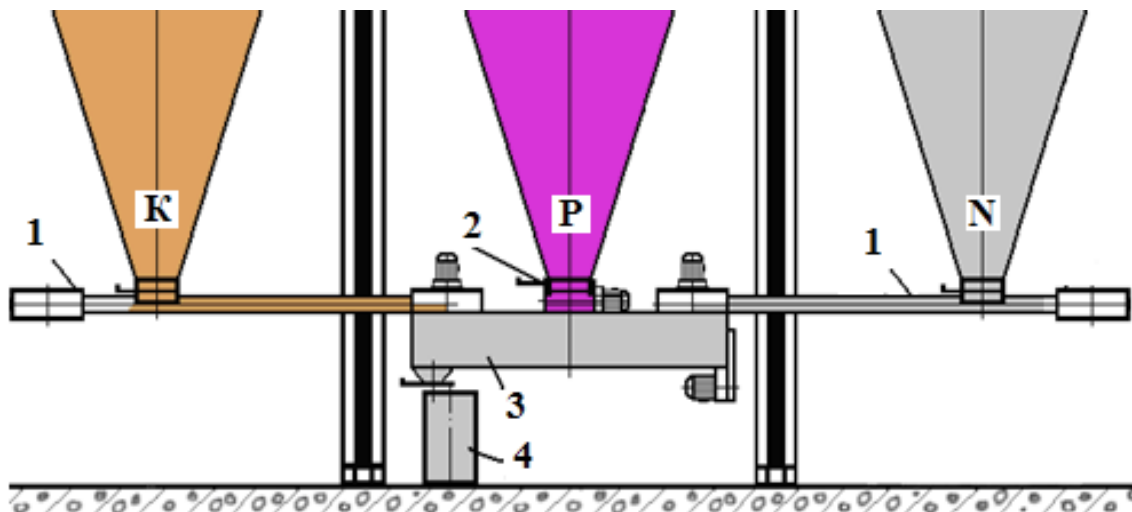


Рисунок 1 – Универсальная линия сухого закрытого тукосмешивания:

1 – транспортеры-дозаторы; 2 – шлюзовой бункерный дозатор;

3 – тукосмеситель; 4 – тара

Предлагаемая линия универсальна и экологична – она позволяет в закрытом, не пылящем, транспортном потоке получать 2-х или 3-компонентные тукосмеси из любых сыпучих минеральных и биологизированных удобрений, а при условии снабжения тукосмесителя мини-бункером с дозатором – еще и получение тукосмеси с микроудобрениями [12, 13].

Максимальная производительность предлагаемой линии для обычных агропредприятий достаточна и обусловлена производительностью тукосмесителя – 20 т/ч как узла сдерживания производительности линии.

Для производства запланированной тукосмеси учитываем допустимость смешивания отдельных компонентов смеси между собой – выбранные, в данном случае, туки можно смешивать незадолго перед внесением.

При производстве рассматриваемой тукосмеси необходимо обеспечить объемы поступающих в тукосмеситель минеральных удобрений по следующим формулам:

$$N = \frac{Q \times A}{A + \frac{\Pi_N \times B}{\Pi_p} + \frac{\Pi_N \times C}{\Pi_k}};$$

$$P = \frac{Q \times \Pi_N \times B}{\Pi_p \left(A + \frac{\Pi_N \times B}{\Pi_p} + \frac{\Pi_N \times C}{\Pi_k} \right)};$$

$$K = \frac{Q \times P_N \times C}{P_K \left(A + \frac{P_N \times B}{P_P} + \frac{P_N \times C}{P_K} \right)}$$

где N, P, K – требуемое количество соответственно азотных, фосфорных и калийных удобрений, перегружаемых в тукосмеситель, т/ч;

Q – производительность тукосмесителя, т/ч;

A, B, C – соотношение питательных веществ в тукосмеси, соответственно азотных, фосфорных и калийных;

P_N, P_P, P_K – концентрация питательных веществ соответственно в азотных, фосфорных и калийных исходных удобрениях, %.

Найдем производительность каждого средства механизации, подающего конкретные виды выбранных удобрений (N, P, K) в тукосмеситель:

$$N = \frac{Q \times A}{A + \frac{P_N \times B}{P_P} + \frac{P_N \times C}{P_K}} = \frac{20 \times 1}{1 + \frac{46 \times 1}{19} + \frac{46 \times 1}{56}} = 4,71 \text{ т/ч};$$

$$P = \frac{N \times P_N \times B}{P_P \times A} = \frac{4,71 \times 46 \times 1}{19 \times 1} = 11,40 \text{ т/ч};$$

$$K = \frac{N \times P_N \times C}{P_K \times A} = \frac{4,71 \times 46 \times 1}{56 \times 1} = 3,86 \text{ т/ч}.$$

В итоге имеем, что для дозированной подачи карбамида в тукосмеситель будет необходима производительность первого транспортера-дозатора (справа на рисунке 1) – 4,71 т/ч, для суперфосфата – шлюзового дозатора – 11,4 т/ч, и хлористого калия – второго транспортера-дозатора (слева на рисунке 1) – 3,86 т/ч.

При проверке данного расчета необходимо выполнить правило производительности узлов любой технологической линии: последующий узел должен иметь производительность выше, чем предыдущий, иначе последующий узел не справится с поступающим на него сыпучим грузом. В нашем случае производительность тукосмесителя должна быть выше, чем сумма производительности средств механизации (транспортеры-дозаторы и шлюзовой дозатор), подающих удобрения в тукосмеситель.

Проверяем: 4,71 т/ч + 11,4 т/ч + 3,86 т/ч = 19,97 т/ч < 20 т/ч – условие выполнено.

Вывод. Таким образом, с помощью вышеизложенной методики и предложенной линии сухого тукошмешивания можно обо-

снованно и легко рассчитать получение двух- или трехкомпонентных тукосмесей различного состава по питательным элементам под конкретные требования агропредприятий [14, 15].

В частности, данная методика применима и весьма важна для расчета тукосмесей при их производстве подобными линиями под яровую пшеницу с учетом влагообеспеченности почвы в засушливые и влажные годовые периоды выращивания пшеницы.

Список литературы

1. Агрохимия: учебник / В. Г. Минев, В. Г. Сычев, Г. П. Гамзиков [и др.]. – Москва: Изд-во ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.
2. Туркин, В. Н. Инновационные модели агрокультур в Нидерландах / В. Н. Туркин, Д. Э. Баранова, М. Н. Филимонова // Теоретический и практический потенциал в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: материалы Нац. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 133–138.
3. Пасько, С. В. Оптимизация минерального питания яровой пшеницы на черноземе обыкновенном / С. В. Пасько, А. В. Федюшкин // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32 (№ 10). – С. 33–36.
4. Патент № 48 949 Российская Федерация, МПК В65D90/54 (2000.01). Бункерное устройство: № 2005118452 заявл. 14.06.2005 : опубл. 10.11.2005 / Некрашевич В. Ф., Туркин В. Н. – 4 с.: ил.
5. Патент № 85 423 Российская Федерация, МПК В65D90/54 (2000.01). Бункерное устройство: № 2008126307 заявл. 27.06.2008 : опубл. 10.08.2009 / Некрашевич В. Ф., Туркин В. Н. – 5 с.: ил.
6. Туркин, В. Н. Технология и устройство для перегрузки сыпучих минеральных удобрений: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. Н. Туркин. – Рязань, РГСХ им. П. А. Костычева.
7. Некрашевич, В. Ф. Технология и средства для перегрузки сыпучих материалов из вагонов в прирельсовый склад / В. Ф. Некрашевич, В. Н. Туркин, А. Г. Синяков // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 1. – С. 9–10.
8. Некрашевич, В. Ф. Бункерное устройство для дозированного поступления сыпучих материалов в средства механизации / В. Ф. Некрашевич, В. Н. Туркин // Инновации молодых ученых и специалистов – национальному проекту «Развитие АПК»: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: РГСХА, 2006. – С. 388–391.
9. Туркин, В. Н. Устройство для перегрузки сыпучих минеральных удобрений / В. Н. Туркин // Интеграция науки с сельскохозяйственным производством: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2011. – С. 96–98.

10. Туркин, В. Н. Теоретическое обоснование длины загрузки бункерных устройств с разгрузочными горками / В. Н. Туркин // Вестник РГАТУ им. П. А. Костычева. – 2009. – № 3. – С. 62–63.

11. Туркин, В. Н. Определение мощности на перемещение сыпучего материала в загрузочной камере конвейера, оснащенной разгрузочными элементами / В. Н. Туркин // Вестник РГАТУ им. П. А. Костычева. – 2010. – № 2. – С. 63–65.

12. Туркин, В. Н. Оптимизация применения минеральных и биологизированных удобрений с использованием тукосмесительных машин нового поколения / В. Н. Туркин, А. С. Комягин // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: материалы 68-ой Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 350–354.

13. Рычков, В. А. О механизации приготовления тукосмесей и биологизированных минеральных удобрений / В. А. Рычков, С. С. Васильев, В. Н. Туркин // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – Рязань: ГНУ ВНИМС, 2014. – № 6. – С. 27–32.

14. Туркин, В. Н. Расчет универсальной линии тукосмешивания для получения тукосмесей под масличные культуры / В. Н. Туркин // Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных и эфиромасличных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 275–278.

15. Туркин, В. Н. Методика расчета линии тукосмешивания при выращивании картофеля / В. Н. Туркин // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2015. – С. 417–420.

УДК 631.3-182.3-6

В. М. Федоров, С. Е. Селифанов

Удмуртский ГАУ

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

Растущие требования к экологичности работы мобильной техники, в том числе и в сельском хозяйстве, приводят к более ответственному выбору оптимального вида топлива для ДВС. Рассматриваются проблемы такого выбора.

Актуальность. Единственным источником энергии в ДВС является теплота, получаемая при сгорании топливо-воздушной смеси в цилиндрах двигателя [1–3]. Для экономии затрат на про-

изводство энергии в ДВС необходимо определить наиболее оптимальное топливо, позволяющее обеспечить наилучшие экономические, экологические и мощностные показатели.

Цель: анализ источников энергии для сельскохозяйственных предприятий.

Задачи: рассмотреть эффективность применения различных источников для привода мобильной сельскохозяйственной техники с учетом их свойств.

Материалы и методика. Последние тридцать лет ознаменованы борьбой с изменениями климата. В различных европейских странах вкладываются большие средства в разработку «зеленой экономики», происходит «переход» на «экологически чистые» источники энергии, к которым относятся такие, как энергия ветра, солнечная энергия, энергия приливов и тому подобные.

Использование этих источников, с одной стороны, должно сильно изменить инфраструктуру распределения энергетических ресурсов. Для передачи энергии потребителям (которая представляет собой электрическую энергию) требуется развернуть дополнительные мощности линий энергопередачи, а поскольку поступление такой энергии нестабильно, то потребуются еще и значительные накопительные устройства. Всего этого пока в достаточном количестве в развитых странах нет, а затраты на модернизацию этой инфраструктуры огромны.

С другой стороны, приток такой энергии – величина ограниченная и нестабильная. На величину поступления этой энергии влияет множество факторов поистине космического масштаба, действие которых до конца не изучено вплоть до того, что пока нет даже адекватной модели, учитывающей колебания энергетического потока в течение последних 200–300 лет, то есть нет уверенности, что предсказанная выработка энергии рассчитана адекватно.

Как показывают замеры, величина поступления солнечной энергии на единицу площади земной поверхности тем ниже, чем выше широта региона. При бурном росте потребления энергии человечеством, в том числе и в предприятиях АПК, невозможно ориентироваться только на этот ограниченный канал поступления энергии.

Необходимо отметить и еще один момент: если при использовании ископаемого топлива выделение теплоты происходит непосредственно в цилиндрах двигателя, то при использовании альтернативных природных источников энергия должна передаваться и преобразовываться неоднократно. Каждая передача

и каждое преобразование влечет за собой потери, что влияет на общий КПД всей системы. А поскольку из-за неравномерности поступления «зеленой энергии» требуется ее постоянно перераспределять, то и потери при этом велики.

При нынешнем темпе развития промышленности и сельского хозяйства необходимо ориентироваться на источник энергии, который, с одной стороны, был бы доступным, а с другой – не имел бы вредного влияния на окружающую среду [7]. С этой точки зрения наиболее подходящим вариантом является водород. Однако он имеет свойства, которые требуют решения сложных технических задач при производстве, транспортировке и хранении. Так, производство водорода требует высокого расхода энергии, транспортировка по имеющимся трубопроводам приводит к досрочному выходу их из строя, охрупчиванию стали под воздействием водорода. Хранение требует большой энергии на сжижение и специальных емкостей для хранения из-за очень низкой температуры жидкого водорода, а эта температура должна поддерживаться специальными технологическими мероприятиями, тоже требующими большого расхода энергии. Для предприятий АПК на современном этапе развития это топливо не подходит [5]. Вместо него можно предложить использование природного газа, основой которого является метан.

Метан с точки зрения применения в двигателях внутреннего сгорания имеет более приемлемые показатели. У него прекрасные моторные качества, метан имеет высокую детонационную стойкость в отличие от водорода, метан может работать в конвертированных из дизелей двигателях с высокой степенью сжатия [4, 9, 6]. Метан может быть сжижен при существенно большей температуре, чем водород, и на его сжижение требуется куда меньший расход энергии. В отличие от водорода технологии использования природного газа в предприятиях АПК известны и отработаны [8, 10–12]. Существует государственная программа использования метана в промышленности и на транспорте.

Для сельского хозяйства природный газ важен и по другой причине. Метан – основа сырья для производства минеральных удобрений.

Запасы природного газа в нашей стране большие, и разведанные запасы позволяют использовать метан продолжительное время даже в условиях растущего потребления. Кроме подземных запасов метана существуют еще так называемые метановые гидра-

ты – это когда метан растворен во льду. Эти запасы тоже огромны, но нет пока эффективных технологий по их добыче и переработке.

Еще одним источником метана может служить биогаз, полученный при переработке бактериями биомассы, производимой в животноводстве. Необходимо отметить, что биогаз по своему составу не аналогичен природному газу. В составе биогаза присутствуют инертные газы – азот и углекислый газ, которые не поддерживают горение, в результате чего калорийность биогаза падает. Кроме того, количество негорючих компонентов в составе биогаза зависит от того, в каких условиях происходила переработка биомассы. А эти условия не всегда удается поддерживать в стабильном состоянии, поэтому и состав биогаза тоже будет нестабилен. То есть биогаз для нормального использования в конвертированных дизелях без потери мощности при смене топлива требует очистки [13–15].

Очистка для биогаза может быть химическими реагентами, либо физическая очистка путем дросселирования сжатого биогаза. При резком расширении происходит вымораживание таких примесей, как водяной пар и углекислый газ, которые оседают в расширительной камере в виде инея, а оставшиеся компоненты с температурой конденсации существенно ниже остаются в газообразном состоянии и могут дальше быть использованы в двигателе. Для надежной очистки такую процедуру можно провести несколько раз.

Химический способ предусматривает пропускание полученного биогаза через концентрированный водный раствор извести, в котором углекислый газ вступает в реакцию с известью и связывается ею.

Для минимизации себестоимости полученного биогаза необходимо проанализировать способы очистки с точки зрения общих затрат от сбора биогаза в реакторе и до сжатия в компрессоре для использования в мобильной машине [16].

Для перевода дизельных двигателей наиболее экономически и технически целесообразно использовать конвертацию [2–9].

Выводы и рекомендации:

1. Использование альтернативных «зеленых источников» топлива не позволяет полностью закрыть все более возрастающие запросы в потреблении энергетических ресурсов из-за ограниченности этих ресурсов. Для внедрения этой идеи требуется не развитие технологий в АПК, а ограничение производства для «вписывания» потребностей АПК в возможности «зеленой энергетики».

2. Для снижения нагрузки на экосистему планеты требуется снижение выбросов CO_2 , при этом необходимо выбирать такое топливо, чтобы затраты на переход на его использование было бы наименее затратно. Таким топливом можно считать природный газ.

3. Развитие использования природного газа является одним из приоритетных направлений развития России.

4. Для снижения затрат в АПК необходимо по возможности применять совместно с природным газом и биогаз, получаемый непосредственно в предприятиях АПК и сходный по своим свойствам с природным газом после качественной очистки.

5. Биогаз, полученный в предприятиях АПК, требует значительной очистки от негорючих, инертных примесей, которые значительно снижают энергетическую эффективность получаемого топлива.

Список литературы

1. Селифанов, С. Е. Предпосылки для разработки комплексов машин / С. Е. Селифанов, В. М. Федоров // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 172–176.

2. Федоров, В. М. Комбинированная энергоустановка для мобильной сельхозмашины / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Сельский механизатор, 2020. – № 10. – С. 10–11.

3. Федоров, В. М. Структура системы регулирования и управления переподжатым газовым двигателем / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 201–205.

4. Федоров, В. М. Проблемы выбора степени сжатия для переподжатого газового двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра хим. наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. техн. наук, профессора, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. работ. ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 88–95.

5. Федоров, В. М. Особенности организации использования газового топлива в мобильной технике сельскохозяйственных предприятий Удмуртской Ре-

спублики / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра хим. наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. техн. наук, профессора, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. работ. ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – Т. 1. – С. 85–88.

6. Федоров, В. М. Разработка переподжатого газового двигателя, реализующего цикл дизеля / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Ижевск. – 2018. – Т. 3. – С. 194–196.

7. Федоров, В. М. Принцип адаптации переподжатого газового двигателя с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием к использованию на тракторе / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Научное обоснование технологии для интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 2. – С. 67–83.

8. Федоров, В. М. Исследование параметров трактора Т-25 при использовании в качестве энергоустановки бензинового двигателя с повышенной степенью сжатия / В. М. Федоров, С. А. Юферев, С. Е. Селифанов // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 12–15 февр. 2013 г. – Том II. – С. 105–109.

9. Федоров, В. М. Обоснование параметров газовых двигателей мобильных машин, предназначенных для работы в сельском хозяйстве / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 278–284.

10. Федоров, В. М. Проект газового двигателя для мобильной сельскохозяйственной машины / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 284–291.

11. Федоров, В. М. Сравнение возможностей обработки почвы трактором Т-25 в варианте использования жидкого и газообразного топлива / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 291–298.

12. Федоров, В. М. Сравнение способов газификации мобильной сельскохозяйственной машины, используемой для обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 298–305.

13. Федоров, В. М. Обоснование параметров газовых двигателей конвертированных их дизелей Д-130 / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Динамика механических систем: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2021. – С. 85–89.

14. Федоров, В. М. Обоснование степени сжатия для переподжатого газового двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Аграрное образование и наука – в развитии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора А. И. Любимова. В 2-х т. – Ижевск, 2020. – Т. 1. – С. 142–147.

15. Федоров, В. М. Влияние способа конвертации дизеля на внешний тепловой баланс двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 16–17 декабря 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 199–208.

16. Федоров, В. М. Разработка методики экспериментальных исследований переподжатого газового двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 16–17 декабря 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 208–216.

УДК 621.433-57-974

В. М. Федоров, С. Е. Селифанов
Удмуртский ГАУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ПУСКОВОГО УСТРОЙСТВА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ДЛЯ ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Излагается методика определения сопротивления потерь на прокручивание при пуске конвертированного газового двигателя и мощности стартера.

Актуальность. Запуск газового двигателя в условиях низких температур – одна из главных задач при эксплуатации мобильной техники в условиях холодного климата.

Цель исследования: обеспечение надежного запуска газового двигателя, созданного на базе дизеля, при низких температурах.

Задачи:

1. Разработать методику расчета мощности сопротивления при пуске газового двигателя.
2. Сравнить значение мощности сопротивления с мощностью стандартного стартера исходного дизеля.

Материалы и методика. Газобаллонная техника требует для хранения помещений с приточно-вытяжной вентиляцией, что достаточно дорого для оборудования всех помещений парка сельскохозяйственного предприятия. С другой стороны, то обстоятельство, что газобаллонная мобильная техника переоборудуется из дизельной, тоже влияет на выбор места хранения такой техники, поскольку до конвертации дизельная техника обычно хранится на площадках под открытым небом. Соответственно для выполнения работ в зимнее время приходится запускать непрогретые двигатели.

Для определения потребной мощности пускового агрегата необходимо определить минимальную температуру, при которой будет производиться запуск в наиболее сложных условиях. При низких температурах ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в условиях Удмуртской Республики работы, связанные со снегозадержанием, обычно не производятся. В таких условиях запуск двигателя уже представляет собой серьезную задачу. Поэтому для запуска техники в сильные морозы используются дополнительные устройства подготовки запуска (устройства подогрева и разогрева). В случае тепловой подготовки двигателя перед пуском в зимнее время сопротивление при пуске двигателя существенно снижается. Однако до температуры $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ окружающего воздуха такие устройства применяются редко, и именно эту температуру следует взять в качестве предельной для расчета холодного пуска в зимнее время.

Дизельный двигатель, который является основой для газовых двигателей, при низких температурах запускается довольно долго – требуется достаточно высокая температура для появления в цилиндрах вспышки: нужно развить высокую скорость механизмов двигателя для появления высокой температуры в конце сжатия в цилиндрах, с одной стороны, и высокое давление в плунжерных парах насоса высокого давления для хорошего распыла топлива форсункой, с другой стороны. Это требует достаточно высоких пусковых оборотов дизеля [1, 2, 6–14].

В газовых двигателях вспышка в цилиндрах возникает за счет системы зажигания. Газовоздушную горючую смесь готовит система питания. Само по себе газовое топливо – природный

газ – при отрицательных температурах находится в газообразном состоянии и хорошо перемешивается с воздухом в цилиндрах двигателя. Необходимо также сказать, что водяной пар, который в том или ином количестве присутствует в природном газе, при отрицательных температурах остается в виде изморози на внутренних стенках баллона, а сама подача газа становится стабильной. Все это упрощает пуск газового двигателя в зимнее время по сравнению с пуском дизелей. Соответственно и пусковые обороты такого двигателя по сравнению с дизелем требуются ниже, а мощность пускового агрегата также может быть снижена.

Запуск непрогретого двигателя в холодное время года приводит к росту потерь, вызванных ростом в первую очередь вязкости моторного масла, поступающего в пары трения механизмов и систем двигателя. Снижение температуры приводит и к росту плотности заряда в цилиндрах двигателя, что увеличивает сопротивление прокручиванию двигателя и росту сопротивления из-за газообмена. По мере падения температуры должны расти и вентиляционные потери двигателя.

Таким образом, имеем два основных фактора, изменяющих мощность сопротивления прокручиванию механизмов газового двигателя:

- сопротивление от всех видов трения;
- сопротивление газообмену.

Остальные составляющие мощности, как показано в [2, 3, 5, 8, 15, 16], будут при конвертации меняться мало.

Мощность сопротивления исходного дизеля, выраженная через среднее давление механических потерь, известна [4–8, 11] и хорошо исследована. Однако она может быть применена только для условий запуска прогретого дизеля (для идеальных условий). Для определения реальной мощности газового двигателя в нее требуется внесение ряда уточнений.

Для определения мощности сопротивления двигателя из среднего давления механических потерь воспользуемся формулой:

$$N_m = \frac{P_m \times i \times V_h \times n}{30\tau}. \quad (1)$$

Из этой мощности около 80 % уходит на сопротивление трения в механизмах двигателя. При снижении температуры растет вязкость масла, пропорционально ему растет и сила сопротивления.

Следовательно, при снижении мощность сопротивления будет расти пропорционально росту вязкости масла. У разных сортов масла зависимость изменения вязкости от температуры различное, неодинаковым будет и рост сопротивления. Но для газовых двигателей необходимо ориентироваться на сорта тех смазок, которые применяются в дизелях, из которых и конвертировали газовый двигатель.

Для данного типа масла изменение вязкости от температуры представляет собой квадратичную зависимость вида

$$\vartheta = d - ft + gt^2, \quad (2)$$

Здесь t – температура масла двигателя.

Как было показано ранее [4], рост мощности сопротивления от газообмена будет компенсирован снижением мощности при сжатии газовой смеси в цилиндрах.

Таким образом, общая последовательность расчета мощности сопротивления при пуске двигателя (мощность стартера) сводится к следующему:

1. Определяем по известной формуле среднее давление механических потерь для исходного дизеля в идеальных условиях:

$$P_m = a + b \times C_n,$$

где C_n – средняя скорость поршня двигателя на пусковых оборотах.

2. Определяем мощность прокручивания дизеля в идеальных условиях по формуле (1) на пусковых оборотах.

3. В соответствии с методикой, изложенной в [5, 16], вводим поправку на повышенное сопротивление для конвертированного газового двигателя.

4. Определяем поправку на температуру пуска (масла в системе смазки) и пересчитываем мощность следующим образом:

$$N_{m(t)} = N_m \frac{\vartheta_t}{\vartheta},$$

где ϑ_t – вязкость, рассчитанная для температуры холодного старта;
 ϑ – вязкость для идеальных условий пуска (прогретый двигатель).

5. Вводим поправку на то, что пусковая частота вращения коленчатого вала газового двигателя примерно в два раза ниже, чем у дизеля.

Выводы и рекомендации:

1. Таким образом, расчет по представленной методике дал следующий результат: требуемая мощность пускового устройства в случае газового двигателя снижается на 43 % относительно требуемой мощности исходного дизеля.

2. Это означает, что стандартный стартер исходного дизельного двигателя после конвертации будет работать в более мягком режиме даже в условиях «холодного старта».

Список литературы

1. Селифанов, С. Е. Предпосылки для разработки комплексов машин / С. Е. Селифанов, В. М. Федоров // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 172–176.

2. Федоров, В. М. Комбинированная энергоустановка для мобильной сельхозмашины / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Сельский механизатор, 2020. – № 10. – С. 10–11.

3. Федоров, В. М. Структура системы регулирования и управления переподжатым газовым двигателем / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 201–205.

4. Федоров, В. М. Проблемы выбора степени сжатия для переподжатого газового двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики Григория Андреевича Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО Российской Федерации Бориса Дмитриевича Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 88–95.

5. Федоров, В. М. Особенности организации использования газового топлива в мобильной технике сельскохозяйственных предприятий Удмуртской Республики / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов, В. В. Гамм // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремон-

та машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики Григория Андреевича Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника ВПО Российской Федерации Бориса Дмитриевича Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – Т. 1. – С. 85–88.

6. Федоров, В. М. Разработка переподжатого газового двигателя, реализующего цикл дизеля / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Ижевск. – 2018. – Т. 3. – С. 194–196.

7. Федоров, В. М. Принцип адаптации переподжатого газового двигателя с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием к использованию на тракторе / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Научное обоснование технологии для интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – Т. 2. – С. 67–83.

8. Федоров, В. М. Исследование параметров трактора Т-25 при использовании в качестве энергоустановки бензинового двигателя с повышенной степенью сжатия / В. М. Федоров, С. А. Юферев, С. Е. Селифанов // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 12–15 февр. 2013 г. – Том II. – С. 105–109.

9. Федоров, В. М. Обоснование параметров газовых двигателей мобильных машин, предназначенных для работы в сельском хозяйстве / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 278–284.

10. Федоров, В. М. Проект газового двигателя для мобильной сельскохозяйственной машины / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 284–291.

11. Федоров, В. М. Сравнение возможностей обработки почвы трактором Т-25 в варианте использования жидкого и газообразного топлива / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 291–298.

12. Федоров, В. М. Сравнение способов газификации мобильной сельскохозяйственной машины, используемой для обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., 15 июля 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 298–305.

13. Федоров, В. М. Обоснование параметров газовых двигателей конвертированных их дизелей Д-130 / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Динамика механических систем: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева. – Казань, 2021. – С. 85–89.

14. Федоров, В. М. Обоснование степени сжатия для переподжатого газового двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Аграрное образование и наука – в развитии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора Любимова Александра Ивановича. В 2-х т. – 2020. – Т. 1. – С. 142–147.

15. Федоров, В. М. Влияние способа конвертации дизеля на внешний тепловой баланс двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 16–17 декабря 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 199–208.

16. Федоров, В. М. Разработка методики экспериментальных исследований переподжатого газового двигателя / В. М. Федоров, С. Е. Селифанов // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 16–17 декабря 2021 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 208–216.

УДК 631.316.22

А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев
Удмуртский ГАУ

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ ПЛОСКОРЕЗА-ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ ПГ-3

В последние десятилетия с хорошей стороны себя зарекомендовали комбинированные почвообрабатывающие машины. Рассмотрено кинематическое исследование конструкции комбинированного почвообрабатывающего орудия плоскореза-глубокорыхлителя с почвоуглубителями ПГ-3.

Актуальность. Обработка почвы остается одной из наиболее трудоёмких и энергоёмких операций в сельскохозяйственном производстве. На выполнение этой операции требуется около 40 % энергетических и 25 % трудовых затрат от всего ком-

плекса машин и полевых работ, необходимых для возделывания аграрных культур [17].

Наилучшее качество предпосевной обработки почвы возможно с применением комбинированных агрегатов. Достоинства их в том, что они за один проход осуществляют несколько технологических операций: рыхление, дробление комков и глыб, выравнивание микрорельефа и прикатывание почвы. Как следствие, растет производительность, а также понижаются затраты труда на предпосевную обработку [4, 5].

Исследования и практический опыт показывают, что плоскорезная обработка способствует улучшению плодородия почвы и защищает ее от водной и ветровой эрозии. В настоящее время промышленностью выпускаются культиваторы-плоскорезы КПШ-5, КПШ-9, ОПТ-3-5 и т.д. для основной обработки почвы без оборота пласта на глубину до 16 см и для периодического глубокого рыхления почвы на глубину до 30 см – плоскорезы-глубокорыхлители КПГ-250А, ПГ-3-100, ПГ-3-5 [1, 8, 16].

Многолетний опыт использования этих машин в хозяйствах подтверждает, что они удовлетворяют агротребованиям на легких и средних по механическому составу почвах и на обработке паров, при этом повышается производительность труда и увеличивается урожайность зерновых культур. Однако они имеют существенные недостатки. Так, при работе на твердых и сухих почвах плоскорезы плохо заглубляются в почву, не выдерживают заданную глубину и равномерность хода, а глубокорыхлители выравнивают крупные глыбы и не подрезают корневую систему сорняков, расположенных на малой глубине. Кроме того, систематическая обработка плоскорезами ведет к образованию плужной подошвы, что снижает водопроницаемость почвы и препятствует проникновению влаги как в нижние, так и в верхние горизонты [6, 9, 15].

За один проход разрабатываемый плоскорез ПГ-3 выполняет две технологические операции: плоскорезную обработку на 8–16 см и щелевание почвы на глубину до 35 см, заменяя работу плоскорезов и щелевателей.

Цель работы: выполнить кинематическое и динамическое исследование конструкции.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие **задачи:** рассмотреть кинематику механизма навески культиватора; определить скорости движения звеньев механизма навески орудия.

Материалы и методика. Рассмотрим кинематику механизма навески культиватора. Кинематическое исследование механизма должно начинаться с определения положения звеньев и траекторий, описываемых точками звеньев (рис. 1). Определение положений звеньев и траекторий движения отдельных точек механизма навески NDCON культиватора при переводе его в транспортное положение обычно проводится графическим способом. Для этого строится кинематическая схема пахотного агрегата в выбранном масштабе с рабочим положением культиватора. При кинематическом исследовании обычно принимается закон ведущего звена линейным, т.е. скорость движения постоянной.

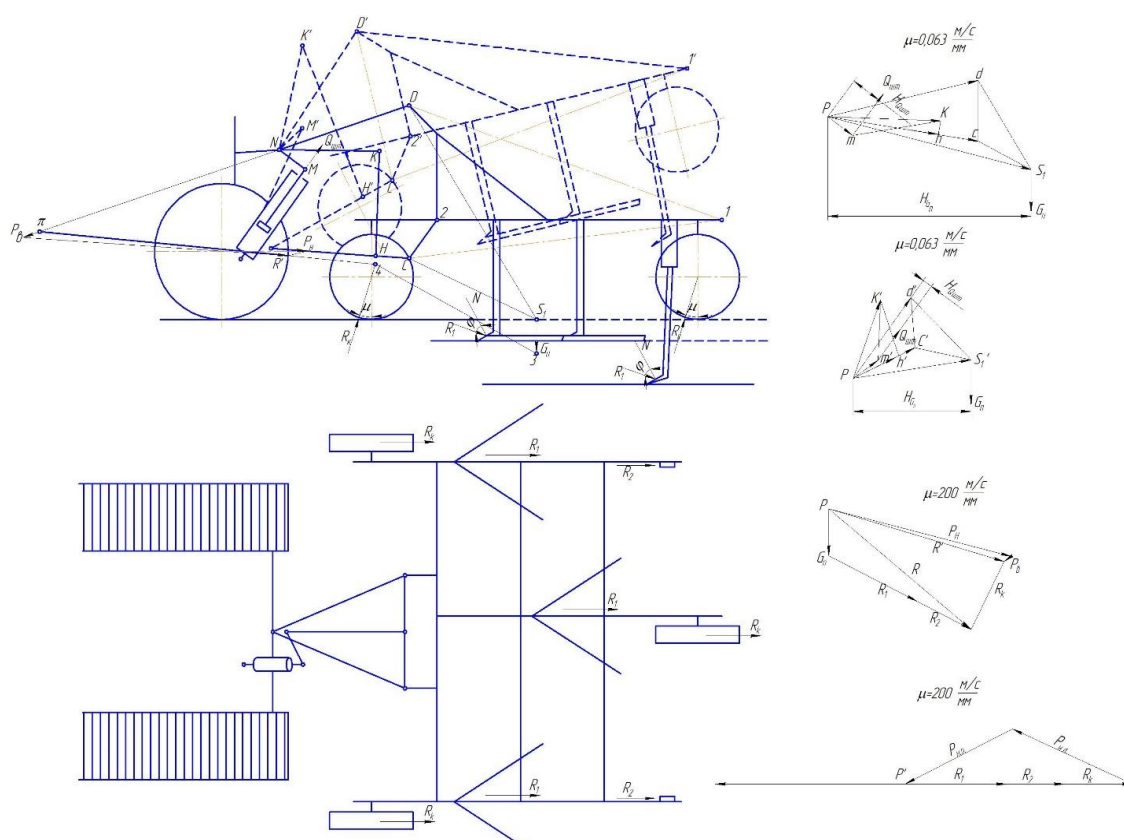


Рисунок 1 – Кинематическое исследование культиватора

Определение положений звеньев механизма ведётся последовательно. Вначале вычерчивают траектории движения точек М, К, D радиусами NH, NK и ND из точки N*, а точек Н, С – радиусами ОН и ОС из точки О. Полученные дуги окружностей представляют собой геометрическое место данных точек для любого отрезка времени t. При определении максимальной высоты подъёма культиватора по известным параметрам гидроцилиндра определяется точка М на дуге MM', которая даёт возможность найти поло-

жение всех остальных точек K' , N' , C' , D' методом засечек на соответствующих траекториях их движения – дугах KK' , NN' , CC' , DD' . После определения положения звена $C'D'$ в транспортном положении на нём строится культиватор. Координаты отдельных точек культиватора находятся методом засечек и введением дополнительных вспомогательных линий.

В качестве отдельных дополнительных точек можно принять точку (1) (конец рамы культиватора) и точку (2) (передний конец рамы, к которому крепятся кронштейны присоединения нижних тяг). Соединив точки C и D радиусами $C1$ и $D1$, определяется положение точки (1'). Соединив точки C и D с точкой (2), получаем треугольник $CD2$, засечками из точек C' и D' определяется положение точки (2'). Соединив точки $C'2'1'$, получаем положение рамы в транспортном положении плуга [2, 3, 10].

Результаты исследований. Выполним определение скоростей движения звеньев механизма навески культиватора.

Определение скоростей движения звеньев механизма навески культиватора производится для начала и для конца его подъёма в транспортное положение. В выбранном масштабе строится кинематическая схема механизма навески и культиватора в двух положениях – рабочем и транспортном – с полюсом в точке P . Скорость подъёма зависит от размеров гидроцилиндра и производительности масляного насоса. Скорость движения поршня определяется по формуле:

$$V_M = 22 \times 10^{-6} \frac{Q_H}{d^2}, \text{ м/с,}$$

где 22×10^{-6} – переводной коэффициент;

Q_H – производительность насоса гидросистемы, л/мин;

d – поршень гидроцилиндра, м.

$$V_M = 22 \times 10^{-6} \frac{70}{0,09} = 0,017 \text{ м/с.}$$

Для удобства построения и определения усилия на штоке гидроцилиндра при переводе культиватора в транспортное положение, по теореме Н. Е. Жуковского о жёстком рычаге, целесообразно применять при построении плана скоростей следующую методику:

1. Необходимо повернуть на 90° план скоростей (по часовой стрелке).

2. Масштаб плана скоростей принять таким, чтобы вектор скорости первой определяемой точки (точка М) был равен длине данного звена (звено NM).

3. Полюс плана скоростей выбирается в одном из неподвижных шарниров. В данном случае целесообразно принять полюс Р в точке N (если план скоростей не будет затемнять основной чертёж). В противном случае план скоростей строится на свободном месте листа с полюсом в точке Р [7, 12].

Из полюса Р откладывается вектор Рм параллельно звену NM. Скорость точки К определяется на основе теоремы подобия планов скоростей, согласно которой треугольник, построенный на плане механизма, подобен треугольнику, построенному на плане скоростей. Соединив точки М и К на плане механизма, получаем треугольник МКН. Из полюса Р проводится прямая параллельно звену NM, а из конца вектора (точка m) проводится прямая параллельно стороне МК. Точка пересечения К отмечает конец вектора РК, скорости точки К. Для определения скоростей точки Н воспользуемся формулой:

$$V_H = 30 \text{ мм}, V_H = V_K + V_{HK} = 68 \text{ мм}.$$

Так как известно направление относительной скорости U_{HK} и скорости U_H , то из точки К проводится прямая параллельно звену КН, а из полюса Р – параллельно звену ОН. Полученная точка h при пересечении прямых отмечает конец вектора скорости U_H , выраженный отрезком P_H .

Скорость точки С находится по уравнению:

$$V_C = 40 \text{ мм}, V_M = V_H \frac{OC}{OH} = 68 \times \frac{82}{62} = 90 \text{ мм}.$$

Если точка Н располагается на звене ОС, тогда на плане скоростей вектор выражается отрезком РС. Для определения скорости точки D из конца вектора проводится прямая, параллельная звену CD, параллельно звену ND. Полученная точка пересечения d отмечает конец вектора скорости точки D, поэтому для определения её скорости воспользуемся теоремой подобия скоростей. На плане механизмов строится треугольник CdS1, подобный треугольнику CDS1. Скорость точки S1 выражается отрезком PS1. Аналогично строится план скоростей с полюсом в точке Р' для полного транс-

портного положения культиватора и, если требуется, для любого промежуточного положения.

Определив скорость движения звеньев механизма навески и центра тяжести культиватора $S1$, можно определить усилие, которое должен развивать гидроцилиндр при переводе плуга в транспортное положение на основе теоремы Н. Е. Жуковского о жёстком рычаге. Учитывая, что работа в единицу времени выражается произведением силы на скорость, то для определения силы на штоке гидроцилиндра необходимо определить скорости движения точек M и $S1$. Построив повёрнутый на 90 градусов план скоростей, к концу вектора скорости точки M прикладывается искомая сила Q_{III} , направленная параллельно штоку OM гидроцилиндра, а к концу вектора скорости точки $S1$ прикладывается известная сила тяжести G_{II} плуга. Относительно полюса P составляется уравнение моментов, из которого определяется Q_{III} по формуле:

$$Q_{III} = G_{II} \frac{H_{G_{II}}}{H_{Q_{III}}},$$

где G_{II} – вес культиватора, кН;

$H_{G_{II}}$, $H_{Q_{III}}$ – расстояние от полюса P плана скоростей до направления соответственно сил G_{II} и G_{III} .

$$Q_{III} = 6,5 \times \frac{120}{16} = 41 \text{ кН}, Q'_{III} = 54 \text{ кН}.$$

Имея силу Q_{III} , можно подобрать новый гидроцилиндр в случае, если имеющийся на тракторе гидроцилиндр не развивает нужного для подъёма усилия. В нашем случае для этого нет необходимости [13].

Выводы и рекомендации. Проект модернизации культиватора, основанный на доработке конструкции культиватора КПШ-5 путем присоединения к основной раме культиватора дополнительной рамы с почвоуглубителями, дополнен выполненными основными технологическими расчётами почвообрабатывающего агрегата [11, 14].

Список литературы

1. Машины и оборудование для механизации процессов в растениеводстве и в садово-парковом хозяйстве: учебное пособие для студентов бакалавриа-

та, обучающихся по направлению «Лесное дело» и «Агроинженерия» / Б. Д. Зонов, О. П. Васильева, К. Л. Шкляев [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 104 с.

2. Применение компьютерных и автоматизированных систем при конструировании новой техники / П. В. Дородов, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, А. Л. Шкляев // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 томах, Ижевск, 13–16 февраля 2018 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 134–136.

3. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с. – ISBN 978-5-6042207-6-4.

4. Результаты научно-технического творчества СКИБ на агроинженерном факультете / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 123–145.

5. Состояние оросительной мелиорации в Удмуртской Республике / О. П. Васильева, Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев [и др.] // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 164–168.

6. Стратегическое направление инновационного развития сельскохозяйственной техники / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 224–231.

7. Шкляев, А. Л. Методика и расчет механической части роботизированной транспортной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, Ижевск, 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 217–224.

8. Шкляев, А. Л. Выбор тягового электродвигателя для привода универсального транспортного модуля / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году науки и технологии в России, 24–26 февр. 2021 г. – Ижевск, 2021. – Т. 3. – С. 72–77.

9. Шкляев, А. Л. Гусеничный движитель для сельскохозяйственного робота / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 383–389.

10. Шкляев, А. Л. Мобильная энергетическая платформа / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, в 3 т., Ижевск, 04–05 декабря 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 299–305.

11. Шкляев, А. Л. Полевая сельскохозяйственная роботизированная техника / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 176–184.

12. Шкляев, А. Л. Проектирование элементов универсального сельскохозяйственного транспортного модуля в системе 3D-моделирования / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т., Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 242–247.

13. Шкляев, А. Л. Расчет количества аккумуляторов для универсального сельскохозяйственного транспортного модуля / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 317–323.

14. Шкляев, А. Л. Техничко-экономическая оценка использования универсального сельскохозяйственного транспортного модуля / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф., 17–19 ноября 2021 г. – Ижевск, 2022. – С. 317–323.

15. Шкляев, К. Л. Зональный почвенный анализ / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Е. А. Михеева // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию д. с.-х. н., заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника ВПО РФ, профессора В. М. Холзакова и 75-летию к. с. н., доцента А. И. Венчикова, Ижевск, 17 марта 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 50–53.

16. Шкляев, К. Л. Комплекс машин для возделывания и уборки корнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Е. А. Михеева // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 311–316.

17. Шкляев, К. Л. Малогабаритные сортировки для картофеля / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией, Ижевск, 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 211–217.

К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, И. И. Пчелин

Удмуртский ГАУ

МОДЕРНИЗАЦИЯ БАРАБАННОЙ КАРТОФЕЛЬНОЙ СОРТИРОВКИ

Рассматривается принцип работы барабанной быстроходной сортировки для клубней картофеля и некоторые теоретические аспекты её работы.

Актуальность. Сортирование и послеуборочная обработка картофеля входят в общий комплекс операций по его возделыванию, уборке, хранению и подготовке к продаже. Процесс сортирования является важнейшей операцией первичной (полевой) послеуборочной обработки картофеля, которая состоит из отделения клубней от остатков почвы и растительности, собственно сортирования и подачи в транспортные средства, крупную тару, например, контейнеры или в хранилища [6]. Полная первичная послеуборочная обработка картофеля уменьшает его потери при хранении (особенно в буртах, где клубни нельзя перебрать в течение зимних месяцев) и улучшает его использование. В нашей стране наряду с серийным выпуском картофелесортировок разработан новый тип машины для первичной обработки картофеля сортировки [1, 7].

Целью является определение параметров работы барабанной сортировки клубней картофеля.

Задачей исследования является анализ поведения клубней картофеля на внутренней спиральной поверхности.

Материалы и методы. Нами предлагается простое устройство картофельной сортировки, обеспечивающее надёжный съём прижатых к внутренней поверхности барабана клубней корнеплодов. Принципиальная схема предлагаемого устройства приведена на рисунке 1 [10].

Картофель подаётся с помощью подающего лотка внутрь барабана. Расстояние между спиралью соответствует размерам фракции картофеля. Корнеплоды, попадая в спиральную поверхность, начинают вращаться. С помощью корнеклубненаправителя он снимается с поверхности барабана и направляется на спиральную поверхность, вследствие чего масса проваливается между витками спирали данной фракции [10].

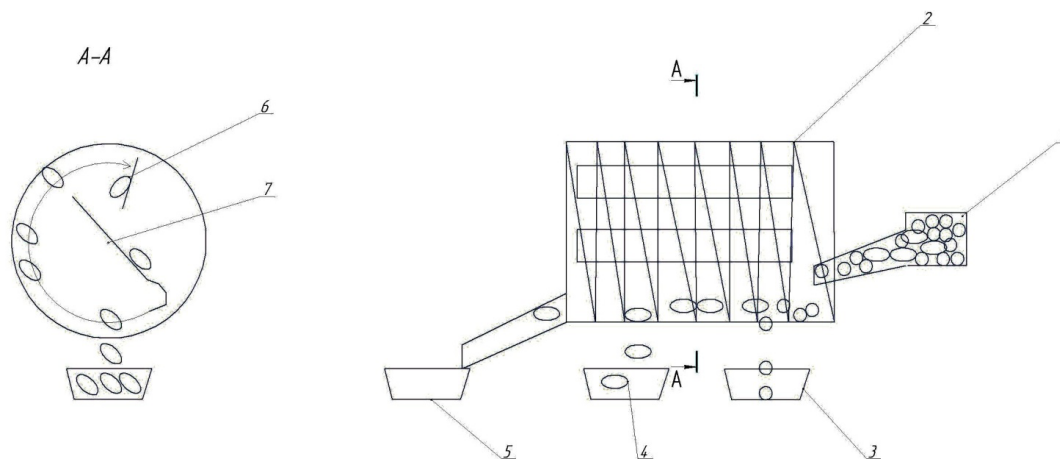


Рисунок 1 – Схема барабанной сортировки:

1 – подающий лоток; 2 – барабан; 3 – лоток для мелкой фракции; 4 – лоток для средней фракции; 5 – лоток для крупной фракции; 6, 7 – клубненаправители

Результаты работы. Для лучшего понятия движения клубня внутри барабана проанализируем его поведение. Шаровидные клубни двигаются между трубчатыми направляющими барабана. Направляющие покрыты пластиком, чтобы снизить вероятность получения повреждений клубнем. После схода с подающего лотка клубни закатываются по внутренней части барабана до наивысшего положения и затем скатываются вниз до падения в приемный лоток сходовой (крупной) фракции.

Покажем расчетную схему (рис. 2), введем естественные оси координат, так как траектория движения центра масс заранее известна и является окружностью [1, 5, 8]. Положение клубня задаем углом φ , показывающим расположение радиус-вектора \vec{OC} центра масс клубня. Угол φ отсчитываем от вертикали по ходу часовой стрелки. Угол θ показывает собственное вращение клубня. Угловая скорость барабана является постоянной и обозначена ω . На клубень действуют проекция или тяжести $mg\cos\beta$; результирующая нормальная реакция \vec{N} направляющих обручей; результирующая сила трения \vec{F} , моменты трения качения M .

Проанализируем движение клубня внутри барабана (рис. 2). На первоначальном этапе движения клубень под действием сил трения со стороны направляющих труб двигается вместе с барабаном [8]. Когда клубень преодолеет положение, определяемое углом $\varphi \geq \arctan f = 11,3...21,8^\circ$, клубень начинает собственное вращение и скорость поворота радиус-вектора \vec{OC} $\dot{\varphi}$ становится меньше угловой скорости барабана ω . На клубень действует центробежная сила инерции $\vec{\Phi} = m\dot{\varphi}^2(R-r)$, сила тяжести $m\vec{g}\cos\beta$, резуль-

тирующая нормальная реакция \vec{N} , сила трения \vec{F} . Движение происходит под действием этой совокупности сил.

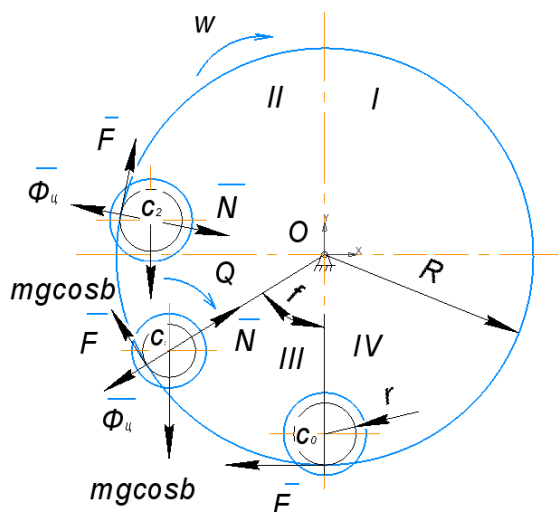


Рисунок 2 – Траектория движения клубня внутри барабана

Когда клубень находится в четверти III, радиальная составляющая силы тяжести и сила инерции действуют в одну сторону, увеличивая нормальную реакцию, определяемую выражением $N = m\dot{\varphi}^2 (R - r) + mg \cos \beta \cdot \cos \varphi$.

При достижении угла φ значение $\varphi = 90^\circ$ ($\frac{\pi}{2}$ рад) сила тяжести действует перпендикулярно нормальной реакции N. В четверти II радиальная составляющая силы тяжести действует против центробежной силы инерции, уменьшая нормальную реакцию N.

Выводы. Предлагаемая конструкция позволит устранить недостатки известных сортировальных машин барабанного типа. Барабанные картофелесортировальные машины являются наиболее перспективными, но требуют дальнейшего совершенствования по части увеличения точности сортирования [2–3, 9]. В определенный момент времени при достижении критического угла происходит уменьшение нормальной реакции N до нуля. В этот момент происходит отрыв клубня от внутренней поверхности барабана и свободный полет до соприкосновения с барабаном в его нижней части. Затем движение клубня повторяется.

Список литературы

1. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с. – ISBN 978-5-6042207-6-4.

2. Результаты научно-технического творчества СКИБ на агроинженерном факультете / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 123–145.

3. Стратегическое направление инновационного развития сельскохозяйственной техники / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 224–231.

4. Устройство для сортировки плодоовощного сырья / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Л. Л. Максимов, Е. А. Михеева // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 184–190.

5. Шкляев, К. Л. Исследование движения клубней картофеля по поверхности барабанной сортировки / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Динамика механических систем: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева, Казань, 05–06 апреля 2018 г. / Казанский ГАУ; Ижевская ГСХА. – Казань, 2018. – С. 302–309.

6. Шкляев, К. Л. Комплекс машин для возделывания и уборки корнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Е. А. Михеева // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 311–316.

7. Шкляев, К. Л. Малогабаритные сортировки для картофеля / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА, Ижевск, 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 211–217.

8. Шкляев, К. Л. Обоснование параметров и режима работы сортировки клубней картофеля роторно-винтового типа: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": дис. ... канд. техн. наук / Шкляев Константин Леонидович. – Ижевск, 2011. – 120 с.

9. Шкляев, К. Л. Совершенствование барабанной картофельной сортировки / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 томах, Ижевск, 12–15 февраля 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 175–177.

10. Шкляев, К. Л. Совершенствование барабанной картофельной сортировки / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т., Ижевск, 13–16 февраля 2018 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 205–207.

А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев

Удмуртский ГАУ

ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОРУДИЕ ПЛОСКОРЕЗ-ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЬ С ПОЧВОУГЛУБИТЕЛЯМИ ПГ-3

В настоящее время наиболее эффективными являются энергосберегающие технологии производства зерновых, замена отвальной вспашки безотвальной и нулевой обработками. Предложена конструкция комбинированного почвообрабатывающего орудия плоскореза-глубокорыхлителя с почвоуглубителями ПГ-3.

Актуальность. Почва как питательная среда растений характеризуется условием плодородия, то есть состоянием, при котором обеспечиваются наилучший приток и использование растениями элементов плодородия. Применяя и правильно сочетая биологические, химические и физические воздействия, человек непрерывно повышает плодородие почвы [15]. Из физических воздействий на почву важное значение имеют приемы ее механической обработки. Проводят их с целью поддержания и улучшения условий плодородия почвы, накопления и сохранения в ней запасов влаги, уничтожения сорных растений, возбудителей болезней и вредителей культурных растений, предотвращения эрозионных процессов и регулирования микробиологических процессов [9, 14].

В современных реалиях хорошо себя зарекомендовали комбинированные почвообрабатывающие машины. Комбинированная машина за один проход способна выполнять несколько операций, что, безусловно, положительно сказывается на экономии затрат труда и средств, а также оказывает менее вредное воздействие на экологию [3, 6, 8, 11].

Целью работы является разработка комбинированной почвообрабатывающей машины, совмещающей операции плоскорезной обработки и щелевания почвы.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие **задачи**: определить актуальность данной тематики; обосновать модернизацию почвообрабатывающей машины.

Материалы и методика. Наука и практика показывают, что плоскорезная обработка способствует повышению плодородия почвы и защищает ее от водной и ветровой эрозии.

Одним из эффективных приёмов, улучшающих качество обработки почвы безотвальными орудиями, является щелевание. Оно разрушает плотную подошву и улучшает водопоглощающие свойства почвы.

При использовании плоскорезов-щелевателей твёрдость почвы оказывается минимальной, что повышает водопроницаемость и исключает подпочвенный сток воды. Излишки воды попадают в щели и впитываются в почву [2, 5].

Опыты показывают, что на склонах обработка плоскорезами-щелевателями даёт ощутимую прибавку урожая по сравнению с обработкой на равнине благодаря устранению смыва почвы и удобрений, лучшему содержанию влаги [1].

Результаты исследований. При возделывании зерновых целесообразно использование на основной обработке почвы (безотвальной вспашке) разработанное почвообрабатывающее орудие (культиватор) – плоскорез-глубокорыхлитель с почвоуглубителями ПГ-3, (рис. 1).

В основу орудия входит культиватор КПШ-5, с которого сняты две боковые секции. Предлагаемая конструкторская разработка представляет собой дополнительную раму с установленными на ней двумя почвоуглубителями и опорным колесом. Дополнительная рама состоит из трёх продольных балок и поперечной балки. Опорное колесо с механизмом регулирования глубины обработки культиватора крепится к центральной продольной балке с помощью болтового соединения. Две боковые продольные балки крепятся к поперечной балке посредством неразъемного сварного соединения. Центральная продольная балка крепится к поперечной балке и раме культиватора КПШ-5 также с помощью сварочного соединения. В целях укрепления рамы и предотвращения разрыва сварочного соединения на стыке боковых продольных балок и поперечной балки приварены четыре кронштейна, а поверх них внахлёстку с балками приварены четыре косынки. Центральная продольная балка укрепляется с поперечной балкой и рамой культиватора посредством двух уголков с помощью сварки. На боковую продольную балку с двух сторон приваривается два кронштейна, на которых, в свою очередь, крепится почвоуглубитель с помощью болтового соединения. На кронштейнах имеются регулировочные отверстия для изменения глубины обработки почвоуглубителем от 25...35 см. Крепление второго почвоуглубителя на следующую продольную балку аналогично.

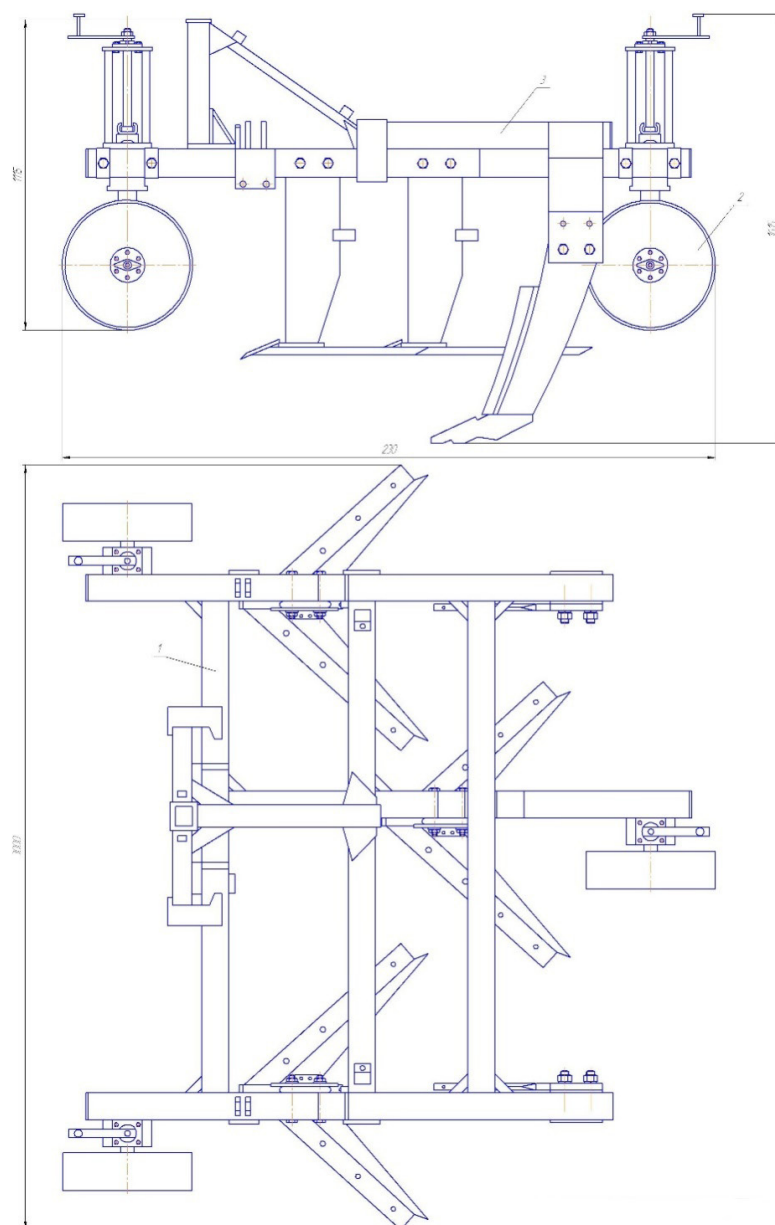


Рисунок 1 – Вид общий плоскореза-глубокорыхлителя с почвоуглубителями ПГ-3

Почвоуглубитель состоит из стойки, ножа, долота и двух кронштейнов, приваренных к стойке. Стойка и нож имеют эллиптическую форму с целью уменьшения тягового сопротивления рабочего органа. Кронштейны служат для крепления ножа к стойке посредством болтового соединения. Долото крепится к стойке посредством сварочного соединения.

Дополнительная рама крепится к основной раме культиватора КПШ-5 также с помощью сварки. Полученная конструкция упрочняется с помощью приваренных к балкам основной и дополнительной рамы с двух сторон четырёх пластин и двух угол-

ков. На основной раме культиватора установлены три плоскорез-жущие лапы, два опорных колеса и механизм навески. Полученный в результате конструкторской разработки комбинированный агрегат плоскорез-глубококорыхлитель с почвоуглубителями имеет ширину захвата 3 метра и навешивается на трактор ДТ-75М. За один проход плоскорез ПГ-3 выполняет две технологические операции: плоскорезную обработку на 8–16см и щелевание почвы на глубину до 35 см, заменяя работу плоскорезов и щелевателей. В таблице 1 представлена техническая характеристика плоскореза ПГ-3 [10, 12].

Таблица 1 – Техническая характеристика плоскореза ПГ-3

Параметры машины	Значения параметров
Ширина захвата, м	3
Габаритные размеры, м	
длина	2,3
высота	1,115
Глубина обработки, см	до 45
Производительность, га	
За час	2,1 га/час
За смену	14,8 га/см
Масса, кг	650

Выводы и рекомендации. Проект модернизации культиватора основан на доработке конструкции культиватора КПШ-5 путем присоединения сваркой к основной раме культиватора дополнительной рамы с почвоуглубителями. Эффективность плоскореза ПГ-3 была описана выше, поэтому применение такого агрегата в хозяйствах на возделывании зерновых должно принести прибыль за счет повышения урожайности [4, 7, 13].

Список литературы

1. Mechanization of milk production in the rotary milking parlor with loose cubicle technology for cow keeping / M. R. Kudrin, A. L. Shklyayev, K. L. Shklyayev [et al.] // International Scientific and Practical Conference “Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture” (FSRAABA 2021): International Scientific and Practical Conference, Tyumen, 19–20 июля 2021 г. – Tyumen: EDP Sciences, 2021. – P. 06011. – DOI 10.1051/bioconf/20213606011.
2. Взаимодействие пружинных рабочих органов тяжелых зубовых борон с почвой / А. П. Бодалев, А. Г. Иванов, А. В. Костин [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 1 (104). – С. 16–30.

3. Машины и оборудование для механизации процессов в растениеводстве и в садово-парковом хозяйстве: учебное пособие для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению «Лесное дело» и «Агроинженерия» / Б. Д. Зонов, О. П. Васильева, К. Л. Шкляев [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 104 с.
4. Результаты научно-технического творчества СКИБ на агроинженерном факультете / Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Международ. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 123–145.
5. Состояние оросительной мелиорации в Удмуртской Республике / О. П. Васильева, Л. Л. Максимов, К. Л. Шкляев [и др.] // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 164–168.
6. Стратегическое направление инновационного развития сельскохозяйственной техники / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Международ. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 224–231.
7. Шкляев, А. Л. Методика и расчет механической части роботизированной транспортной платформы / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 217–224.
8. Шкляев, А. Л. Выбор тягового электродвигателя для привода универсального транспортного модуля / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, 24–26 февр. 2021 г. – Ижевск, 2021. – Т. 3. – С. 72–77.
9. Шкляев, А. Л. Гусеничный движитель для сельскохозяйственного робота / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 383–389.
10. Шкляев, А. Л. Мобильная энергетическая платформа / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, в 3 томах, Ижевск, 04–05 декабря 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 299–305.
11. Шкляев, А. Л. Полевая сельскохозяйственная роботизированная техника / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Нац. науч.-практ. конф., с. Июльское, 20 июля 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 176–184.

12. Шкляев, А. Л. Проектирование элементов универсального сельскохозяйственного транспортного модуля в системе 3D-моделирования / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т., Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 242–247.

13. Шкляев, А. Л. Техничко-экономическая оценка использования универсального сельскохозяйственного транспортного модуля / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф., 17–19 ноября 2021 г. – Ижевск, 2022. – С. 317–323.

14. Шкляев, К. Л. Зональный почвенный анализ / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Е. А. Михеева // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию д. с.-х. н., заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника ВПО РФ, профессора В. М. Холзакова и 75-летию к. с. н., доцента А. И. Венчикова, Ижевск, 17 марта 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 50–53.

15. Шкляев, К. Л. Комплекс машин для возделывания и уборки корнеплодов / К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, Е. А. Михеева // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 311–316.

УДК 630*232.427

М. В. Якимов, А. А. Носков, Н. Н. Рогов
Удмуртский ГАУ

МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА НА ДРЕНИРОВАННЫХ ПОЧВАХ

Рассмотрены лесопосадочные машины, применяемые в лесном хозяйстве для выращивания лесопосадочного материала на дренированных почвах, такие, как МЛУ-1, МЛУ-1А, ЛМД-81, МЛК-1.

Актуальность. Россия является лидером по площади лесов. Леса занимают 809 млн га территории РФ. Лесистость составляет около 46 %. В Удмуртской Республике лесистость также составляет около 46 %. Но распределение лесов по территории неравномерное. При продвижении с севера на юг лесистость уменьшается.

В последнее время наибольшее внимание уделяется процессу восстановления лесов. Для повышения эффективности искусственного восстановления и совершенствования технологии посадки саженцев был проведен анализ посадочных машин для дренированных почв. Представлено обоснование актуальности искусственного лесовосстановления лесных ресурсов путем механизированной посадки саженцев.

В скандинавских странах, например, Финляндии, Швеции, широко применяется механизированная посадка леса с выкорчевыванием пней на лесосеках, что даёт преимущества одновременно в качестве и количестве при посадке лесных культур. В качестве базовой машины для посадки лесных культур используют экскаватор или харвестер.

Харвестер – валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина манипуляторного типа [9].

Харвестер – лесозаготовительная уборочная машина (лесной комбайн), которая валит деревья, очищает от сучьев, распиливает на сортименты, укладывает их [8].

В Удмуртской Республике лесопосадочные машины работают по совместительству с тракторами МТЗ-80 (Минский тракторный завод), МТЗ-82, ЛХТ-55А (лесохозяйственный трактор), ЛХТ-100 [2].

В Удмуртской Республике также применяют харвестеры с оборудованием Bracke Forest для подготовки почвы под создание лесных культур.

Линейка техники Bracke Forest – это оборудование для восстановления лесов: агрегаты для подготовки почвы, лесопосадочные машины, посевные агрегаты и оборудование для прореживания лесов. Все лесовосстановительное оборудование устанавливается на лесозаготовительную технику (форвардеры, харвестеры, трелевочные тракторы) или сельскохозяйственные тракторы (МТЗ).

Форвардер – транспортное средство, используемое для лесозаготовительных работ. В технологические задачи форвардеров входит сбор, подсортировка, доставка сортиментов от места заготовки до лесовозной дороги или склада [8].

С техникой Bracke Forest возможно выполнение всего цикла работ по восстановлению лесов, от подготовки почвы до высадки саженцев, силами одного оператора (одной машины).

Цель исследований: изучить основные машины для посадки саженцев древесных пород на дренированных почвах.

Задачи:

1. Проанализировать основные виды лесопосадочных машин.
2. Выявить эффективность использования данных машин в лесном хозяйстве.
3. Сделать на основе полученных данных выводы и дать рекомендации.

Материалы и методика. Материалами исследования в процессе работы послужили научные статьи, размещённые в журналах, публикации, диссертации, учебная литература, электронные ресурсы [10]. Использовались методы анализа.

Результаты исследования. Посадка саженцев на дренированных почвах является сложнейшей задачей. Чтобы ее решить, используются лесопосадочные машины с ручной или автоматической подачей посадочного материала [7].

Важнейшие задачи лесопосадочных машин:

1. Не повредить саженцы при посадке (стволик, корневая система).
2. Обеспечить заданный шаг посадки (отклонение не более 20 %).
3. Обеспечить качественное размещение корней в посадочной щели, близкое к естественным условиям.
4. Хорошо засыпать корни саженцев землёй и хорошо уплотнить почву по всей глубине.
5. Обеспечивать отклонение надземной части сеянцев не более 30°.
6. Соблюдать одинаковую глубину заделки корневых шеек посадочного материала.

Машина лесопосадочная универсальная МЛУ-1. Высота надземной части при посадке саженцев хвойных пород с использованием данной машины составляет 30–50 см, длина корневой системы до 30 см. Лесопосадочная машина используется на дренированных почвах.

Она состоит из основной рамы, сошника, посадочного аппарата, приемного столика, уплотняющих катков, сидений для сажальщиков, ящиков под посадочный материал и балласта, сигнализации (для связи тракториста с сажальщиками).

Лесопосадочная машина ЛМД-81. Лесопосадочная машина предназначена для посадки на вырубках крупномерных саженцев лиственных, а также хвойных пород (количество пней: свыше 600/га).

Она состоит из рамы, к которой крепятся основные технологические части. В передней части установлен клин, который сдвигает дернину перед сошником и сдвигает порубочные остатки. Специальный подпружинный клин обеспечивает более плавное преодоление через пни. В передней части прикреплён сошник с ножом, который подрезает пласт и рыхлит почву, а по бокам лемеха.

Машина лесопосадочная универсальная МЛУ-1А. Лесопосадочная машина отличается от МЛУ-1 высаживающим аппаратом дискового типа и комбинированным сошником. Состоит из рамы с ограждением, к которой крепятся сидения, сошник, формирующий посадочную щель, 4 ящика под посадочный материал, тележка с дисковым посадочным аппаратом, который переносит сеянцы или саженцы в посадочную щель с последующим уплотнением почвы катками цилиндрической формы.

Машина лесопосадочная для крупномера МЛК-1. Лесопосадочная машина служит для рядовой посадки саженцев на вырубках (количество пней: 500/га). При необходимости используется раскорчевка.

Особой технологической частью данной машины является привод посадочных дисков, который осуществляется при взаимодействии с почвой [1, 3, 4] (табл. 1).

Таблица 1 – Технические характеристики лесопосадочных машин

Параметры	МЛУ-1	МЛУ-1А	ЛМД-81	МЛК-1
Число высаживаемых рядов, шт.	1	1	1	1
Ширина междурядий, м	2–3	1,5–2	1–1,5	3–3,5
Глубина хода сошника, см	35	30	40	24
Сажальщик	1	2	1	1
Масса, кг	945	850	1000	1550
Трактор	ЛХТ-55А	ЛХТ-55А, ТДТ-55Л, ЛХТ-100	ЛХТ-55А, ТДТ-55Л, ЛХТ-100	ЛХТ-55А, ЛХТ-4
Габариты, м				
Ширина	2474	2300	2850	2800
Длина	1700	2050	1700	1750
Высота	2193	2300	2200	2410
Производительность	2	2–2,5	2–3	1–1,5

Во время лесопосадки механизированным способом соблюдаются требования: шаг посадки, густота, наклон посадочного материала, также наблюдается лучшая приживаемость посадочного материала. Саженцы высаживаются ровно по центру борозды, ми-

кроповышений. При механизированной посадке процесс посадки леса проходит быстрее и тем самым можно посадить деревья на большой площади в короткий период времени.

Выводы и рекомендации. Делая вывод, можно сказать, что нет универсальной машины. Для определенных условий нужна разная техника. Каждая из них постоянно модернизируется, вводятся новые технологические улучшения. Если посмотреть на характеристики машин, можно сказать, что наиболее производительными будут МЛУ-1А и МЛД-81. Поэтому для дренированных почв перспективно использовать именно их.

Список литературы

1. Албьяков, М. П. Справочник механизатора лесного хозяйства. – 2-е изд., перераб. и доп / М. П. Албьяков, Г. П. Ильин, Г. Б. Климов [и др.]. – Москва: Лесн. пром-сть. – 1977. – 296 с.
2. Винокуров, В. Н. Технология и механизация лесовосстановления в равнинных условиях: учеб. пособ. / В. Н. Винокуров, И. М. Бартенев. – Москва: МЛУ. – 1992. – 92 с.
3. Винокуров, В. Н. Машины, механизмы и оборудование лесного хозяйства: справочник / В. Н. Винокуров, В. Е. Демкин, В. Г. Маркин. – Москва: МГУЛ, 2000. – 440 с.
4. Винокуров, В. Н. Лесохозяйственные машины и их применение / В. Н. Винокуров, Г. В. Силаев. – Москва: МГУЛ. – 1999. – 235 с.
5. Технология искусственного лесовосстановления: метод. указ. / И. И. Дроздов, М. Л. Мерзленко, Г. В. Силаев [и др.]. – Москва: МГУЛ. – 1993. – 75 с.
6. Зонов, Б. Д. Комплексная механизация технологических процессов в лесном хозяйстве: учеб. пособ. / Б. Д. Зонов, Л. М. Максимов, А. А. Неустроев. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2000. – 227 с.
7. Чернов, Н. Н. Технологии механизированных лесокультурных работ: метод. указ. / Н. Н. Чернов. – Свердловск: УрЛТИ. – 1991. – 47 с.
8. Якимов, М. В. Применение многооперационных машин на заготовке древесины / М. В. Якимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 234–236.
9. Якимов, М. В. Технологические схемы разработки пасек системой машин харвестер-форвардер / М. В. Якимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА: сборник статей. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – Том 1 (6). – С. 182–185.
10. Якимов, М. В. Учет лесосечных остатков при заготовке древесины / М. В. Якимов // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, Ижевск, 17–19 ноября 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 59–62.

БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 677.14+621.798.1-037.1

**И. В. Бадретдинова, С. П. Игнатъев,
А. В. Храмешин, К. В. Анисимова**
Удмуртский ГАУ

ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ИЗ КОСТРЫ ЛЬНА

Интегрированная переработка растительного сырья относится к первостепенным направлениям использования природных ресурсов и их охраны. Цель работы – производство экологичной биоразлагаемой упаковки из костры льна в промышленных условиях. В работе представлены результаты образцов бугорчатой упаковки для яиц, полученных методом вакуумного литья с применением отходов льняного производства.

Актуальность. К наиболее перспективным направлениям использования природных ресурсов и их охраны относится развитие технологий полного замкнутого цикла с использованием всех возможных побочных продуктов, выводя их из категории «отход» в категорию «ценное сырье». Данные направления эффективно поддерживают идею бережливого производства, принося им дополнительный доход.

В Удмуртии за последние годы увеличены посевные площади льна-долгунца, в 2022 г. максимальные по стране площади – на 6,2 тыс. га. По этому показателю Удмуртия возглавила ТОП отрасли (на втором месте – Омская область, где засеяно 6 тыс. га, на третьем – Алтайский край – 3,9 тыс. га). При переработке льна за 1 год в республике скапливается до 25 тыс. тонн костры [1].

Костра льна считается крупнотоннажным вторичным ресурсом, ее объем достигает 70 % от исходного сырья. Использование костры крайне не эффективно, зачастую ее направляют в отвалы, сжигают, сбрасывают в водоемы, что наносит экологии региона ущерб, а предприятия недополучают прибыль [2–4].

Химический состав костры представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Химический состав костры льна

В своем составе костра имеет около 80 % целлюлозы, которая может быть выделены из нее. Данный продукт может найти применение в разных отраслях производства.

На сегодняшний день в России остро стоит вопрос об использовании одноразовой упаковки. К экологичным видам упаковки можно отнести упаковку из пульперкартона. Подложки для яиц и альвеолы для фруктов из пульперкартона наиболее востребованы и дешевы по отношению к пластиковым контейнерам.

Для производства такой упаковки используется макулатура типов МС-5Б (гофрированный картон, отходы его применения, а также его производные), МС-6Б (картон с нанесенной печатью или рисунком, а также отходы от его производства), МС-7Б (полиграфические изделия: книги, каталоги и брошюры, блокноты, тетради, а также другая продукция, изготавливаемая из белой бумаги, но без переплетов) ГОСТ 10700–97.

В связи с тем, что приоритетной упаковкой является упаковка из бумажного сырья, образовался дефицит сырья, что повлекло за собой повышение цен. Поэтому производители стали искать наиболее доступное и дешевое сырье. Учеными УдГАУ предложен способ производства экологичной разлагаемой биоупаковки из костры льна и бумажного сырья. Данный способ поможет решить проблемы дефицита и стоимости бумажного сырья, а также проблему утилизации костры льна.

Цель: создание промышленного образца бугорчатой упаковки для транспортирования и хранения пищевых и промышленных товаров.

Задачи: оценить качество исходного сырья; подобрать способы доработки исходного сырья; подобрать оптимальное соотношение компонентов пульпы; оценить качество полученной продукции.

Материалы и методика. Объект исследования – бугорчатая упаковка для хранения и транспортирования яиц, произведённая из макулатуры и костры льна методом вакуумного литья на производственной линии «Beston».

В исследованиях использовались методы автоматического контроля – ареометрический (поплавковый) ГОСТ 18481-81, лабораторные весы ГОСМЕТР серии ВЛТЭ-150, анализатор влажности Sartorius MA-35, соответственно. Органолептическим методом определялось состояние поверхности и внешний вид образцов упаковки. На растяжение и смятие образцы испытывались в лабораторных условиях на установке УММ-50.

Основным сырьем для производства упаковки являлось:

- макулатура типов МС-5Б (гофрированный картон, отходы его применения, а также его производные), МС-6Б (картон с нанесенной печатью или рисунком, а также отходы от его производства), МС-7Б (полиграфические изделия: книги, каталоги и брошюры, блокноты, тетради, а также другая продукция, изготавливаемая из белой бумаги, но без переплетов) ГОСТ 10700-97;
- костра льна-долгунца, измельченная до состояния древесной муки марки М-560;
- вода техническая.

Макулатуру тщательно отсортировали, инспектировали, причем макулатура типа МС-7Б не превышала 25 % от общей массы макулатуры.

Костру предварительно дорабатывали путем измельчения в молотковой дробилке до характеристик древесной муки М-560 и паллетирования (рис. 2).

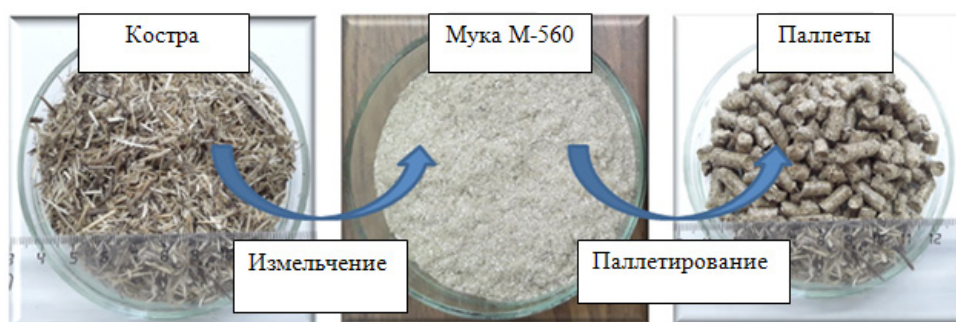


Рисунок 2 – Процесс доработки костры льна

Таким образом получили целлюлозосодержащий продукт, предназначенный для производства упаковки для пищевых продуктов.

Из костры льна, макулатуры и технической воды путем гидроразбива приготавливалась пульпа с концентрацией костробумажной смеси 2 %.

Образцы бугорчатой упаковки произведены на производственной линии вакуумного бумажного литья «Beston», в производственных условиях ООО «Ижевское предприятие «Спутник» им. Е. М. Исаенко» города Ижевска Удмуртской Республики (рис. 3).



Рисунок 3 – Оборудование вакуумного бумажного литья «Beston»

Результаты исследований. Исследование влияния соотношения макулатуры и костряной муки с технологическими и техническими возможностями линии «Beston» позволили установить оптимальный вариант сочетания технических и технологических параметров.

Известен ряд показателей, пользуясь которыми можно дать объективную оценку качества образцов бугорчатой упаковки для транспортирования и хранения яиц [5–8].

Промышленные образцы прокладки бугорчатой для яиц были изготовлены из пульпы разного состава. Состав костры изменяли от 10–90 %, по отношению к массе макулатуры. В процессе производства контролировались следующие показатели: плотность пульпы, состояние фильтров, величина вакуума в системе, скорость сушки, температура сушки, влажность и масса готовой продукции, после чего образцы подвергли лабораторным испытаниям. Результаты испытаний приведены в таблицах 1–3.

Таблица 1 – **Оптимальное соотношение компонентов**

№ п/п	Основное сырье	Количество в % по сухому веществу
1	Льняной мука М – 560	50
2	Макулатура	50
3	Вода	остальное

Таблица 2 – **Оптимальные технологические режимы**

№ п/п	Параметр	Единица измерения	Значение
1	Вязкость пульпы	кг/м ³	1250
2	Время замеса пульпы	мин	25...40
3	Время сушки	мин	14
4	Температура сушки	°С	170–200
5	Скорость сушки	м/с	0, 027
6	Вакуум	Kgt/cm ³	0,7

Таблица 3 – **Оптимальные показатели, характеризующие качество прокладки бугорчатой**

№ п/п	Параметр	Единица измерения	Значение	Примечание
1	Масса прокладки (средняя масса 10 прокладок)	грамм	60–70	ТУ 5481 – 002 -131593340 – 07 (Норма 60 – 75)
2	Масса прокладки до сушки	грамм	240	Норма (240–260 г)
3	Влажность конечная	%	8–12	Соответствует ТУ 5481 – 002 -131593340 – 07 (норма, до 12 %)
4	Брак	%	0,01	Соответствует ТУ 5481 – 002 -131593340 – 07
5	Нагрузка на смятие	кг/м ²	2838	Запас прочности 15,5
6	Нагрузка на разрыв	кг/м ²	79 ,9	Запас прочности 5

На рисунке 4 приведены образцы прокладки бугорчатой различного состава пульпы.

Наиболее качественные образцы получились при соотношении сырья 50 % макулатуры и 50 % костры. Упаковка с составом 30/70 – имеет пониженную массу, тонкие стенки. Состав 60/40 – дает нам повышенную массу и влажность, что говорит о нерациональности ее использования в логистических процессах, образцы с составом 90/10 имеют нарушение целостности [8].

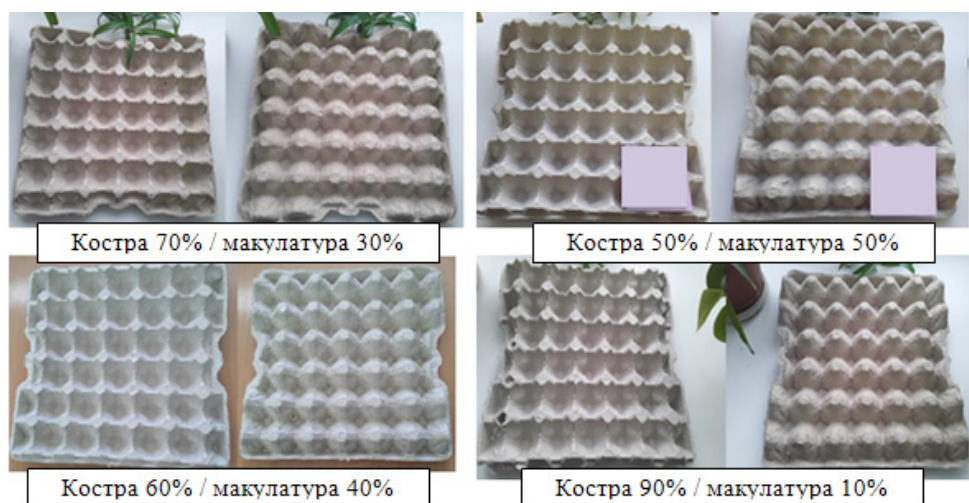


Рисунок 4 – Образцы прокладки бугорчатой для яиц с разным составом пульпы

Выводы и предложения. Соблюдая рекомендованные режимы работы оборудования, требования к исходному сырью, соотношение компонентов пульпы, возможно получить универсальную, биоразлагаемую упаковку для хранения и транспортирования пищевых и промышленных товаров. При доработке технических возможностей линии вакуумного бумажного литья «Beston» и дополнительной обработки костряной муки считаем возможным увеличить процент костры в пульпе до 90 %.

В результате проделанной работы удалось достичь поставленной цели. Нами созданы промышленные образцы бугорчатой упаковки для транспортирования и хранения пищевых и промышленных товаров из костры льна и макулатуры.

В процессе работы были решены поставленные задачи. Оценено качество исходного сырья. Подобраны наиболее приемлемые типы макулатуры, учтены особенности костры льна, предприняты меры по ее доработке – измельчение и паллетирование. Подобраны оптимальная рецептура и технологические режимы работы линии вакуумного литья «Beston». Оценены качественные характеристики полученных образцов, доказаны их свойства, доказана возможность использования по назначению.

Практическая значимость исследования заключается в использовании альтернативного источника сырья, прежде считавшегося отходом льняного производства. В результате решается две проблемы: дефицит макулатуры на рынке вторичного сырья и утилизации отходов льняного производства путем введения его в процесс производства экологичной биоразлагаемой упаковки.

В перспективе планируется добиться увеличения доли костры в пульпе до 90–100 %, предварительно подвергнув костричную муку высокотемпературной обработке при пониженном давлении. Данным способом можно производить экологичную био-разлагаемую упаковку большого потребительского спектра.

Список литературы

1. Анисимова, К. В. Гидроколлоиды семян льна: характеристика и перспективы использования в пищевых технологиях / К. В. Анисимова, Т. С. Копысова, О. А. Осколкова, И. В. Бадретдинова, И. А. Осколкова // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск. – 2021. – С. 249–252.
2. Анисимова, К. В. Разработка технологии извлечения экстракта полисахаридов семян льна для использования в производстве мороженого / К. В. Анисимова, А. Б. Спиридонов, И. В. Бадретдинова // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в 2-х т. – Ижевск. – 2022. – С. 3–6.
3. Бадретдинова, И. В. Биологические способы деструкции целлюлозного комплекса льняного волокна / И. В. Бадретдинова, Е. А. Воронцова, В. В. Касаткин, А. Б. Спиридонов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1 (65). – С. 33–38.
4. Бадретдинова, И. В. Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК / И. В. Бадретдинова, С. П. Игнатъев, К. В. Анисимова, А. А. Сергеев // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 257–263.
5. Живетин, В. В. Лен и его комплексное использование / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург, О. М. Ольшанская. – Москва: Информ-Знание, 2002. – 400 с.
6. Технология переработки продукции растениеводства / Под ред. Н. М. Личко. – Москва: Колос, 2000. – 552 с.
7. Шарафутдинов, Р. А. Экологически чистая теплоизоляция с использованием отходов льняного производства / Р. А. Шарафутдинов, И. В. Чайников, Д. А. Мякишева // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 1479–1483.
8. Kasatkina N.Yu, Substantiation of technological parameters for the production of flax pulp by alkaline cooking in the microwave field / Kasatkina N.Yu., Badret-dinova I.V., Litvinyuk A.A., Kasatkin V.V. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021" 2022. С. 012111.

Т. Б. Бусыгина, И. В. Бадретдинова, М. З. Салимзянов
Удмуртский ГАУ

ЛЬНЯНОЙ ЖМЫХ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ВОСКА

Приведены данные о химическом составе льняного семени, о ценности льняного воска, о возможности применения льняного жмыха как ценного источника для производства растительного воска. Приведена технология производства растительного льняного воска. Найдены оптимальные технологические режимы.

Актуальность. Воск – уникальный продукт, который применяется во многих отраслях производства, он бывает животного, растительного, минерального и синтетического происхождения. Наиболее востребованным и ценным является растительный воск, он химически и физически близок к пчелиному воску, но имеет более высокую температуру плавления, большую твердость при обыкновенной температуре и большую хрупкость. По внешнему виду растительный воск – желтоватый, зеленоватый, сероватый или имеет вид бурой массы, иногда обладает слабым приятным запахом; по очистке он получает белый или почти белый цвет.

Растительный воск, как и воск животный, состоит прежде всего из эфиров одноатомных жирных спиртов и жирных кислот. Также в его состав входят свободные жирные спирты и жирные кислоты. Из жирных кислот больше всего растительный воск содержит пальмитиновой кислоты. В меньшем количестве найдены стеариновая, олеиновая и миристиновая. Почти всегда растительный воск содержит небольшие количества красящих, пахучих и смолистых веществ.

В результате выработки масла из льняных семян остается жмых, даже после отжима в нем содержится большое количество полезных для организма веществ. Его просушивают и используют для приготовления муки или как отдельный продукт [1, 4]. Льняное семя – продукт, в своем составе содержащий большое количество масла. При извлечении масла из семени остается побочный продукт – жмых. Жмых содержит в своем составе остаточное количество жиров, которое может достигать 25 % [2]. Жмых может быть использован для производства комбикорма, производства косметических и лекарственных препаратов, производства растительного воска, либо же утилизируется сжиганием (рис. 1).



Рисунок 1 – Направления использования льняного жмыха

Для производства льняного масла используют только отборные семена льна, поэтому жмых в полной мере оказывает благоприятное воздействие на здоровье организма.

В нем содержатся: полноценный белок; легкоусвояемые углеводы, клетчатка; витамины (В1, В2, В3, В5, Е); протеин; пищевые волокна; лигнины; макроэлементы (калий, кальций, магний, натрий, фосфор); микроэлементы (железо, магний, цинк, медь); растительные жиры [3, 4].

Благодаря своему составу льняной жмых может быть использован для производства растительного воска.

Цель работы: получение растительного воска из льняного жмыха.

Задачи: разработать технологию производства растительного воска из льняного масла; найти оптимальные режимы производства воска.

Материалы и методика. Объектом исследования является льняное масло, полученное из жмыха.

В исследованиях использовались методы автоматического контроля – ареометрический (поплавковый) ГОСТ 18481-81, лабораторные весы ГОСМЕТР серии ВЛТЭ-150, анализатор влажности Sartorius MA 35, соответственно. Органолептическим методом определялось состояние поверхности и внешний вид образцов упаковки.

На рисунке 2 представлена технологическая схема производства воска из льняного жмыха.

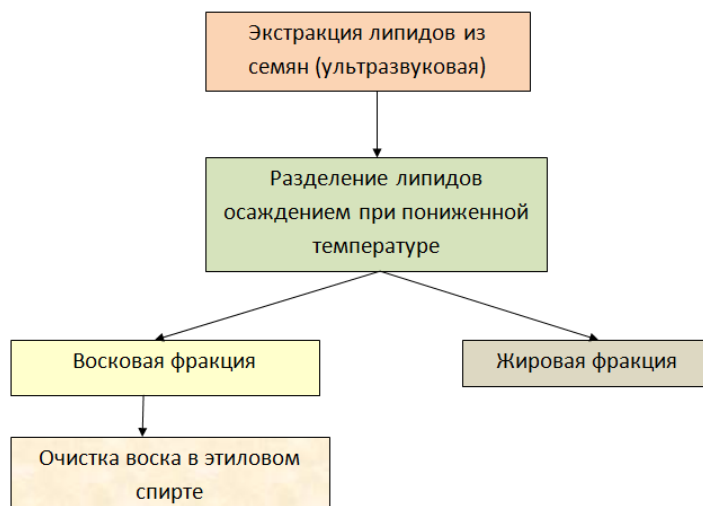


Рисунок 2 – Технологическая схема производства воска

Нами установлено, что воск можно получить из масла путем реализации следующих операций:

- Экстракция липидов из жмыха.
- Разделение липидов осаднением при пониженной температуре (4–12 °С), при этом получается две фракции: жировая и восковая.
- Очистка восковой фракции в этиловом спирте.

Результаты исследований. В процессе реализации предложенного технологического процесса удалось получить растительный льняной воск из льняного масла. В процессе лабораторных исследований удалось подобрать оптимальную температуру и время кристаллизации воска, что позволило получить максимально возможный выход воска [5–8]. Результаты получения воска представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Получение льняного воска

На рисунках 4, 5 представлены зависимость температуры кристаллизации воска в масле от времени кристаллизации и выход воска в зависимости от температуры кристаллизации.

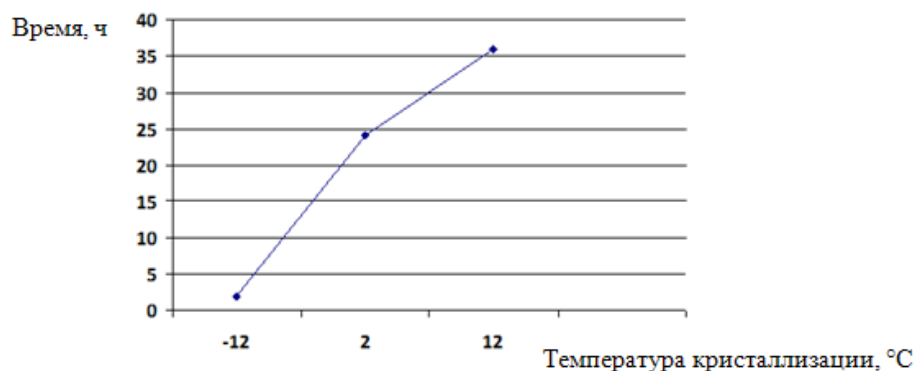


Рисунок 4 – Зависимость времени от температуры кристаллизации

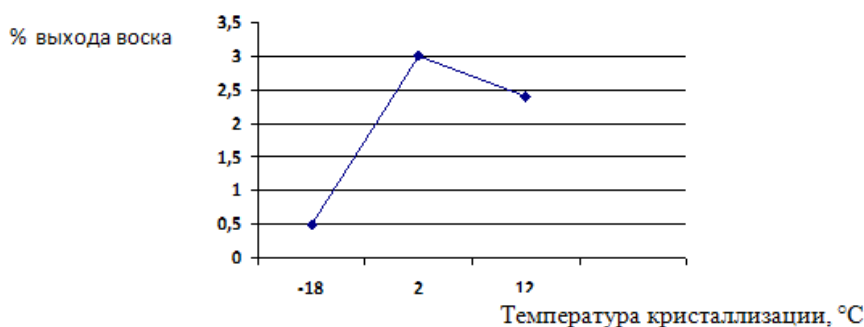


Рисунок 5 – Зависимость процента выхода от времени кристаллизации

Из графиков видно, что оптимальными режимами является температура 2 °C при времени кристаллизации 24 часа.

Выводы и предложения. В результате проделанной работы были изучены виды воска, их свойства, разработана технология получения растительного воска, найден воскодержущий компонент льняного семени. Получен лабораторный образец растительного льняного воска, определены оптимальные режимы его производства.

Список литературы

1. Гидроколлоиды семян льна: характеристика и перспективы использования в пищевых технологиях / К. В. Анисимова, Т. С. Копысова, О. А. Осколкова [и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск, – 2021. – С. 249–252.
2. Анисимова, К. В. Разработка технологии извлечения экстракта полисахаридов семян льна для использования в производстве мороженого / К. В. Аниси-

мова, А. Б. Спиридонов, И. В. Бадретдинова // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Международ. науч.-практ. конф. в 2-х т. – Ижевск, 2022. – С. 3–6.

3. Биологические способы деструкции целлюлозного комплекса льняного волокна / И. В. Бадретдинова, Е. А. Воронцова, В. В. Касаткин, А. Б. Спиридонов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1 (65). – С. 33–38.

4. Живетин, В. В. Лен и его комплексное использование / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург, О. М. Ольшанская. – Москва: Информ-Знание, 2002. – 400 с.

5. Технология переработки продукции растениеводства / Под ред. Н. М. Личко. – Москва: Колос, 2000. – 552 с.

6. Шарафутдинов, Р. А. Экологически чистая теплоизоляция с использованием отходов льняного производства / Р. А. Шарафутдинов, И. В. Чайников, Д. А. Мякишева // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 1479–1483.

7. Kasatkina N.Yu, Substantiation of technological parameters for the production of flax pulp by alkaline cooking in the microwave field / Kasatkina N.Yu., Badret-dinova I.V., Litvinyuk A.A., Kasatkin V.V. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021" 2022. С. 012111.

УДК 641.5:004.356.2-023.5

М. Д. Волков, А. Б. Спиридонов
Удмуртский ГАУ

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЫРЬЯ ПИЩЕВОГО 3D-ПРИНТЕРА

Рассматривается конструкция и принцип действия нового экструдера для пищевого 3D-принтера.

Актуальность. Один из вариантов исполнения пищевого 3D-принтера карусельный – это сложное оборудование, печатающее несколькими типами сырья. Оно находится в ёмкостях, закрепленных на центральной оси, которая вращается над столом. В соответствии с рецептом, прописанным в программе, аппарат вращается и останавливается над рабочей поверхностью нужную ёмкость

с экструдером. Также эти ёмкости могут располагаться не только на оси, но и рядом с принтером. В этом случае сырьё будет подаваться через трубку.

Целью работы является создание устройства, в котором находится сырьё для пищевого 3D-принтера.

Задачи:

- изучить устройство ёмкости для экструдера пищевого 3D-принтера;
- спроектировать ёмкость для экструдера пищевого 3D-принтера;
- подобрать материалы для изготовления.

Материалы и методы. В результате научных изысканий разработан пищевой 3D-принтер на базе обычного 3D-принтера Creality CR-10. Проведена проверка работоспособности и испытания по изготовлению пищевой продукции – блинов [1–5]. Пищевой принтер и готовые изделия представлены на рисунке 1.

Для проектирования схем используется программа КОМПАС 3DV19.



Рисунок 1 – Разработанный пищевой 3D-принтер и произведённые на нём блины

Результаты исследований. В разработанном пищевой 3D-принтере для подачи теста из экструдера-шприца используется пневматический насос [3, 5]. Было принято решение оставить систему подачи теста, но изменить сам экструдер. Теперь сжатый воздух подаётся не в шприц, из которого затем выдавливается тесто, а в пластиковый контейнер, в который оно [тесто] загружается. А затем по трубке подаётся на жарочную поверхность. Данный механизм уменьшает время и частоту загрузки сырья в сравнении с текущим экструдером-шприцом. Также ввиду большего объёма ёмкости, в отличие от шприца, можно увеличить размер готовых изделий.

В качестве ёмкости взят пластиковый контейнер для пицци с герметичной крышкой. Для обеспечения подачи теста и сжатого воздуха в контейнер – пластиковые штуцеры, для герметичности – резиновые кольца-уплотнители, а для монтажа – пластиковые шайбы и гайки. Все материалы показаны на рисунке 2.



Рисунок 2 – Материалы для изготовления устройства для хранения сырья пищевого 3D-принтера (пластиковый контейнер, штуцер, гайка, шайбы, резиновые кольца-уплотнители)

Схема устройства и схема монтажа штуцеров показаны на рисунках 3 и 4.

Чтобы использовать весь объём теста и защитить пневматический насос от переливания теста при загрузке в контейнер, устройство располагается под углом на пластиковой подставке.

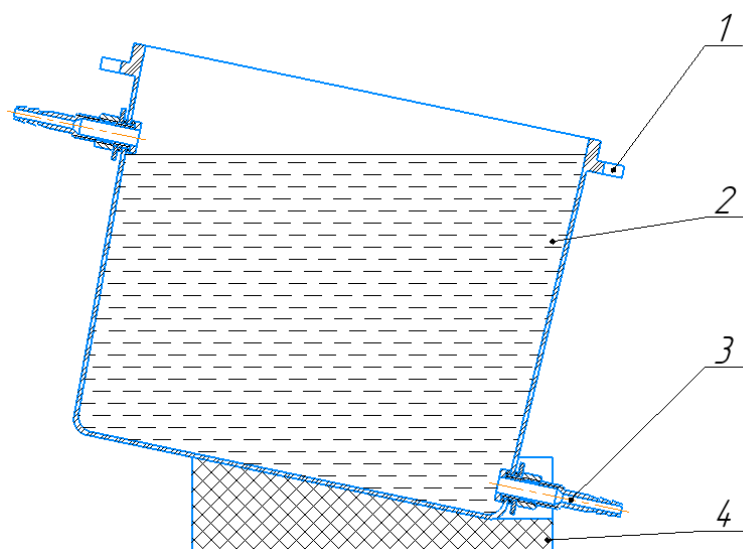


Рисунок 3 – Схема устройства для хранения сырья в разрезе, крышка не показана:

1 – пластиковый контейнер, 2 – тесто, 3 – установленный штуцер, 4 – пластиковая подставка

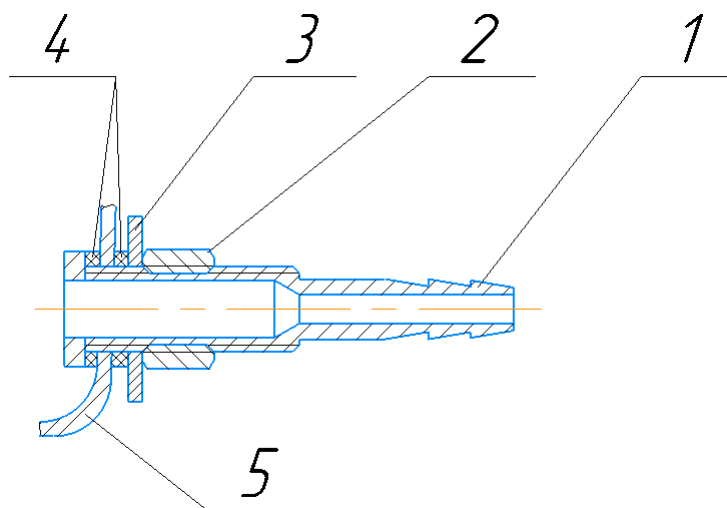


Рисунок 4 – Схема монтажа штуцера в разрезе:

1 – штуцер, 2 – гайка, 3 – шайба, 4 – резиновый уплотнитель, 5 – контейнер

У пластиковых штуцеров за ненадобностью удалена часть возле установленной в них шайбы. Эти шайбы прижимают к контейнеру уплотнитель с одной стороны, а гайки и пластиковые шайбы – с другой. Вместимость контейнера составляет 0,7 литра (из которых будет использоваться 0,5–0,6), а вместимость текущего шприца – 20 мл.

Вывод. В результате работы спроектировано устройство для хранения сырья пищевого 3D-принтера, позволяющее уменьшить время и частоту загрузки сырья в сравнении с текущим экструдером-шприцом, а также увеличить размер готовых изделий.

Список литературы

1. Спиридонов, А. Б. Пищевые 3D-принтеры / А. Б. Спиридонов, Т. С. Копысова, М. Д. Волков // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 173–181.
2. Спиридонов, А. Б. Разработка алгоритма управления пищевым 3D-принтером / А. Б. Спиридонов, М. Д. Волков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – 2022. – № 1 (14). – С. 1088–1092.
3. Спиридонов, А. Б. Разработка аппаратного модуля для управления пищевым 3D-принтером / А. Б. Спиридонов, М. Д. Волков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – 2022. – № 1 (14). – С. 1092–1096.
4. Спиридонов, А. Б. Разработка конструкции пищевого 3D-принтера / А. Б. Спиридонов, М. Д. Волков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – 2021. – № 1 (12). – С. 1646–1651.
5. Спиридонов, А. Б. Разработка конструкции экструдера пищевого 3D-принтера / А. Б. Спиридонов, М. Д. Волков // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – 2021. – № 2 (13). – С. 501–505.
6. Спиридонов, А. Б. Цифровая индустрия питания / А. Б. Спиридонов, М. Д. Волков, Т. С. Копысова // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 214–218.

УДК 664+613.2 (470.51)

Н. Г. Главатских
Удмуртский ГАУ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПРОДУКТАМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Проведен анализ продукции функционального назначения, производимой на территории УР и разрабатываемой на кафедре пищевой инженерии и биотехносферной безопасности. Описана экспериментальная разработка нового продукта функционального назначения «Котлеты с добавлением кабачка и листового салата».

Актуальность. Образ жизни современного человека накладывает отпечаток на его здоровье. Быстрый ритм, задаваемый в социуме, влечет за собой ускорение жизненного цикла и отдельно взятого человека. Неправильное питание – «на ходу», фаст-фудом, полуфабрикатами высокой степени готовности является причиной

множества болезней современности, таких, как ожирение, дистрофия, атеросклероз, артериальная гипертензия, сахарный диабет, пищевые аллергии и многие другие. Часто формирование нездорового аппетита может быть вызвано нехваткой различных нутриентов. Обогащение пищевого рациона продуктами функционального назначения может значительно улучшить состояние здоровья населения страны в целом и Удмуртской Республики в частности [10, 13].

Целью работы является оптимизация питания населения Удмуртской Республики продуктами функционального назначения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Анализ рынка продуктов функционального назначения.
2. Оптимизация пищевого рациона населения Удмуртской Республики продуктами функционального назначения.

Материалы и методы. Анализ рынка функционального назначения проводился по методикам, предложенным Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [7, 12]. В качестве предмета исследования были выбраны функциональные продукты, производимые на территории Удмуртской Республики, и разработки новых продуктов питания функционального назначения. Анализ качества разработки проводился согласно ГОСТ Р 53104-2008 [4].

Результаты исследования. В соответствии с нормативной документацией [ГОСТ Р 52349-2005, ГОСТ Р 54059-2010, ГОСТ Р 55577-2013] функциональным являются пищевые продукты, предназначенные для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющие и улучшающие здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов. В этом качестве выступают вещества, обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на физиологические функции, процессы обмена веществ при регулярном употреблении в количестве от 10 % до 50 % от суточной нормы потребления [3, 5, 6].

Анализ рынка продуктов функционального назначения на территории Удмуртской Республики показал крайне скудный ассортимент.

1. Витаминизированные продукты представлены, главным образом, продукцией молочной и соковой, в основном для детского питания. Среди продуктов, производимых на территории Уд-

муртии, можно выделить следующие: витаминизированное молоко и молочные коктейли (ОАО «МИЛКОМ»).

2. Минеральные вещества – сывороточные напитки «Fitness» (ОАО «МИЛКОМ»).

3. Балластные вещества – хлеб и хлебобулочные изделия с отрубями. Практически у всех производителей УР (19 крупных хлебозаводов и пекарен) имеется продукция с добавлением отрубей или цельнозерновых изделий.

4. Протеиновые – колбасные изделия. У всех 55 производителей колбасной продукции имеются изделия с добавлением соевых продуктов и/или молочно-белковых концентратов.

5. Полиненасыщенные (докозангексаеновая и эйкозапентаеновая) – не обнаружены среди продуктов, производимых на территории УР.

6. Биологически активные вещества – не обнаружены среди продуктов, производимых на территории УР.

7. Пробиотики – молочные биопродукты – биоюгурт, биокефир (ОАО «МИЛКОМ», «Катарсис», ООО «Молочная речка»).

8. Продукты с удалением или модернизацией отдельных компонентов – соевый сыр «Тофу» (ООО «ВеганЛайф»).

Оптимизировать рацион питания населения можно за счет внедрения в производство продуктов массового питания, обогащенных дополнительными компонентами, не используемыми пока производителями УР.

На базе УдГАУ на кафедре «Пищевая инженерия и биотехносферная безопасность» были проведены исследования по разработке функциональных продуктов: функциональное мороженое с гидроколлоидами семян льна, напитки из растительного сырья, кексы с частичной заменой пшеничной муки на гречневую, молоко из растительного сырья (орехи кешью), кисломолочные напитки с добавлением амарантовой муки и облепихи с медом [1, 2, 8, 9, 11].

Наблюдаемый в последнее время дефицит белка и клетчатки в рационе жителей Удмуртии и Российской Федерации заставляет ученых направить свои исследования в область разработки мясных полуфабрикатов, выполняющих дополнительную функциональную нагрузку – обогащение компонентами, не свойственными данному продукту – углеводная составляющая – клетчатка и витаминно-минеральный компонент. Таким образом, потребляя белковый продукт, человек будет получать и клетчатку, и витамины, и минеральные вещества.

Обогащение мясных полуфабрикатов чаще всего воспринимается населением как экономия производителем на сырье. Отчасти этот факт присутствует: использование белковых гидролизатов и соевых продуктов позволяет снизить процентное содержание мышечного волокна в колбасах и даже в рубленых полуфабрикатах. Однако ввиду однотипности минеральных компонентов и витаминов в исходном мясном сырье мясная продукция нуждается в обогащении. Предлагается в разработке полуфабрикат «Котлеты с кабачком и листовым салатом», в которых также была произведена замена пшеничной муки, содержащей глютен, на овсяную муку. Пищевая и биологическая ценность вносимых компонентов представлены в таблице 1 [14].

Таблица 1 – Пищевая и биологическая ценность вносимых компонентов

Вносимый компонент	Кабачок	Листовой салат (смесь сортов)	Овсяные хлопья (мука)
Пищевая ценность			
Калорийность	24 кКал	16 ккал	352 кКал
Белки	0.6 г	1.5 г	12.3 г
Жиры	0.3 г	0.2 г	6.2 г
Углеводы	4.6 г	2 г	61.8 г
Органические кислоты	0.1 г	-	6 г
Пищевые волокна	1 г	1.2 г	12 г
Вода	93 г	94 г	12.3 г
Витамины и минералы			
Витамин А, РЭ	5 мкг	292 мкг	5 мкг
бета Каротин	0.03 мг	1.75 мг	0.03 мг
Витамин В ₁ , тиамин	0.03 мг	0.03 мг	0.03 мг
Витамин В ₂ , рибофлавин	0.03 мг	0.08 мг	0.03 мг
Витамин В ₄ , холин	9.5 мг	13.4 мг	9.5 мг
Витамин В ₅ , пантотеновая	0.1 мг	0.1 мг	0.1 мг
Витамин В ₆ , пиридоксин	0.11 мг	0.2 мг	0.11 мг
Витамин В ₉ , фолаты	14 мкг	48 мкг	14 мкг
Витамин С, аскорбиновая	15 мг	15 мг	15 мг
Витамин Е, токоферол	0.1 мг	0.7 мг	0.1 мг
Витамин Н, биотин	0.4 мкг	0.7 мкг	0.4 мкг
Витамин К, филлохинон	4.3 мкг	173.6 мкг	4.3 мкг
Витамин РР	0.7 мг	0.9 мг	0.7 мг
Калий, К	238 мг	220 мг	238 мг
Кальций, Са	15 мг	77 мг	15 мг
Магний, Mg	30 мг	40 мг	30 мг
Натрий, Na	9 мг	8 мг	9 мг
Сера, S	2 мг	16 мг	2 мг
Фосфор, P	12 мг	34 мг	12 мг
Хлор, Cl	72.1 мкг	50 мг	72.1 мкг

Вносимый компонент	Кабачок	Листовой салат (смесь сортов)	Овсяные хлопья (мука)
Калий, К	19.2 мкг	220 мг	19.2 мкг
Бор, В	6.2 мкг	85 мкг	6.2 мкг
Ванадий, V	0.4 мг	170 мкг	0.4 мг
Железо, Fe	0.02 мкг	0.6 мг	0.02 мкг
Йод, I	1.1 мкг	8 мкг	1.1 мкг
Кобальт, Co	0.114 мг	4 мкг	0.114 мг
Марганец, Mn	46 мкг	0.3 мг	46 мкг
Медь, Cu	2.6 мкг	120 мкг	2.6 мкг
Молибден, Mo	1.1 мкг	9 мкг	1.1 мкг
Селен, Se	22.2 мкг	0.6 мкг	22.2 мкг
Фтор, F	0.2 мкг	28 мкг	0.2 мкг
Хром, Cr	4.4 мкг	3 мкг	4.4 мкг
Цинк, Zn	0.9 мкг	0.27 мг	0.9 мкг

Для витаминизации и минерализации белково-жирового продукта были добавлены растительные компоненты – кабачок и листовой салат (смесь сортов) в равном соотношении. Такой выбор был сделан по соотношению доступности сырья (произрастают в изобилии на территории Удмуртии) и его химическому составу (достаточно богаты витаминами и минералами). Растительный белок глютен вызывает заболевание примерно у 10 % населения, вызывая проблемы с усвоением других пищевых компонентов.

Проведены расчеты пищевой ценности мясных рубленых изделий, мясных полуфабрикатов с растительным компонентом. Рецептурный состав котлет приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Рецептурный состав котлет с кабачком и листовым салатом

Сырье	Контроль, г	Опыт, г
Мясной фарш (свинина/говядина = 50/50)	74	68
Хлеб пшеничный	18	0
Овсяные хлопья (мука)	0	28
Вода для замачивания хлеба	24	0
Соль	2	2
Сухари	10	0
Кабачок	0	15
Листовой салат	0	15

Органолептическое определение качества продукции проводилось по 7 показателям, с максимальной оценкой 5 баллов по каждому показателю. В дегустации принимали участие люди

Дополнительно следует отметить:

1. Продолжительность приготовления (по 5 мин. с каждой стороны) и температурный режим (180 °С) были одинаковыми, однако котлета по традиционной рецептуре оказалась слегка не доготовленной, и ее пришлось еще доготовить в СВЧ-печи. При этом толщина изделий была одинаковой.

2. Ребенок (9 лет) отдал предпочтение традиционной котлете, в то время как взрослые женщины, в общем, предпочли опытный образец. Взрослые мужчины не сошлись во мнении.

3. Необходимо проводить дополнительные исследования по оптимизации состава и экономического обоснования разработки.

Выводы и рекомендации. При проведении анализа вырабатываемых полуфабрикатов были обнаружены «пробелы» в группах продуктов, несущих функциональную нагрузку.

Оптимизация пищевого рациона населения Удмуртской Республики продуктами функционального назначения посредством разработки нового мясного полуфабриката функционального назначения – «Котлеты с добавлением растительного сырья». Этот продукт может пользоваться спросом у различных групп граждан. Необходимо проводить дополнительные исследования по оптимизации состава и экономического обоснования разработки.

Список литературы

1. Аймалеева, Е. И. Изучение влияния муки амаранта на кисломолочный продукт / Е. И. Аймалеева, О. А. Осколкова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 618–621.

2. Главатских, Н. Г. Молоко из кешью / Н. Г. Главатских, Е. А. Ошуркова // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: мат-лы Нац. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию работы кафедры ЭРМ АИФ, 90-летию д.х.н., проф., заслуж. деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. техн. наук, проф., заслуж. раб. сельского хоз-ва УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова, – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 291–295.

3. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – Москва: Стандартинформ, 2005, Стандартинформ, 2006, Стандартинформ. 2008.

4. ГОСТ Р 53104-2008. Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. – Москва: Стандартинформ, 2009.

5. ГОСТ Р 54059-2010 Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. – Москва: Стандартинформ, 2012, Переиздание, 2019.
6. ГОСТ Р 55577-2013 Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. – Москва: Стандартинформ, 2013, Изменен, 2017.
7. МР 2.3.7.0168-20 Оценка качества пищевой продукции и оценка доступа населения к отечественной пищевой продукции, способствующей устранению дефицита макро- и микронутриентов. Методические рекомендации. – Москва: Стандартинформ, 2022.
8. Определение способа производства и купажирования напитков из растительного сырья / А. Б. Спиридонов, К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию заслуж. работника сельск. хоз-ва РФ, почет. раб. ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, д. с.-х. н., проф. Любимова Александра Ивановича. В 2-х т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 208–213.
9. Осколкова, О. А. Физико-химический анализ функционального мороженого / О. А. Осколкова, К. В. Анисимова // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки : материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 212–215.
10. Питание человека в настоящем и будущем / Н. Г. Главатских, А. Б. Спиридонов, О. Б. Поробова [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 160–168.
11. Поробова, О. Б. Исследование совместимости йогурта, облепихи и меда. Выявление их полезных свойств / О. Б. Поробова, Я. В. Сурнина // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 221–223.
12. Постановление Правительства РФ от 22 ноября 2000 г. N 883 "Об организации и проведении мониторинга качества, безопасности пищевых продуктов и здоровья населения". С изменениями и дополнениями от 26 октября 2019 г.
13. Фундаментальные экологические аспекты формирования вектора развития индустрии питания / Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова, Т. А. Милохова, Н. В. Кравченко // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 353–359.

14. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. – Москва: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

УДК 665.3.061.3.084.8

**С. Б. Ильиных, К. В. Анисимова,
И. В. Бадретдинова, Т. С. Копысова**
Удмуртский ГАУ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЭКСТРАКТА СЕМЯН ЛЬНА

Представлены результаты экспериментальных исследований ультразвуковой экстракции семян льна. Построены графики зависимости вязкости от времени ультразвукового воздействия.

Актуальность. Разработка технологий и оборудования для производства функциональных продуктов является важным и актуальным направлением научных исследований.

Для пищевой промышленности водорастворимые полисахариды растительных слизей представляют интерес в качестве технологических пищевых добавок типа гидроколлоидов. Полисахариды слизи семян льна как растворимые пищевые волокна являются физиологически необходимым компонентом пищи. Данный факт позволяет их рассматривать как технологическую добавку и как биологически ценный ингредиент [1, 2].

Цель: исследование зависимости вязкости растворов полисахаридов семян льна от времени ультразвуковой обработки.

Задачи:

1. Определить интенсивность ультразвукового воздействия на объект исследования.
2. Провести измерения вязкости растворов для определения рациональных условий проведения опыта.

Материалы и методика. Объектом исследования являлась вязкость растворов полисахаридов семян льна. Ультразвуковая обработка семян льна проводилась с помощью ультразвуковой ванны KAISI 105 (рис. 1). В период проведения экспериментов время

ультразвукового воздействия изменялось от 5 до 20 мин. Измерение вязкости полученного раствора осуществляли с помощью вискозиметра ВПЖ-4.

Результаты исследований. До экстракции сырье не подвергалось предварительной обработке. Ультразвуковое воздействие на твердое растительное сырье (семена льна) проводилось с интенсивностью $274\div 276$ Вт/см² в течение 5–20 минут [4]. При использовании меньших интенсивностей ультразвукового воздействия увеличивается время экстракции, а увеличение интенсивности ведет к деструкции выделяемых полисахаридов.

Ультразвуковой генератор настраивается по интенсивности воздействия, навеска растительного сырья (5 грамм) насыпается в ванну и заливается 50 миллилитрами дистиллированной воды, после чего проводится обработка сырья (рис. 2).

Во время ультразвуковой обработки среда нагревается до 27–32 °С (в зависимости от мощности ультразвука и продолжительности воздействия), что не ведет к инактивации полисахаридов [5, 6]. После завершения обработки раствор отфильтровывали для удаления семян льна.



Рисунок 1 – Ультразвуковая ванна



Рисунок 2 – Экстракт семян льна

Затем проводилось измерение вязкости полученного раствора с помощью вискозиметра ВПЖ 4 (рис. 3) для определения рациональных условий проведения опыта [3]. Вискозиметр ВПЖ-4 применяется для измерения кинематической вязкости прозрачных жидкостей при положительных температурах. Вискозиметр ВПЖ-4 имеет форму U-образной емкости, в колено которой встроены капилляр. Принцип действия устройства базируется на определении времени, за которое установленный объем жидкости истечет из измерительного резервуара через отверстие капилляра.



Рисунок 3 – Измерение вязкости экстракта на ВПЖ-4

Когда время истечения подсчитано, пользуются следующей формулой:

$$V = t \times K,$$

где V – вязкость, $\text{мм}^2/\text{с}$;

t – время стекания жидкости, с;

K – номинальное значение постоянной для данного вискозиметра, $\text{мм}^2/\text{с}^2$.

Вязкость измеряли после 5, 10, 15 и 20 минут УЗ-воздействия.

Результаты расчета зависимости вязкости от времени ультразвукового воздействия представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет зависимости вязкости от времени УЗ-воздействия

Номер опыта	Время, с	Вязкость, мм ² /с
1	300	3,35
2	600	4,71
3	900	8,69
4	1200	5,19

Зависимость вязкости растворов полисахаридов семян льна от времени УЗ-обработки показана на графике (рис. 4).

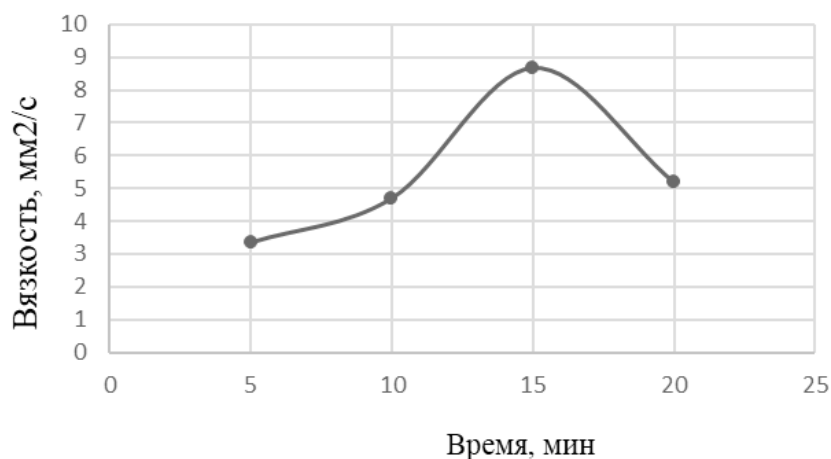


Рисунок 4 – График зависимости вязкости от времени УЗ-воздействия

Выводы и рекомендации. Исследования показывают, что ультразвуковое воздействие в течение 15 минут является рациональным для получения максимального выхода пектиновых веществ. Уменьшение времени не позволяет достигнуть желаемого выхода продукта, а увеличение времени ультразвуковой обработки приводит к разрушению полисахаридных цепей вследствие длительного воздействия ультразвука.

Список литературы

1. Анисимова, К. В. Изучение методов получения полисахаридных продуктов из семян льна / К. В. Анисимова, О. А. Осколкова, И. А. Осколкова // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 24–26 февр. 2021 г. Том III. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 129–133.
2. Анисимова, К. В. Разработка технологии извлечения экстракта полисахаридов семян льна для использования в производстве мороженого / К. В. Анисимова, А. Б. Спиридонов, И. В. Бадретдинова // Научные разработки и инновации

в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Международ. науч.-практ. конф. В 2-х т. Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. Том I. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 3–6.

3. Воздействие СВЧ-излучения на получение экстрактов из растительного сырья / Т. С. Копысова, А. Б. Спиридонов, К. В. Анисимова, С. В. Владимиров // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2 (62). – С. 62–70. – DOI 10.48012/1817-5457_2020_2_62.

4. Математическое моделирование плотности ультразвукового излучения в процессе производства льняной тресты / И. В. Бадретдинова, С. П. Игнатъев, К. В. Анисимова, А. А. Сергеев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией, Ижевск, 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск, 2021. – С. 257–263.

5. Осколкова, О. А. Физико-химический анализ функционального мороженого / О. А. Осколкова, К. В. Анисимова // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, Ижевск, 17–19 ноября 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 212–215.

6. Структурирующие добавки из семян льна / К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова [и др.] // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 9–13.

УДК 664.951.037.5

Т. В. Колесникова, Р. Р. Шакиров, К. В. Анисимова
Удмуртский ГАУ

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ШОКОВОЙ ЗАМОРОЗКИ ГОРБУШИ

Проанализирован способ шоковой заморозки рыбы с интенсификацией процесса ультразвуковыми волнами. Представлена таблица с результатами замораживания.

Актуальность. Замороженные продукты особенно в период пандемии стали незаменимыми. Их продажи в марте прошлого года выросли на 94 %, а в апреле – на 35 %. Многие исследования показали, что люди покупают гораздо больше заморожен-

ной продукции, так как для таких продуктов существенно увеличивается срок хранения, и при отсутствии времени на приготовление пищи замороженные полуфабрикаты являются альтернативой готовым блюдам [1].

Цель: интенсификация процесса шоковой заморозки ультразвуковыми колебаниями.

Задачи:

1. Оценить теоретически возможность интенсификации шоковой заморозки на предприятиях общественного питания за счет добавления ультразвука.

2. Провести сравнительный анализ шоковой заморозки рыбы с ультразвуком и без него.

3. Сделать таблицу сравнения двух способов шоковой заморозки.

Методы исследования. Для проведения исследования были использованы: рыба (горбуша), аппарат шоковой заморозки, секундомер, весы настольные и термометр (ДТП014), ультразвуковой излучатель (SG-18 28kHz 900W).

Продукт охлаждался, далее подвергался замораживанию в аппарате шоковой заморозки до $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Контроль температуры осуществлялся термометром (ДТП014), секундомером регистрировалось время замораживания.

Результаты исследований. Замораживание – это процесс образования ледяных кристаллов, так как они по размеру больше клеток самого продукта. Это приводит к повреждению пищевых волокон. При восстановлении продукт утрачивает 20 % своей массы, а при длительном хранении ухудшаются его внешние и вкусовые качества [2].

Шоковая заморозка с ультразвуком позволяет избежать данного эффекта. Кристаллы льда, образовавшиеся при данном способе заморозки, очень малы, также они располагаются таким образом, что не способны соединиться между собой на протяжении всего срока хранения. После регенерации продукты теряют максимум 2 % влаги от своего веса [4]. Структура замороженного продукта, его вид и вкус практически не отличаются от свежего [8].

Ультразвуковые колебания создают по всей поверхности продукта кавитационные пузырьки, это способствует более равномерному появлению льда и фрагментации больших кристаллов в более мелкие, тем самым ускоряет конвективный теплообмен в охлаждающей среде и ускоряет процесс замораживания.

Перед тем, как провести опыт, продукт охлаждается до 5 °С, далее отправляется в камеру шоковой заморозки, где осуществляется его замораживание до -18 °С [3]. При 0 °С включается ультразвук на 30 секунд, затем отключается, и так повторяется до тех пор, пока температура в толще продукта не достигнет -5 °С [5].

Таблица 1 – Сравнительный анализ опытов

Заморозка без ультразвука		Заморозка с ультразвуком	
t°	t	t°	t
11	0:00	11	0:00
10	0:07	10	0:09
9	0:18	9	0:16
8	0:25	8	0:21
7	0:33	7	0:26
6	0:42	6	0:30
5	0:53	5	0:35
4	1:03	4	0:41
3	1:14	3	0:47
2	1:23	2	0:51
1	1:35	1	0:59
0	1:50	0	1:05
-0	2:04	-0	1:15
-1	2:17	-1	1:26
-2	2:36	-2	1:35
-3	2:57	-3	1:46
-4	3:28	-4	2:01
-5	4:34	-5	2:26
-6	6:38	-6	3:23
-7	8:16	-7	4:56
-8	9:10	-8	6:17
-9	9:47	-9	7:11
-10	10:19	-10	7:54
-11	10:36	-11	8:29
-12	10:57	-12	8:58
-13	11:19	-13	9:20
-14	11:45	-14	9:38
-15	12:10	-15	9:58
-16	12:23	-16	10:17
-17	12:51	-17	10:38
-18	13:09	-18	11:02

Под влиянием ультразвуковых колебаний на этапе формирования зародышей кристаллов льда образуются нанокристаллы, они без острых граней, имеют округлую форму. Вода связанная остается, она не сепарируется при замораживании продукта и также не уносит с собой полезные вещества.

После регенерации продукты теряют максимум 2 % влаги от своего веса. Структура замороженного продукта, его вид и вкус практически не отличаются от свежего.

Преимущества ультразвуковых колебаний в шоковой заморозке:

- отсутствие льда на продукте;
- длительный срок хранения замороженной продукции;
- полная безопасность;
- высокое качество с сохраненной структурой продукта.

Выводы. Ультразвуковые колебания эффективно влияют на шоковую заморозку продуктов. Скорость замораживания ускоряется, качество продукции сохраняется [7].

Список литературы

1. Анисимова, К. В. Анализ результатов исследования замораживания клубники / К. В. Анисимова, Л. Р. Рахматуллина // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 253–257.
2. Анисимова, К. В. Анализ кинетики замораживания апельсина / К. В. Анисимова, А. Ф. Ипатова // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ, профессора В. М. Холзакова и 75-летию канд. с.-х. наук, доцента А. И. Венчикова. – Ижевск, 2022. – С. 147–151.
3. Анисимова, К. В. Установка для быстрого замораживания пищевых продуктов / К. В. Анисимова, А. Б. Анисимов, О. Б. Поробова // Роль филиала кафедры на производстве в инновационном развитии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2014. – С. 18–20.
4. Анисимова, К. В. Замораживание пищевых продуктов с использованием ультразвука / К. В. Анисимова, Л. Р. Рахматуллина // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра хим. наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. тех. наук, профессора, засл.

раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – С. 249–251.

5. Исследование способов мгновенного замораживания / К. В. Анисимова, О. Б. Поробова, А. Б. Спиридонов [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 2 (50). – С. 1–9.

6. Касаткина, Н. Ю. Роль предприятий общественного питания в области здорового питания населения России / Н. Ю. Касаткина, В. В. Касаткин // Инновации в создании и управлении бизнесом: материалы VIII Междунар. науч. конф. преподавателей, сотрудников и аспирантов, 2016. – Москва, 2016. – С. 41–48.

7. Обзор производителей замороженной продукции на рынке Удмуртской Республики / А. Ф. Ипатова, К. В. Анисимова, В. Г. Корнийчук, И. А. Осколкова // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 372–376.

8. Экспериментальные исследования криогенного замораживания клубники / К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова [и др.] // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 14–17.

УДК 637.358

Т. Н. Сухарева

Мичуринский ГАУ

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЛАВЛЕНОГО ПРОДУКТА С СЫРОМ «ГРИБНОЙ» 50,0 % ЖИРНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «ОРБИТА»

Представлена методика модернизированной рецептуры плавленого продукта с сыром.

Актуальность. Современные тенденции совершенствования ассортимента плавленого продукта с сыром направлены на создание сбалансированной по пищевой и биологической ценности продукции функциональной направленности с увеличенными сроками годности. Технологические схемы таких продуктов предусматривают полное и комплексное использование сырья, увеличение выхода готового продукта, снижение энергозатрат и обеспе-

чение экологической чистоты как продукта, так и окружающей среды [1–7].

Цель: разработка рецептуры и технологии производства плавленого продукта с сыром «Грибной» 50,0 % жирности с использованием молочной сыворотки на предприятии ОАО «Орбита», г. Тамбов.

Задачи: установить подходящую дозировку молочной сыворотки и обосновать способ её внесения; создать рецептуру и технологию плавленого продукта с сыром «Грибной» 50,0 % жирности с использованием молочной сыворотки.

Материалы и методика. Для производства плавленого продукта используются сыры сычужные полутвердые по ГОСТ Р 52972-2008; сыры нежирные для плавления по ТУ 9224-107-04610209; масло сливочное «Подсырное» по ТУ 9221-112-04610209; заменитель молочного жира по ГОСТ Р 53796-2010; сыворотка молочная сухая по ТУ 9223-123-04610209; пахта сухая по ТУ 9223-116-04610209; крахмал пшеничный по действующим документам изготовителей; мука пшеничная по ГОСТ Р 52189-2003; сметана по ГОСТ Р 52092; кислота сорбиновая (Е 200) по ТУ 6-22-5800146-358, ТУ 6-14-22-208; соль поваренная пищевая по ГОСТ Р 51574-2018; шампиньоны свежие по ТУ 9735-002-55941439 или другим действующим документам изготовителей; фосфатная добавка (Фонакон) (Е 452) по ТУ 113-25-65-07; перец черный по ГОСТ 14260-89; сыворотка молочная ГОСТ 34452-2017. Во время составления смеси все компоненты вносят в котел и воду полностью заменяют на молочную сыворотку.

Плавление подготовленной смеси проводят в специальных закрытых аппаратах с паровой рубашкой и механической мешалкой. Нагрев массы ведут постепенно пуском пара в межстенное пространство котла при давлении от 1,5 до 2 атм. ($1,47 \cdot 10^5 \dots 1,96 \cdot 10^5$ Па). Температура плавления сырной смеси колеблется от 85 °С до 90 °С. Продолжительность плавления (при нагревании через стенку) до температуры 85 °С должна составлять не более 20 мин.

Далее расплавленную массу в горячем состоянии направляют на фасовочно-упаковочный автомат. Фасованный плавленый продукт сразу же охлаждают в специальных охлаждаемых помещениях на стеллажах или тележках при температуре воздуха от плюс 6 °С до минус 4 °С. Длительность охлаждения составляет от 30 мин. до 12–16 ч. и зависит от способа охлаждения.

Результаты исследований. Дефицит полезных пищевых веществ и биологически активных компонентов в рационе современного человека, который неизбежен при традиционном питании, негативно отражается на состоянии его здоровья и физической активности. Производство физиологически функциональных продуктов питания, содержащих ингредиенты, полезные для здоровья человека, – направление, которому сегодня производители уделяют все большее внимание. К функциональным продуктам можно отнести и плавленый сыр.

Рецептура плавленого продукта с сыром «Грибной» 50,0 % жирности с использованием молочной сыворотки представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Рецепт плавленого продукта с сыром «Грибной» 50,0 % жирности с использованием молочной сыворотки в расчете на 1 т продукта (без учета допустимых потерь)

№	Наименование сырья	Количество кг на 1 т
1	Сыры для плавления с массовой долей сухих веществ 56,0 % жира в сухом веществе 45,0 %	191,6
2	Заменитель молочного жира с массовой долей сухих веществ 99,95 %, жира 99,9 %	150,4
3	Грибы свежие шампиньоны	50,4
4	Сыворотка сухая молочная с массовой долей сухих веществ 95,0 %	48,7
5	Пахта сухая с массовой долей сухих веществ 96,0 %, жира 5,0 %	32,8
6	Сметана с массовой долей сухих веществ 45,5 %, жира 40,0 %	32,6
7	Фосфатная добавка (Фонакон) с массовой долей сухих веществ 100,0 %	20,2
8	Крахмал с массовой долей сухих веществ 86,5 %	20,5
9	Мука пшеничная с массовой долей сухих веществ 86,5 %	15,2
10	Сыр нежирный для плавления с массовой долей сухих веществ 96,0 %	14,4
11	Соль поваренная пищевая	9
12	Вкусоароматическая добавка «Грибы»	5,1
13	Масло сливочное с массовой долей сухих веществ 75,0 %, жира 72,5 %	1,6
14	Перец черный молотый	1,5
15	Сыворотка молочная с массовой долей сухих веществ 2 %	412,8
16	Сорбиновая кислота	1

Для производства плавленого продукта использовали крахмал с массовой долей сухих веществ 86,5 % в количестве 20,5 кг, что на 2 кг больше, чем в первоначальной рецептуре; вода питьевая была заменена молочной сывороткой в количестве 412,8 кг.

Технология производства плавленого продукта с сыром «Грибной» 50,0 % жирности с использованием молочной сыворотки: подбор сырья для плавления; предварительная обработка сырья; измельчение сырья; подбор и приготовление солей-плавителей; составление смеси + внесение молочной сыворотки в количестве 100 % от общей массы воды; плавление смеси ($t = 85\text{--}90\text{ }^{\circ}\text{C}$ не более 20 мин.), фасование и охлаждение $t = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$; реализация.

Выводы и рекомендации.

1. Разработанная технология производства плавленого продукта с сыром «Грибной» 50,0 % жирности с молочной сывороткой включает те же самые классические операции, но на этапе составления смеси питьевая вода полностью заменяется молочной сывороткой (в количестве 100 % от общей массы воды).

2. В результате консистенция стала более однородной, умеренно плотной, вкус и запах стал более кисломолочным, с выраженным привкусом шампиньонов.

3. Плавленый продукт с сыром «Грибной» с молочной сывороткой содержит 4 % белка, а без молочной сыворотки 3,8 %.

4. Использование молочной сыворотки при производстве плавленого продукта с сыром «Грибной» позволило увеличить выход продукта на 9,4 кг.

Рекомендации: включить молочную сыворотку в количестве 100 % от общей массы воды в технологию производства плавленого продукта с сыром «Грибной» 50,0 % жирности в ОАО «Орбита» с целью обогащения продукта сывороточными белками и незаменимыми аминокислотами, улучшения его вкусовых качеств, а также с целью сокращения расходов подготовленной воды на 6 % от водопотребления цеха и получения значительной прибыли. В ходе исследований было выяснено, что производство плавленого продукта с сыром «Грибной» с молочной сывороткой в количестве 100 % рентабельно.

Список литературы

1. Главатских, Н. Г. Современные тенденции здорового питания / Н. Г. Главатских // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию рабо-

ты кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра хим. наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. тех. наук, профессора, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова, Ижевск, 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 286–290.

2. Главатских, Н. Г. Обоснованность применения пищевых добавок в молочном производстве / Н. Г. Главатских // Научное обеспечение развития АПК в современных условиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Ижевск, 15–18 февраля 2011 г. Том 3. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2011. – С. 8–12.

3. Главатских, Н. Г. Молоко из кешью / Н. Г. Главатских, Е. А. Ошуркова // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра хим. наук, профессора, засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. тех. наук, профессора, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова, Ижевск, 11–13 декабря 2019 г. – Ижевск: Ижевская НСХА, 2020. – С. 291–295.

4. Питание человека в настоящем и будущем / Н. Г. Главатских, А. Б. Спиридонов, О. Б. Поробова [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. Ижевск, 12–15 февр. 2019 г. Том 2. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 160–168.

5. Скоркина, И. А. Получение биокефира функционального назначения с натуральными добавками / И. А. Скоркина, Е. Н. Третьякова, Т. Н. Сухарева // Пищевая промышленность. – 2015. – № 2. – С. 8–10.

6. Сухарева, Т. Н. Творожный продукт на основе творога, топинамбура и яблок / Т. Н. Сухарева, А. В. Польшкова // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 255.

7. Сухарева, Т. Н. Разработка рецептуры кефира повышенной пищевой ценности / Т. Н. Сухарева // Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Смоленск, 12–13 декабря 2017 г. – Смоленск: Смоленская ГСХА, 2017. – С. 181–184.

В. Н. Туркин
ФГБОУ ВО РГАТУ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТЕПЛОЙ КУЛИНАРНОЙ ОБРАБОТКИ МЯСА И ТЕХНОЛОГИИ SOUS-VIDE ДЛЯ СИСТЕМЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Представлены особенности кулинарной тепловой обработки мяса при использовании различных технологий: варки, жарки, запекания и Sous-vide (су-вид) с учетом системы здорового питания. Приведены сравнительные данные по потерям массы и основных нутриентов свиной вырезки при данных видах обработки, по которым имеет преимущество технология су-вид. Даны рекомендации предприятиям общественного питания по реализации мяса су-вид потребителям.

Актуальность. Здоровое питание – это питание, которое обеспечивает рост, оптимальное развитие, полноценную жизнедеятельность, способствует укреплению здоровья и профилактике инфекционных заболеваний (НИЗ). Здоровое питание на протяжении всей жизни – это важнейший элемент сохранения и укрепления здоровья, а также неперемное условие достижения активного долголетия.

Основные принципы здорового питания следующие: баланс энергетической ценности рациона и расхода энергии организмом, ограничение потребления свободных сахаров, соли, жиров (особенно трансжиров), алкоголя, пищевых химических добавок, колбасных изделий, расширение потребления зелени, фруктов, овощей, орехов, рыбы, нежирного мяса и т.п. [1–4].

При формировании рациона для здорового питания необходимо обеспечить поступление необходимого количества и качества нутриентов с объемом пищи, который ограничен возможностью потребления человеком и энергосодержанием рациона, зависящим от возраста, пола, образа жизни и степени физической активности человека. Поэтому поступление в организм с рационом значительной части необходимых, полезных нутриентов «в концентрированном виде» может быть обеспечено, например, мясом.

Несмотря на растущую популярность вегетарианства, недавние исследования доказали безоговорочную пользу мяса для организма. Мясо насыщает организм железом, способствуя выработке

гемоглобина в крови. В состав красного мяса входит вещество таурин, которое препятствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний у больных сахарным диабетом. Также мясные продукты богаты витаминами, полинасыщенными жирными кислотами и белками, которые легко усваиваются организмом. Белок мяса обеспечивает организм незаменимыми аминокислотами, имеет высокий коэффициент усвоения (97 %), содержит много макро- и микронутриентов: натрий, калий, фосфор, селен, цинк, витамины: В1, В2, В6, РР, В12 [1, 5].

Учитывая вышеперечисленные факторы, для здорового питания лучше всего подходит птица, индейка, говядина и постная свинина.

Однако различные виды тепловой обработки мяса существенно снижают его пищевую и биологическую ценность, приносят нежелательные элементы в него: канцерогены при жарке и копчении и т.п. С повышением температуры тепловой обработки разрушаются витамины и некоторые биологически активные вещества, а также частично извлекаются и разрушаются белки, жиры, минеральные вещества, могут образовываться нежелательные вещества (продукты полимеризации жиров, меланоидины и др.). Таким образом, задача рационального приготовления пищи заключается в том, чтобы нужная цель была достигнута при минимальной потере полезных свойств продукта.

Объект исследований – нежирное мясо свинины (вырезка) толщиной 20...40 мм при различных видах тепловой обработки.

Цель исследований – определение уровня потерь макро- и энергетической ценности свиной вырезки при различных видах ее тепловой обработки и сравнение с обработкой су-вид.

Методика исследований – анализ литературных данных, научных статей, справочников по содержанию питательных веществ мяса свинины, интернет-ресурсов.

Рассмотрим основные виды тепловой обработки мяса и изменение при этом нутриентов и полезных веществ в нем.

Варка. Подготовленное мясо кладут в кастрюлю и, залив холодной водой, доводят до кипения. Затем уменьшают нагрев, снимают с поверхности хлопья свернувшегося белка и варят до готовности. У готового мяса, если его проколоть, сок не выделяется; если же появится бледно-розовый сок, то мясо следует доварить.

При варке пищевая ценность мяса изменяется вследствие выделения в окружающую среду воды с растворенными в ней пи-

тательными веществами и прямым потерь некоторой части этих веществ за счет разрушения и реакций взаимодействия. В результате изменяется химический состав готового продукта, происходит формирование органолептических свойств.

Основные денатурационные изменения белков мышечной ткани завершаются по достижении температуры 70 °С, хотя и начальные изменения их в виде сокращения мышц наблюдаются уже при температуре около 45 °С. При повышении температуры выше 45 °С происходит дальнейшее укорачивание мышцы и потеря способности к расслаблению.

При температуре 65 °С наблюдается уменьшение диаметра мышечного волокна в говядине на 12...16 %. При нагревании сваривание коллагена наблюдается при температуре 56...62 °С в зависимости от разновидности соединительной ткани. Наиболее существенное изменение перевариваемости коллагена происходит в интервале температуры между 60 и 70 °С.

При сваривании коллагена длина волокон уменьшается примерно на 60 %, за счет этого сильно возрастает их толщина и увеличивается объем. При этом структура волокон значительно разрушается и несколько возрастает водосвязывающая способность коллагена. Структура коллагеновых пучков становится более однородной и приобретает стекловидность. Сваренный коллаген становится эластичным, а сопротивление к резанию соединительной ткани уменьшается в 5...6 раз.

Изменения коллагена при тепловой обработке мясопродуктов в определенных пределах играют положительную роль, так как сваривание коллагена ослабляет прочность соединительной ткани, т. е. повышается усвояемость мяса. Однако разрушение соединительной ткани в результате длительной варки приводит к разволокнению мяса.

Наибольшие потери важных пищевых веществ в процессе тепловой обработки животных продуктов при варке: белков (10 %), жиров (25 %), минеральных веществ и витаминов группы В (30 %), витамина А (50 %) и витамина С (70 %) за счет перехода в бульон и частичного распада [1].

Таким образом, при варке мясо изменяет свою биологическую ценность из-за денатурации белков и распада коллагена, также вытапливается жир и выделяются вещества из тканей. Оно становится низкокалорийным из-за потери полезных веществ. Чтобы сохранить большое количество веществ, нужно варить мясо

на медленном огне под закрытой крышкой. Потери массы составляют 35–40 %, так как весь сок мяса переходит в бульон, а также зависят от вида мяса.

Жарка. В процессе жарки преследуются две цели – высвободить вкус и аромат мяса и сделать его мягким и нежным. Рассматривая мясо с точки зрения приготовления, видим, что оно состоит из постных тканей, белков, коллагена и воды (примерно 75 %). Коллаген очень важен при приготовлении мяса, потому что именно он определяет время, которое необходимо затратить на приготовление мяса.

При испарении влаги в поверхностном слое жареного мяса концентрируются экстрактивные и минеральные вещества, образуются новые соединения, придающие жареному мясу специфические вкус и аромат. В процессе жарки нагретый жир проникает в обезвоженные слои изделий. Выделяющийся сок при жарке содержит большое количество экстрактивных веществ.

Следовательно, при жарке мяса разрушаются витамины, вытапливается жир, а в масле образуются канцерогены. Кроме того, увеличивается калорийность блюда. Также мясо теряет много полезных веществ. Но если жарить небольшие кусочки мяса, то можно снизить потери всех веществ почти в 2 раза. Потери массы составляют до 35 %, так как испаряется влага с поверхности мяса.

Запекание. Температура запекания может сильно варьироваться: 55 °С...180 °С. При сухом высокотемпературном нагреве парообразование внутри мяса создает избыточные напряжения, расширяющие продукт, вследствие чего повышается его нежность, сочность, улучшается внешний вид, вкус и запах. Пастеризирующий эффект нагрева является более выраженным, что способствует удлинению периода хранения готовой продукции.

Продолжительность запекания зависит от массы и толщины изделия и колеблется от 6 до 12 ч. Для исключения чрезмерной усушки продукта в камеру подают пар. При запекании необходимо следить, чтобы не было оплавления жира. При начале оплавления немедленно снижают температуру, а затем постепенно повышают ее.

Таким образом, при запекании мясо сохраняет свой аромат и вкус. Кроме того, в нем остаются почти все полезные вещества. Такое мясо не содержит канцерогенов в отличие от жареного мяса. Однако запекание мяса при высокой температуре способствует разрушению некоторых полезных веществ, а также

окислению жиров из-за горячего воздуха, поэтому рекомендуется соблюдать температурный режим при запекании.

Потери массы мяса составляют до 30 %. Чтобы их уменьшить, нужно использовать пищевые покрытия: панировка, тестовая оболочка, рукав для запекания.

Sous-vide (су-вид). Прямое су-вид-приготовление – продукт готовится из сырого или предварительно обжаренного или замаринованного полуфабриката в вакуумном пакете при сравнительно низких температурах водяной бани 50...80 °С. Если диапазон температур внутри продукта не превышает 68 °С, то клетки мяса сохраняют возможность удерживать жидкость, а продукт сохраняет свою сочность. С целью обеспечения санитарии мяса возможно последующее шоковое охлаждение готовой продукции и длительное хранение при низких плюсовых температурах, в том числе в холодильных камерах свежести, нулевых зонах камер и т.п. [9].

Тщательное вакуумирование в исключительно высокобарьерном пакете перед погружением мяса в су-вид тепловую баню, обязательное последующее длительное охлаждение в шокере или ледяной воде исключает рост патогенной группы микроорганизмов, которые разрушаются только при очень длительном приготовлении при температурах, близких к пастеризации 65...80 °С, предварительном мариновании, просолке, низком холоде. Аэробные бактерии существенно снижают свой рост при длительной тепловой обработке даже при низких температурах обработки – часть из них впадает в анабиоз, а сама технология приводит к бактериостатическому эффекту.

При су-вид-обработке клеточные мембраны мяса остаются целыми, а вакуумная упаковка сохраняет вкус и аромат внутри продукта и способствует лучшему проникновению в мясо специй и маринада.

Приготовление мяса в вакуумированном состоянии дает сохранение большего количества нутриентов, включая витамин С, предотвращает жесткую денатурацию и деструкцию белков [1] (рис. 1).

Таблица 1 – Время и температура су-вид-обработки свиной вырезки в зависимости от ее толщины

Толщина свиной вырезки, мм	Время обработки, мин.	Температура водяной бани су-вид, °С
Вырезка 20–30 мм	35...170	60...65
Вырезка 30–40 мм	60...170	60...65

Вареная свиная вырезка



Запечённая свиная вырезка



Жареная свиная вырезка.



Свиная вырезка Sous-vide (су-вид)

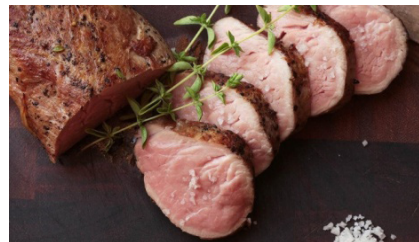


Рисунок 1 – Внешний вид мяса, приготовленного различными способами тепловой обработки

Таблица 2 – Потери основных пищевых веществ (г) и энергетической ценности (ккал) свиной вырезки при тепловой кулинарной обработке, % [5]

Обработка	Температура обработки, °С	Масса потерь	Белки	Жиры	Углеводы	Энергетическая ценность
Варка	75	44	8	35	0	31
Жарка	70...80	36	10	45	0	39
Запекание	170...180	24	5	5	0	5
Су-вид	65	15	2,5	5,1	0	3,3

Результаты исследований. Исходя из данных таблицы 2, можно сказать, что из всех видов тепловой обработки потери массы свиной вырезки будут самые высокие при использовании варки, потери белков самые высокие при варке и жарке, потери жиров – при использовании жарки. Потери углеводов отсутствуют при всех видах тепловой обработки. Потери энергетической ценности мяса самые высокие при жарке.

Следовательно, при технологии су-вид мы наблюдаем самые минимальные потери мяса по всем показателям: массы мяса и его питательных веществ, по сравнению с другими видами тепловой обработки (табл. 2). Потери массы мяса небольшие и составляют до 15 %, так как все мясные соки остаются под вакуумной упаковкой – это самый низкий показатель среди вышерассмотренных способов тепловой обработки.

Однако технология су-вид занимает большое время – до 170 минут 2,83 часа (табл. 1) и мяса су-вид уступает по вкусу и аромату, например, жареному мясу, что, однако, можно ком-

пенсировать маринадом, приправами, обжаркой до корочки су-вид мяса и т.п.

Приготовление мяса по технологии су-вид является лучшим выбором для тех, кто следит за здоровым питанием, своей фигурой, ценит при этом вкусные блюда – в таком мясе сохраняются натуральный вкус и аромат.

Однако для системы общественного питания, особенно заведений быстрого обслуживания, длительное приготовление су-вид мяса не подходит. Поэтому су-вид мясо можно готовить по предварительному заказу, при этом продвижение блюд здорового питания, к которым относят блюда су-вид, необходимо рекламировать, привлекать к этому и официантов.

Выводы и рекомендации. Технология су-вид мяса, по сравнению с наиболее распространенными видами тепловой обработки, выгодна благодаря минимальным потерям массы продукта, потерям основных макронутриентов и сокращения использования дополнительных приправ и масел.

Предприятиям общественного питания рекомендуется внедрять технологию Sous-vide (су-вид) для приготовления мясных блюд, в том числе специально обработанных (маринад и пр.), с предварительным заказом блюд для целевой аудитории, придерживающейся системы здорового питания.

Список литературы

1. Туркин, В. Н. Витамины и витаминоподобные вещества в продуктах питания / В. Н. Туркин, Ю. Н. Пономарева // Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2013. – С. 403–407.
2. Туркин, В. Н. Правила подачи алкогольных напитков / В. Н. Туркин, Е. Ю. Белякова // Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2013. – С. 397–400.
3. Туркин, В. Н. Пищевая добавка Е407-каррагинан / В. Н. Туркин, Л. В. Усова // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 68–71.
4. Современное технологическое использование и влияние пищевой добавки Е-250 на организм человека и органолептические свойства колбасных изделий / В. Н. Туркин, В. В. Горшков, А. В. Калинин [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 497–501.

5. Скурихин, И. М. Определение пищевой и энергетической ценности продукта: Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / И. М. Скурихин. – Москва: ДеЛиПринт, 2002. – С. 237.

6. Камоза, Т. Л. Высокотехнологичные производства в общественном питании: учебное пособие / Т. Л. Камоза, Т. Н. Сафронова, Г. А. Губаненко. – Красноярск, СФУ: Лань, 2018. – 96 с.

7. Туркин, В. Н. Современный холодильник. Усовершенствованные возможности / В. Н. Туркин, В. В. Илларионова // Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2013. – С. 400–402.

8. Туркин, В. Н. Зоны свежести камер холодильного оборудования / В. Н. Туркин // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК: материалы науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2012. – С. 258–261.

9. Туркин, В. Н. Нулевые зоны в современной холодильной технике / В. Н. Туркин // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы: материалы 65-й Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2014. – С. 96–99.

УДК 641.528-982

А. Н. Филиппова, К. В. Анисимова, Р. Р. Шакиров
Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВАКУУМНОЕ ЗАМОРАЖИВАНИЕ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

В пищевой промышленности ультразвук был применен для стерилизации и очистки, пастеризации и дезинфекции продуктов. Благодаря ультразвуковым колебаниям повышается качество пищевых продуктов, улучшаются технологические процессы их изготовления. Представлены результаты экспериментального исследования вакуумного замораживания куриного филе, рыбы горбуши, апельсина с применением ультразвукового воздействия.

Актуальность. В пищевой промышленности применение ультразвуковой техники даёт значимый эффект в целом ряде технологических процессов, в том числе для стерилизации, пастеризации и дезинфекции продуктов. Благодаря ультразвуковым колебаниям повышается качество пищевых продуктов, интенсифицируются процессы их изготовления.

фицируются (улучшаются) технологические процессы их изготовления. Рядом исследований установлено, что ультразвуковые колебания способны изменять агрегатное состояние вещества, диспергировать, эмульгировать его, изменять скорость диффузии, кристаллизации и растворение веществ, активизировать реакции, интенсифицировать технологические процессы. Воздействие ультразвуковых колебаний на физико-химические процессы в пищевой промышленности дает возможность повысить производительность труда, сократить энергозатраты, улучшить качество готовой продукции, продлить сроки хранения, а также создать новые продукты с новыми потребительскими свойствами.

В настоящее время многие промышленные предприятия имеют необходимость в высококачественных преобразованиях за счет внедрения инновационных технологий, которые обеспечивали бы финансовое увеличение и интенсификацию производства [7]. При этом одной из актуальных задач многих отраслей промышленности, в том числе пищевой, был и остается вопрос об обеспечении сохранности биологически ценного сырья [8]. Для рассмотрения данного вопроса было проведено исследование.

Замораживание является эффективным методом пролонгации сроков годности пищевого сырья. На данный момент существует большое количество способов замораживания, одним из которых является вакуумное самозамораживание с применением ультразвукового воздействия [5].

Цель: исследование ультразвукового воздействия на вакуумное замораживание пищевого сырья в пищевой промышленности и общественном питании [6].

Задачи:

1. Изучение диапазонов температур вакуумного замораживания;
2. Изучение технологии вакуумного замораживания с применением ультразвука;
3. Изучение преимуществ вакуумного замораживания с применением ультразвука;
4. Оценка теоретической возможности интенсификации вакуумного замораживания на предприятиях общественного питания с применением ультразвука;
5. Проведение сравнительного анализа вакуумного замораживания мяса, рыбы, апельсина с применением ультразвуковых колебаний и без них.

Материалы и методы. Исследование проводилось на основе опытов с использованием лабораторной установки, аппарата вакуумной заморозки, секундомера, весов настольных, термопары (ДТП014), ультразвукового излучателя (SG-18 28kHz 900W) [3] (рис. 1).



Рисунок 1 – Применяемое оборудование

Результаты исследований. Опыты проводились в следующем порядке:

1. Вакуумное замораживание куриного филе массой 5 граммов при начальной температуре 11 °С в толще продукта в течение 35 минут. В ходе исследования температура продукта снизилась до -20 °С. В результате мясо утратило свой яркий розовато-красный цвет, приобрело серовато-коричневые оттенки. Масса куска не изменилась. Результаты проведенного опыта представлены на рисунке 2.

2. Вакуумное замораживание куриного филе массой 5 граммов с применением ультразвука при начальной температуре 11 °С в толще продукта в течение 46 минут [4]. В ходе исследования температура продукта снизилась до -3 °С. В результате мясо потеряло свой яркий розовато-красный цвет меньше, чем при обычном вакуумном замораживании, приобрело серовато-коричневые оттен-

ки. Масса куска не изменилась. Результаты проведенного опыта представлены на рисунке 3.

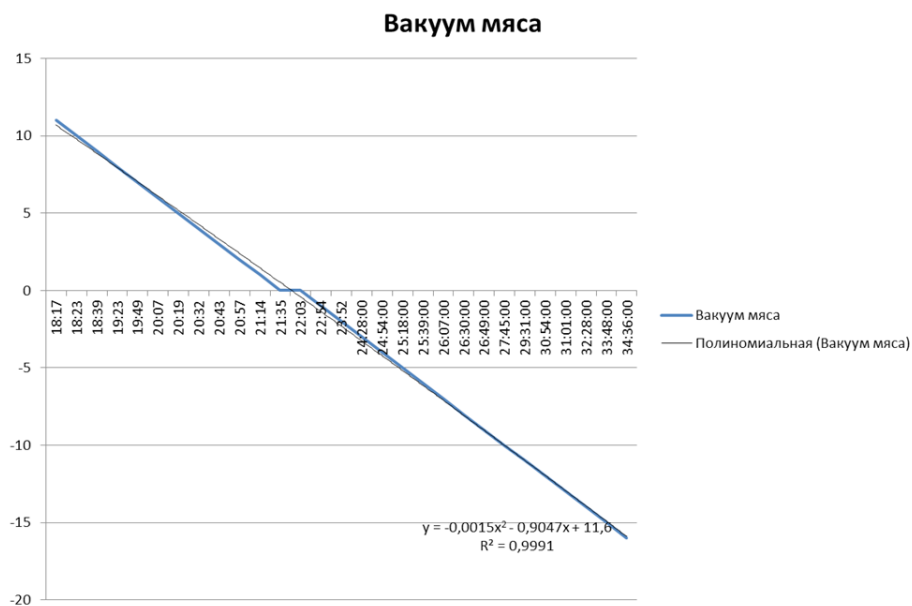


Рисунок 2 – Результаты исследования вакуумного замораживания куриного филе

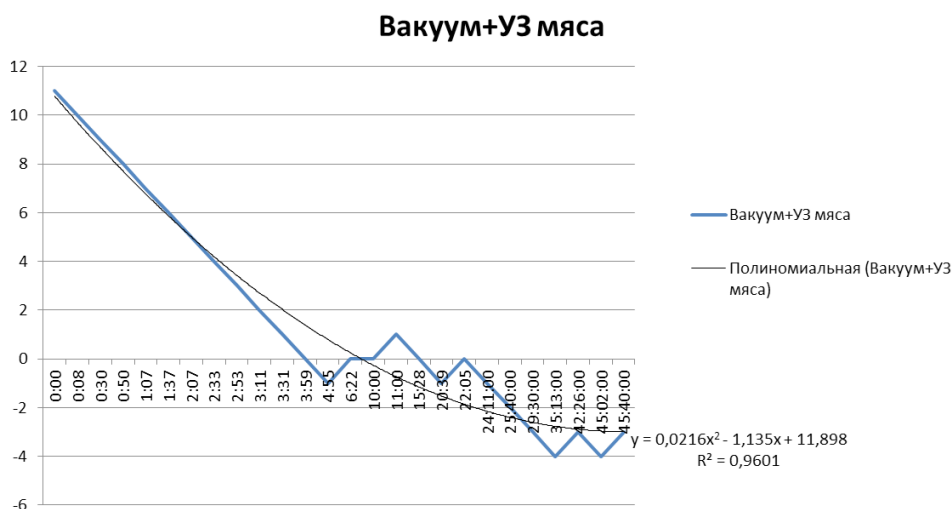


Рисунок 3 – Результаты исследования вакуумного замораживания куриного филе с применением ультразвука

После размораживания кусков при комнатной температуре наблюдается минимальное количество сока, что не скажешь про обычную заморозку в морозильной камере [8].

3. Вакуумное замораживание горбуши массой 8 граммов при начальной температуре 9 °С в толще продукта в течение 18 минут. В ходе исследования температура продукта снизилась до -18 °С. В результате рыба утратила свой розоватый цвет и при-

обрела сероватый оттенок. Масса куска не изменилась. Результаты проведенного опыта представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Результаты исследования вакуумного замораживания рыбы горбуши

4. Вакуумное замораживание горбуши массой 5 граммов с применением ультразвука при начальной температуре 7 °С в толще продукта в течение 7 минут [4]. В ходе исследования температура продукта очень быстро снизилась до -18 °С. В результате мясо также потеряло свой яркий розоватый цвет, приобрело серовато-коричневые оттенки. Масса куска не изменилась. Результаты проведенного опыта представлены на рисунке 5.

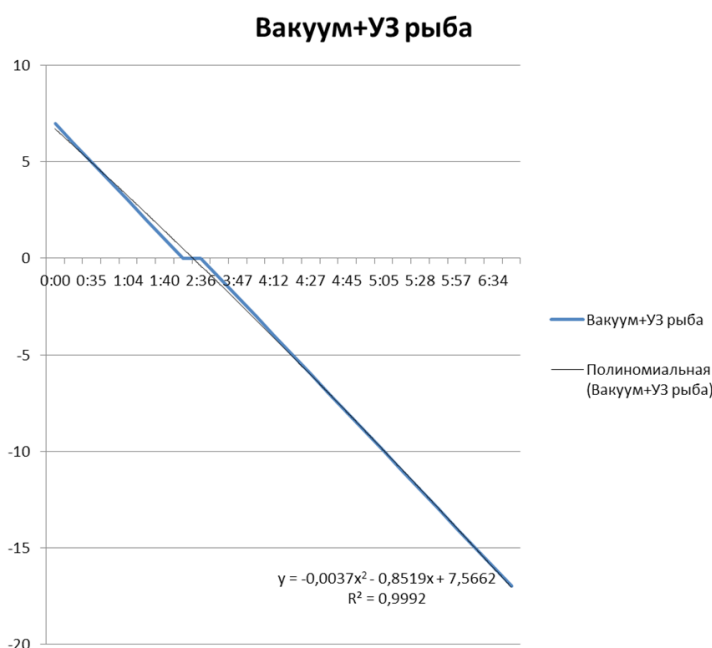


Рисунок 5 – Результаты исследования вакуумного замораживания рыбы горбуши с применением ультразвука

После размораживания кусочков рыбы при комнатной температуре наблюдается минимальное количество сока.

5. Вакуумное замораживание апельсина для более достоверных результатов было проведено два раза. Масса долек 20 граммов и 17 граммов при начальной температуре 14 °С в толщe продукта, в течение 1 часа 49 минут и 3 часов 7 минут соответственно. В ходе исследования температура продукта снизилась до -18 °С. В результате долька апельсина сохранила свой исходный оранжевый цвет. Масса дольки не изменилась. Результаты проведенных опытов представлены на рисунке 6 и на рисунке 7.

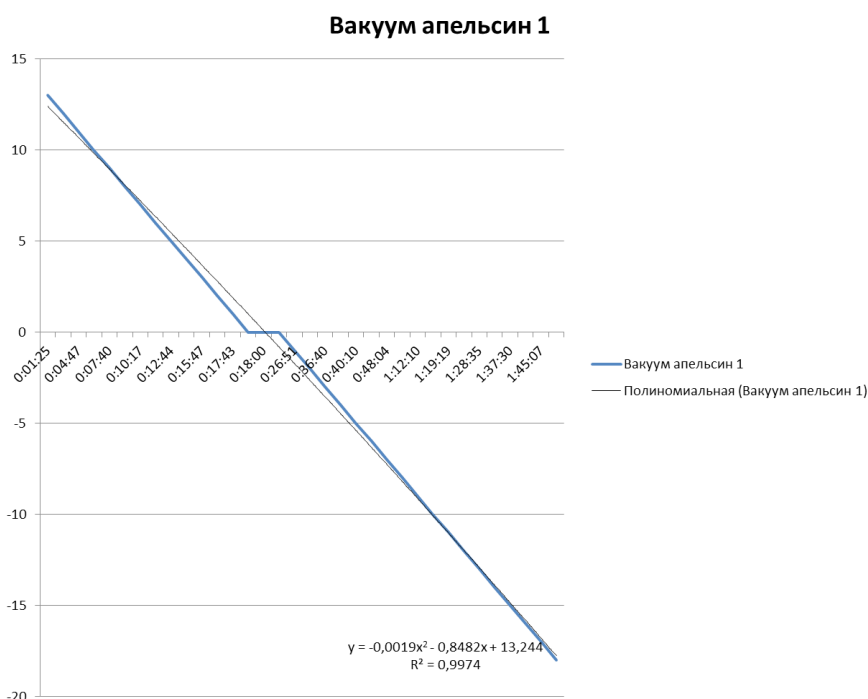


Рисунок 6 – Результаты первого исследования вакуумного замораживания дольки апельсина



Рисунок 7 – Результаты второго исследования вакуумного замораживания дольки апельсина

6. Вакуумное замораживание апельсина с применением ультразвука массой 18 граммов при начальной температуре 15 °С в толще продукта в течение 50 минут [4]. В ходе исследования температура продукта снизилась до -18 °С. В результате долька апельсина также сохранила свой исходный оранжевый цвет [1]. Масса дольки не изменилась. Результаты проведенных опытов представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Результаты второго исследования вакуумного замораживания дольки апельсина с применением ультразвука

При вакуумной заморозке после размораживания долек апельсина при комнатной температуре органолептические характеристики сохранились [2].

Выводы.

Преимущества вакуумного замораживания: простота использования; замороженные и упакованные под вакуумом продукты дольше сохраняют свою пищевую ценность, консистенцию, цвет и запах; сохранность структуры продукта; бактериологическая безопасность.

1. При вакуумном замораживании без воздействия ультразвука и с ним цвет куриного филе изменяется с яркого розовато-красного на серовато-коричневые оттенки. Данный вариант замораживания целесообразно применять только в переходный процесс.

2. При вакуумном замораживании рыбы без воздействия ультразвука время замораживания составило 18 минут, а при замо-

раживании под воздействием ультразвука – 7 минут. В результате рыба слегка утратила свой цвет, приобрела небольшие серовато-коричневые оттенки, но остальные органолептические характеристики сохранились [5]. Для предприятий общественного питания можно сказать, что это альтернативный вариант замораживания рыбы с сохранением массы, цвета и увеличением срока хранения при минимальных затратах времени на замораживание.

3. Процесс вакуумного замораживания долек апельсина в обоих случаях оказался крайне продолжительным, составил 1 час 49 минут и 3 часа 7 минут, возможно, это связано с тем, что в состав входит большое содержание сахара [2].

По результатам проведенных опытов можно констатировать, что ультразвуковое воздействие эффективно влияет на вакуумное замораживание рыбы, скорость замораживания ускоряется, качество продукции сохраняется.

Ультразвук – это абсолютно безвредный, экологически чистый «инструмент» эффективной интенсификации различных процессов.

Список литературы

1. Анисимова, К. В. Анализ результатов исследования замораживания клубники / К. В. Анисимова, Л. Р. Рахматуллина // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 253–257.
2. Анисимова, К. В. Анализ кинетики замораживания апельсина / К. В. Анисимова, А. Ф. Ипатова // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию д-ра с.-х. наук, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ, профессора В. М. Холзакова и 75-летию канд. с.-х. наук, доцента А. И. Венчикова. – Ижевск, 2022. – С. 147–151.
3. Анисимова, К. В. Установка для быстрого замораживания пищевых продуктов / К. В. Анисимова, А. Б. Анисимов, О. Б. Поробова // Роль филиала кафедры на производстве в инновационном развитии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., – Ижевск, 2014. – С. 18–20.
4. Анисимова, К. В. Замораживание пищевых продуктов с использованием ультразвука / К. В. Анисимова, Л. Р. Рахматуллина // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию д-ра хим. наук, профессора,

засл. деят. науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию канд. техн. наук, профессора, засл. раб. сельского хозяйства УР, почет. раб. ВПО РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск, 2020. – С. 249–251.

5. Исследование способов мгновенного замораживания / К. В. Анисимова, О. Б. Поробова, А. Б. Спиридонов [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 2 (50). – С. 1–9.

6. Касаткина, Н. Ю. Роль предприятий общественного питания в области здорового питания населения России / Н. Ю. Касаткина, В. В. Касаткин // Инновации в создании и управлении бизнесом: материалы VIII Междунар. науч. конф. преподавателей, сотрудников и аспирантов. – Москва, 2016. – С. 41–48.

7. Обзор производителей замороженной продукции на рынке Удмуртской Республики / А. Ф. Ипатова, К. В. Анисимова, В. Г. Корнийчук, И. А. Осколкова // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 372–376.

8. Экспериментальные исследования криогенного замораживания клубники / К. В. Анисимова, Н. Г. Главатских, О. Б. Поробова [и др.] // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 14–17.

УДК 631.363.22-562:531.231

Н. В. Гусева, В. И. Константинов

Удмуртский ГАУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ МАХОВИКА СОЛОМОСИЛОСОРЕЗКИ

Инерция – свойство тел сохранять покой или равномерное прямолинейное движение, если внешние воздействия на него отсутствуют или взаимно скомпенсированы. Описана методика определения момента инерции маховика соломосилосорезки и получена формула для ее нахождения.

Актуальность. Соломосилосорезка – машина, применяемая в хозяйствах для резки соломы и силосуемой зеленой массы в процессе заготовления кормов для сельскохозяйственных животных.

Грубые корма являются необходимым компонентом рационов для крупного рогатого скота, овец, лошадей. Некоторые виды грубых кормов после их специальной подготовки в небольших количествах даются также свиньям и птице. Грубые корма содержат много клетчатки (до 40 %), поэтому без предварительной обработки плохо поедаются животными, их перевариваемость низка (40...50 %). Для повышения поедаемости и перевариваемости корма подвергают механической, тепловой, химической, биологической обработке. Все способы обработки определяют создание благоприятных условий для жизнедеятельности бактерий рубца. Одним из основных способов повышения перевариваемости питательных веществ в грубых кормах является их измельчение до оптимальных размеров [3, 4].

Измельчение необходимо для подготовки соломы к скармливанию. При скармливании грубой, нерезаной соломы потери ее составляют 20–30 %, а измельченная солома поедается почти полностью. Кроме того, измельченная солома быстрее и легче переваривается животными. При силосовании зеленой массы необходимо вводить доброкачественную измельченную солому или мякину в необходимом количестве от массы закладываемого корма. Особенно полезно вводить при силосовании измельченную гороховую солому.

Для того, чтобы двигатель соломосилосорезки не испытывал перегрузки, когда момент сопротивления резанию оказывается больше вращающего момента двигателя, а также, чтобы рабочий процесс машины был устойчивым, соломосилосорезки снабжаются маховиком [1]. Момент инерции маховика на практике можно определить только экспериментально.

Известные методы определения момента инерции маховика достаточно громоздки. В большинстве случаев задачу можно решить более просто. Это можно сделать тогда, когда развиваемые в процессе движения машины мощности не меняются заметно по величине и, следовательно, их можно считать постоянными.

Цель. Получить более простую формулу нахождения момента инерции маховика соломосилосорезки.

Задачи. Определить избыточную работу из выражения теоремы об изменении кинетической энергии механической системы в интегральной форме. Определить среднее значение угловой скорости диска соломосилосорезки. Определить коэффициент допустимой степени неравномерности вращения диска.

Материалы и методика. Когда вращающий момент двигателя больше момента сопротивлений, маховик накапливает запас кинетической энергии, численно равный избыточной работе $A_{изб}$, которую определим из выражения теоремы об изменении кинетической энергии механической системы в интегральной форме [2, 5]:

$$A_{изб} = \frac{I\omega_{max}^2}{2} - \frac{I\omega_{min}^2}{2}, \quad (1)$$

где I – момент инерции маховика относительно оси вращения;

ω_{max} и ω_{min} – наибольшее и наименьшее значение угловой скорости диска соломосилосорезки.

Правую часть уравнения (1) представим в виде:

$$\frac{1}{2} (\omega_{max} + \omega_{min}) (\omega_{max} - \omega_{min}). \quad (2)$$

Среднее значение угловой скорости диска соломосилосорезки определим по формуле:

$$\omega_{cp} = \frac{1}{2} (\omega_{max} + \omega_{min}). \quad (3)$$

Допустимая степень неравномерности вращения при работе машины оценивается коэффициентом:

$$\delta = (\omega_{max} - \omega_{min}) / \omega_{cp}. \quad (4)$$

Учитывая выражения в формулах (2), (3), (4), выражение (1) примет вид:

$$A_{изб} = I\omega_{cp}^2 \delta. \quad (5)$$

Результат исследования. Таким образом, учитывая выражение (5), определив по диаграммам моментов движущих сил и моментов сил сопротивления избыточную работу $A_{изб}$, при заданной степени неравномерности δ , момент инерции маховика можно рассчитать по формуле:

$$I = \frac{A_{изб}}{\delta\omega_{cp}^2}. \quad (6)$$

Вывод. Получена более простая формула нахождения момента инерции маховика соломосилосорезки, которая зависит от избыточной работы $A_{изб}$, степени неравномерности δ и средней угловой скорости ω_{cp}^2 .

Список литературы

1. Боровиков, Ю. А. Теория механизмов и машин: индивидуальные задания и методические указания / Ю. А. Боровиков, Н. В. Гусева, А. Г. Иванов. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – 42 с.
2. Гусева, Н. В. Кинематика. Решение задач по теоретической механике / Н. В. Гусева, М. М. Киселев, Р. Р. Шакиров. – Ижевск, 2018.
3. Касимов, Н. Г. К вопросу импортозамещения рассадопосадочных машин для посадки капусты открытого грунта / Н. Г. Касимов, В. И. Константинов, А. М. Митрошин // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – С. 26–29.
4. Касимов, Н. Г. Применение новой техники и технологий – основа конкурентоспособности в сельскохозяйственном производстве / Н. Г. Касимов, В. И. Константинов, П. Л. Максимов // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 143–145.

5. Лебедев, Л. Я. Проектирование подъемно-транспортных машин: учеб. пособ. / Л. Я. Лебедев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ижевск, 2010.

УДК 631.331

**И. А. Дерюшев, М. А. Савельева,
Д. А. Галицын, К. А. Кудрявцев**
Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СКОРОСТИ СЕМЯН МОРКОВИ ПРИ УДАРЕ

Описана методика экспериментальных исследований по определению коэффициента восстановления семян моркови о поверхности из разных материалов, представлены результаты определения коэффициента восстановления семян о поверхности из разных материалов.

Актуальность. Мелкие семена моркови создают определенные неудобства при посадке. Обеспечить качественные всходы поможет равномерное распределение семян в почве с условием одинакового заглубления. Выполнение этих требований способствует формированию оптимальных условий для полноценного развития моркови.

При разработке конструкций сеялок для подпочвенно-разбросного посева необходимо обеспечить условия для того, чтобы семя после удара о распределитель имело достаточную дальность полета, обеспечивающую наилучшую равномерность распределения семян по площади рассева на заданной глубине по всей ширине захвата сошника [1–4, 7]. Дальность полета семени зависит от его начальной скорости удара о распределитель и степени деформирования семени при ударе, которая определяется коэффициентом восстановления k . Начальная скорость семени при ударе о распределитель зависит от конструктивных параметров, в частности, высоты установки высевающего аппарата.

Наблюдения показывают, что относительные скорости семян после удара не достигают своей прежней численной величины. Семена при ударе деформируются, возникают упругие силы и силы трения. Это приводит к тому, что при ударе энергия восстанавливается лишь частично. Для учета данных потери энергии

вводится коэффициент восстановления. Значение коэффициента восстановления для разных тел определяется опытным путем.

Коэффициент восстановления зерна является одним из важных показателей, который характеризует его ударно-инерционное взаимодействие с рабочими поверхностями различных сельскохозяйственных машин.

Сложность определения коэффициента восстановления методом соударения двух тел для семян заключается в том, что полет семян после удара происходит в случайном направлении. Это объясняется несимметричностью формы семян и наличием шипиков, которые при ударе испытывают упругую деформацию.

Определить коэффициент восстановления скорости семян после удара о рассекатель для практического применения в расчетах сошников можно путем имитации работы в реальных условиях.

Семена овощных культур перед посевом подвергаются механическому воздействию со стороны рабочих органов сельскохозяйственных технических средств. Рабочие органы сельскохозяйственных машин, воздействуя на семена, в той или иной степени наносят им повреждения. В большинстве своем рабочие органы сельскохозяйственных машин изготавливают из прочных жестких материалов. Вследствие этого между семенами и поверхностью рабочих органов возникают ударные взаимодействия, травмирующие и разрушающие семена, приводя к значительному снижению урожайности сельскохозяйственных культур. К травмированным относят семена раздавленные, обрушенные, с отбитым полностью или частично зародышем, с поврежденными эндоспермом и покровами, с внутренними повреждениями. Такие семена нельзя отделить на семяочистительных машинах, а отрицательное влияние их на урожайность велико [5]. У травмированных семян больше энергия дыхания, они сильнее поражаются микроорганизмами, клещами, хуже хранятся и подвергаются различным видам порчи. Более плотные спелые и сухие семена имеют большую упругость. Чем больше упругость семян, тем дальше полет у них при вертикальном падении от отражательной поверхности.

Цель данного исследования – определить коэффициенты восстановления скорости семян моркови после их удара о поверхности из разных материалов.

Задачи. Проведение лабораторных исследований по определению коэффициентов восстановления скорости семян моркови после их удара о поверхности из следующих материалов: алю-

миний, нержавеющая сталь, сталь крашеная, сталь некрашеная и пластик.

Материалы и методика. Упругость семян – это свойство восстанавливать первоначальную форму после деформации, оно проявляется при соударении и характеризуется коэффициентом восстановления.

Существует методика определения коэффициента восстановления с помощью фиксации движения зерна видеокамерой. При этом коэффициент восстановления зерна определяли по формуле. Коэффициент восстановления семян, так же, как и других твердых тел, определяется опытным путем. В эксперименте необходимо сбрасывать семена с различных высот на пластину, имитирующую рассекатель сошника. Отражающая пластина устанавливалась горизонтально, высота фиксатора – с помощью мерной линейки. Нами использовался метод, который основан на взаимодействии семян с отражающей поверхностью. В результате исследований фиксировалась высота падения семян h_0 и высота отскока семян h от твердой неподвижной поверхности после удара. В этом случае наблюдалось явление прямого удара, и коэффициент k восстановления семян определялся по формуле:

$$k = \frac{V_1}{V_0}, \quad (1)$$

где V_0 – нормальная составляющая скорости семян до удара, м/с;

V_1 – нормальная составляющая скорости семян после удара, м/с.

Проведены эксперименты необработанных и обработанных семян моркови (рис. 1).

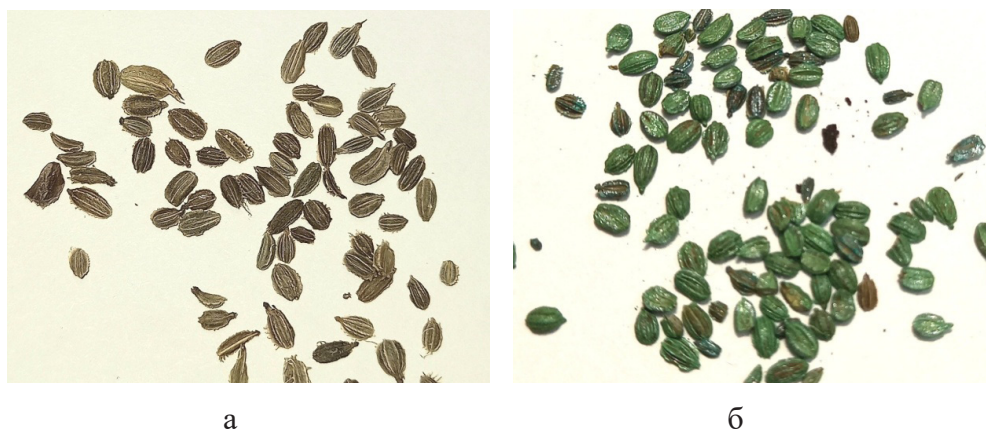


Рисунок 1 – Семена моркови:
а) необработанные, б) обработанные

Результаты эксперимента записывали на цифровую камеру, высоту отскока семян h после удара определяли при анализе видеосъёмки по линейке в точке максимального возвышения.

В комплексе физико-механических свойств семян упругость является одним из основных исходных показателей, необходимых для расчета и проектирования устройств сеялок, так как семена, которые выбрасываются высевающими аппаратами, достигают дна борозды, испытывают удары о внутренние поверхности семяпроводов и сошников, а также об отражатели и дно самой борозды.

Следовательно, качество распределения семян во многом зависит от их упругости [6]. Решением дифференциальных уравнений движения семени до и после удара о наклонную плоскость устанавливается аналитическая зависимость $L = f(V, V_{кр}, \varepsilon)$ между дальностью полета после отражения L , скоростью до удара V , коэффициентом восстановления ε .

Постоянство скорости семени до удара достигается подбором высоты падения. Для облегчения решения этой задачи зависимость $V = f(h)$ скорости до удара от высоты падения h . В опыте для обеспечения нужной скорости испытываемые семена сбрасывали с полки, установленной на высоте 5, 10, 15, 20 и 25 см.

В ходе лабораторных исследований были взяты поверхности из следующих материалов: алюминий, нержавеющая сталь, сталь крашенная, сталь некрашенная и пластик (рис. 2).

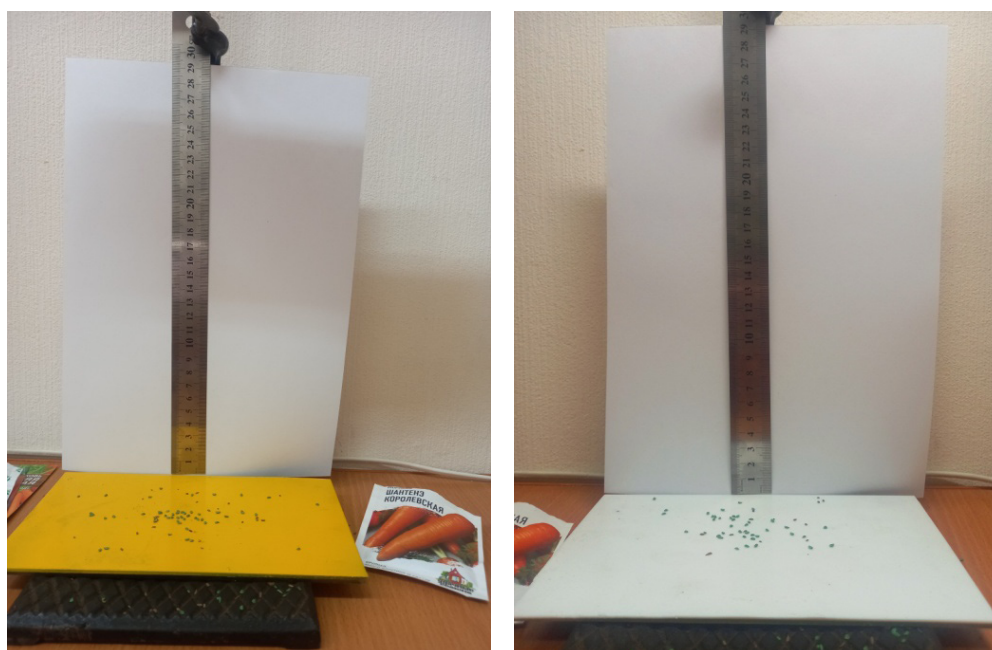


Рисунок 2 – Метод определения коэффициента восстановления семян моркови о поверхности из разных материалов

Результаты исследований. В таблице 1 приведены данные, полученные в результате исследования семян моркови.

Таблица 1 – Значения коэффициента восстановления семян моркови о поверхности из разных материалов

Сорта моркови	Высота падения, мм	Коэффициент восстановления семян моркови				
		Алюминий	Нержавеющая сталь	Сталь некрашеная	Сталь крашеная	Пластик
Самсон F1 обработанные	50	0,2	0,447	0,316	0,316	0,447
	100	0,316	0,387	0,316	0,316	0,424
	150	0,316	0,365	0,316	0,316	0,365
	200	0,316	0,387	0,316	0,316	0,354
	250	0,346	0,346	0,346	0,346	0,346
Шантанэ	50	0,2	0,447	0,316	0,447	0,141
	100	0,265	0,346	0,316	0,316	0,224
	150	0,316	0,365	0,316	0,387	0,258
	200	0,354	0,331	0,316	0,387	0,274
	250	0,316	0,291	0,316	0,346	0,282

Выводы и рекомендации. Семена овощных культур, обладающая различной упругостью, по-разному отражаются от поверхности при падении. Чем больше упругость семян, тем дальше полет у них при вертикальном падении от отражательной поверхности. Нами определено, что коэффициент восстановления зависит от формы семян, состояния их поверхности и от скорости удара о пластину. Экспериментальные исследования показали, что замена жестких рабочих поверхностей эластичными приводит к уменьшению коэффициента восстановления и силы ударного взаимодействия. В результате исследования коэффициента восстановления семян моркови получены данные, что использование материала из пластика снижает силу удара и позволяет уменьшить риски повреждения семян рабочими органами сельскохозяйственных машин. Также при сравнении обработанных и необработанных семян моркови видно, что препарат увеличивает коэффициент восстановления во всех вариантах.

Список литературы

1. Использование комбинированных агрегатов для посева овощей / И. А. Дерюшев, Д. А. Галицын, М. А. Савельева, О. П. Васильева // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 54–58.

2. Полосовой сошник зерновой сеялки для прямого посева / О. П. Васильева, И. А. Дерюшев, К. Л. Шкляев [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 11. – С. 4–5.
3. Распределение семян сеялками при полосовом посеве овощных культур / И. А. Дерюшев, Д. А. Галицын, М. А. Савельева, О. П. Васильева // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 63–67.
4. Сошниковая секция с дисковым рассеивателем семян / И. А. Дерюшев, Д. А. Галицын, М. А. Савельева, А. А. Ломаев // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 4 (52).
5. Чичкин, В. П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты: теория, конструкция, расчет / В. П. Чичкин. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 392 с.
6. Яковлев, Н. С. Определение коэффициента восстановления скорости семян при ударе о рассекатель сошника / Н. С. Яковлев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 1. – С. 101–105.
7. Шкляев, К. Л. Использование распределителей семян с различной кривизной пластины / К. Л. Шкляев, Г. Б. Соловьева, Л. Л. Максимов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 306–310.

УДК 631.331.02

**И. А. Дерюшев, М. А. Савельева,
Д. А. Галицын, Р. Р. Мухаметшин**
Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ СЕМЯН МОРКОВИ

Описана методика экспериментальных исследований по определению коэффициента трения семян моркови о поверхности из разных материалов, представлены результаты определения коэффициента трения семян о поверхности из разных материалов.

Актуальность. Известно, что технологический процесс, выполняемый сельскохозяйственной машиной, складывается из ряда последовательных операций, представляющих собой взаимодействие ее рабочих органов с обрабатываемым материалом.

Рабочие органы машины, воздействуя на обрабатываемый материал, изменяют его первоначальное состояние и в зависимости от функциональных особенностей технологических операций

придают ему либо новые свойства, либо, сохраняя их неизменными, распределяют (дозировано) материалы в соответствии с заданными требованиями технологии.

Во всех случаях качественная сторона процесса взаимодействия, а следовательно, и всего технологического процесса, выполняемого машиной, определяется геометрическими и режимными параметрами ее рабочих органов, а также физическими и технологическими свойствами обрабатываемого материала.

Поэтому при разработке и проектировании новых сельскохозяйственных машин необходимо располагать не только знаниями теоретических предпосылок ее функционирования, но и достаточными сведениями о свойствах обрабатываемого материала (объекта обработки), о закономерностях изменения их в процессе взаимодействия с рабочими органами машины [1–3, 5].

Применительно к сеялкам объектами обработки являются семенной материал (семена) и почва. Основными физико-механическими свойствами семян как среды, с которой взаимодействуют рабочие органы посевной машины, являются форма, размеры, абсолютная и объемная масса, трение, сыпучесть, парусность, упругость. Эти показатели, в особенности по отношению к семенам овощных культур, изучены далеко не полно. Имеющиеся литературные данные о них не только малочисленны, но и весьма различны, а нередко даже противоречивы.

Фрикционные свойства семян сельскохозяйственных культур, как и других физических тел, характеризуются коэффициентами внутреннего и внешнего трения. Коэффициент внутреннего трения характеризует трение семян между собой в слое и определяется углом естественного откоса. Коэффициент внешнего трения в зависимости от состояния тела (зерна) подразделяется на статический – коэффициент трения покоя и динамический – коэффициент трения движения.

Целью данной статьи является определение коэффициента трения семян о поверхности из разных материалов.

Задачи. Проведение лабораторных исследований по определению коэффициента трения семян моркови о поверхности из следующих материалов: алюминий, нержавеющая сталь, сталь крашенная, сталь некрашенная и пластик.

Материалы и методика. Показатели трения семян зависят от многих факторов, основными из которых являются их влажность, свойства поверхности, форма и размеры, скорость перемещения и др.

За основу данного исследования взята стандартная методика определения коэффициента трения покоя на установке «наклонная плоскость» [4]: семя помещают на базовую поверхность, установленную горизонтально, затем плавно перемещают базовую поверхность вверх, изменяя угол наклона плоскости до момента начала движения семени. Угол наклона базовой поверхности фиксируется с помощью угломера наклона.

В ходе лабораторных исследований были взяты поверхности из следующих материалов: алюминий, нержавеющая сталь, сталь крашенная, сталь некрашенная и пластик (рис. 1).



Рисунок 1 – Определение коэффициента трения на наклонной плоскости

Угол трения покоя семени, при котором семя начинает двигаться по наклонной плоскости, определяется по формуле:

$$\delta = 90 - \gamma > \delta_{тр}. \quad (1)$$

Угол трения $\delta_{тр}$ определяется из условия

$$F_{ск} = F_{тр}. \quad (2)$$

т.е.

$$mg \cos \gamma = N \times f_{см} = f_{см} \times mg \times \sin \gamma, \quad (3)$$

$$f_{см} = \operatorname{ctg} \gamma \quad (4)$$

или

$$f_{см} = \operatorname{tg} \delta,$$

где δ – угол наклона базовой поверхности, град;

γ – угол между вертикалью и направлением вектора скорости в момент падения семян (угол падения семян), град;

f_{cm} – коэффициент трения семян по поверхности.

Результаты исследований.

В таблицах 1 и 2 приведены данные, полученные в результате исследования семян моркови по различным поверхностям.

Таблица 1 – Значения угла наклона плоскости до момента начала движения семени

Сорта моркови	Угол наклона плоскости до момента начала движения семени, град.				
	Алюминий	Нержавеющая сталь	Сталь некрашенная	Сталь крашенная	Пластик
Соломон F1	26,3	28,0	28,5	27,5	25,2
	27,5	26,5	29,6	28,2	25,3
	28,5	27,5	28,8	29,2	26,0
	27,6	27,7	28,9	28,6	25,6
	26,8	28,2	28,3	28,7	25,4
Среднее значение	27,34	27,58	28,82	28,44	25,5
Самсон F1 обработанные	30,2	28,3	27,9	33,2	28,2
	32,3	29,4	28,8	35,0	28,3
	32,6	29,5	28,8	34,5	28,5
	33	28,8	28,9	34,8	28,4
	32,8	29,1	28,1	35,2	28,5
Среднее значение	32,18	29,02	28,5	34,54	28,38

Таблица 2 – Значения коэффициента трения семян моркови о поверхности из разных материалов

Сорта моркови	Коэффициент трения семян моркови о поверхности из разных материалов				
	Алюминий	Нержавеющая сталь	Сталь некрашенная	Сталь крашенная	Пластик
Соломон F1	0,51	0,52	0,55	0,54	0,47
Самсон F1 обработанные	0,62	0,55	0,54	0,68	0,54

Выводы и рекомендации. Изучается методика выбора материала для изготовления дискового рассеивателя сошника овощной сеялки и определения коэффициента трения семян моркови о поверхности из разных материалов. Получены результаты лабораторных исследований для дальнейшего выбора материала рассеивателя, который оказывает влияние на равномерное распределение

(рассеивание) семян по засеваемой полосе. Также при сравнении обработанных и необработанных семян моркови видно, что препарат увеличивает коэффициент трения во всех вариантах.

Список литературы

1. Использование комбинированных агрегатов для посева овощей / И. А. Дерюшев, Д. А. Галицын, М. А. Савельева, О. П. Васильева // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 54–58.
2. Распределение семян сеялками при полосовом посеве овощных культур / И. А. Дерюшев, Д. А. Галицын, М. А. Савельева, О. П. Васильева // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 63–67.
3. Сошниковая секция с дисковым рассеивателем семян / И. А. Дерюшев, Д. А. Галицын, М. А. Савельева, А. А. Ломаев // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 4 (52).
4. Чичкин, В. П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты: теория, конструкция, расчет / В. П. Чичкин. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 392 с.
5. Шкляев, К. Л. Использование распределителей семян с различной кривизной пластины / К. Л. Шкляев, Г. Б. Соловьева, Л. Л. Максимов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 306–310.

УДК 539.219.2

П. В. Дородов

Удмуртский ГАУ

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗГРУЗОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ ВБЛИЗИ ВЕРШИНЫ РАСТУЩЕЙ ТРЕЩИНЫ В ПЛОСКИХ ДЕТАЛЯХ

Представлена математическая модель и разработанная компьютерная программа оптимального проектирования разгрузочных отверстий перед фронтом развивающейся усталостной трещины.

Актуальность. Развивающаяся трещина в детали относится к внутренним концентраторам напряжений, приводящая к нарушению гладкости геометрической формы или сплошности материала. При загрузке деталей вблизи границ трещины возни-

кают значительные местные напряжения, которые неблагоприятно сказываются на прочности и, в конечном счете, приводят к потере работоспособности сельхозмашины или технологического оборудования [1, 2, 4–8, 10, 11, 13–15, 18, 21]. Поэтому для обеспечения надежности изделие должно быть спроектировано и изготовлено так, чтобы оно сохраняло работоспособность при наличии трещин и разрушившихся элементов [5–8]. Повышения сопротивления элементов конструкций хрупкому разрушению добиваются, применяя различные конструктивные решения и технологические приемы, например, высверливание в плоских деталях остановочных и разгрузочных отверстий вблизи вершины усталостной трещины [7] (рис. 1).

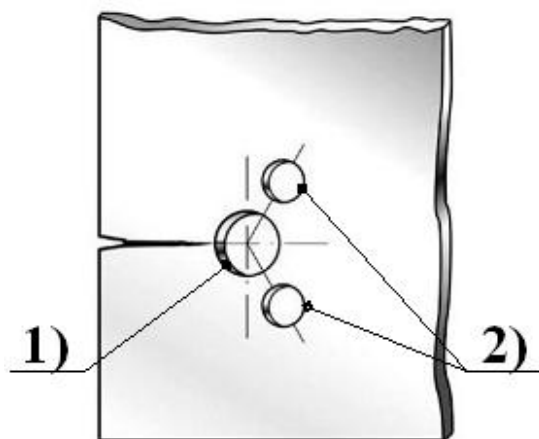


Рисунок 1 – Система остановочных (1) и разгрузочных (2) отверстий перед фронтом усталостной трещины

Целью работы является разработка компьютерной программы оптимального проектирования разгрузочных отверстий растущей трещины в детали.

Задачи исследования: 1. Разработать математическую модель для решения прямой и обратной задачи исследования напряженного состояния вблизи горизонтальной трещины при растяжении (сжатии) детали. 2. Для применения полученного решения на практике оптимальные отверстия некруглой формы путем их графической обработки привести к эквивалентным правильным отверстиям круглой формы.

Материалы и методы. Для исследования напряженного состояния возле различных концентраторов удобно использовать функцию распределения максимальных касательных напряжений τ_{\max} [6, 7, 10]

$$g_{\tau} = 2 \tau_{max} / \sigma_n,$$

где τ_{max} – расчетные максимальные касательные напряжения;
 σ_n – номинальное напряжение в детали без концентратора напряжений, найденное по примерным формулам науки о сопротивлении материалов.

Для пластичных материалов при усталостном развитии трещин функцию g_{τ} можно рассматривать в качестве критерия оптимальности оптимального проектирования разгрузочных отверстий, а условие оптимальности можно записать [6, 7, 12, 18, 21]:

$$g_{\tau} = 2 \tau_{max} / \sigma_n \rightarrow 1. \quad (1)$$

Для деталей с плоскопараллельными поверхностями условие (1) возможно только в отдельных местах возле концентраторов напряжений, коими являются вершины развивающихся трещин, путем высверливания разгрузочных отверстий и удаления из материала зон накопления повреждений. Однако остается вопрос об оптимальной форме и расположении разгрузочных отверстий вблизи вершины трещины.

Метод, основанный на критериях оптимальности формы деталей, предусматривает решение задачи в два этапа [6, 7]. Вначале решается прямая задача по определению распределения напряжений в деталях с плоской трещиной (вырезом). Затем осуществляется модификация переменных проектирования из условий оптимальности и принятого ограничения (обратная задача). Для плоского горизонтального выреза решение прямой задачи известно [7], тогда обратную задачу можно свести к условию частичной (местной) равнопрочности материала вблизи разгрузочных отверстий, которое имеет вид:

$$g_{\tau} = 2 \tau_{max} / \sigma_n = 1.$$

Результаты исследований. Расчетная схема для решения прямой и обратной задачи оптимального проектирования разгрузочных отверстий вблизи вершины трещины представлена на рисунке 2.

Здесь известными величинами являются: нагрузка q , Н/м; параметры размеров детали и трещины H , L , δ , T . Необходимо определить неизвестные параметры оптимизации: приведен-

ный (усредненный) диаметр отверстий D , расстояние от трещины до отверстия A и угол α .

По результатам теоретических исследований была разработана программа для ЭВМ в среде пакета программ Maple. Пример расчета при $t = T/2T = 0,5$; $L/T = 10$; $H/T = 9,5$; $\delta = 1$; $\sigma_n = \frac{2qL}{(2L - 2T)\delta} = 10/9 q$ представлен в таблице 1.

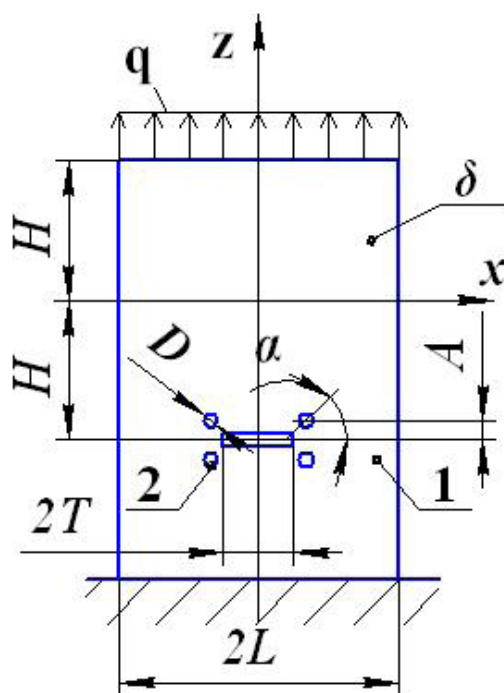


Рисунок 2 – Расчетная схема плоской детали с горизонтальным вырезом (трещиной) и системой разгрузочных отверстий при растяжении:
1 – срединная поверхность элемента детали; 2 – разгрузочное отверстие

Таблица 1 – Программа исследования напряженного состояния в элементе детали с внутренним поперечным вырезом при растяжении и оптимального проектирования разгрузочных отверстий

<p>1. Задать исходные данные для элемента детали с вырезом в безразмерных величинах.</p> <p>1.1 Геометрические параметры:</p> <p>параметр ширины выреза $t=T/2T=0.5$,</p> <p>> t:=0.5:</p> <p>параметр ширины детали $l=L/T=n2*t$,</p> <p>> l:=n2*t:</p> <p>> n2:=10:</p> <p>параметр длины детали $h=H/T=n3*t$,</p> <p>> h:=n3*t:</p> <p>> n3:=9.5:</p> <p>1.2 Параметры нагрузки:</p> <p>> q:=1:</p>

2. Представить напряжения в плоскости xz в тригонометрических рядах.

> sigmazf:=sigmaz0-(Sum(lambda^2*(C1*cosh(lambda*z)+C2*sinh(lambda*z)+C3*z*cosh(lambda*z)+C4*z*sinh(lambda*z))*cos(lambda*x), n=1..30))-(Sum(lambda^2*(C5*cosh(lambda*z)+C6*sinh(lambda*z)+C7*z*cosh(lambda*z)+C8*z*sinh(lambda*z))*sin(lambda*x), n=1..30));

$$\text{sigmazf} := \text{sigmaz0} - \left(\sum_{n=1}^{30} \lambda^2 (C1 \cosh(\lambda z) + C2 \sinh(\lambda z) + C3 z \cosh(\lambda z) + C4 z \sinh(\lambda z)) \cos(\lambda x) \right) - \left(\sum_{n=1}^{30} \lambda^2 (C5 \cosh(\lambda z) + C6 \sinh(\lambda z) + C7 z \cosh(\lambda z) + C8 z \sinh(\lambda z)) \sin(\lambda x) \right)$$

> sigmaxf:=sigmax0+Sum(((C1*(lambda^2)*cosh(lambda*z)+C2*(lambda^2)*sinh(lambda*z)+C3*lambda*(2*sinh(lambda*z)+lambda*z*cosh(lambda*z))+C4*lambda*(2*cosh(lambda*z)+lambda*z*sinh(lambda*z)))*cos(lambda*x), n=1..30))+Sum(((C5*(lambda^2)*cosh(lambda*z)+C6*(lambda^2)*sinh(lambda*z)+C7*lambda*(2*sinh(lambda*z)+lambda*z*cosh(lambda*z))+C8*lambda*(2*cosh(lambda*z)+lambda*z*sinh(lambda*z)))*sin(lambda*x), n=1..30));

$$\text{sigmaxf} := \text{sigmax0} + \left(\sum_{n=1}^{30} (C1 \lambda^2 \cosh(\lambda z) + C2 \lambda^2 \sinh(\lambda z) + C3 \lambda (2 \sinh(\lambda z) + \lambda z \cosh(\lambda z)) + C4 \lambda (2 \cosh(\lambda z) + \lambda z \sinh(\lambda z))) \cos(\lambda x) \right) + \left(\sum_{n=1}^{30} (C5 \lambda^2 \cosh(\lambda z) + C6 \lambda^2 \sinh(\lambda z) + C7 \lambda (2 \sinh(\lambda z) + \lambda z \cosh(\lambda z)) + C8 \lambda (2 \cosh(\lambda z) + \lambda z \sinh(\lambda z))) \sin(\lambda x) \right)$$

> tauf:=tau0+Sum(((C1*(lambda^2)*sinh(lambda*z)+C2*(lambda^2)*cosh(lambda*z)+C3*lambda*(cosh(lambda*z)+lambda*z*sinh(lambda*z))+C4*lambda*(sinh(lambda*z)+lambda*z*cosh(lambda*z)))*sin(lambda*x), n=1..30))-Sum(((C5*(lambda^2)*sinh(lambda*z)+C6*(lambda^2)*cosh(lambda*z)+C7*lambda*(cosh(lambda*z)+lambda*z*sinh(lambda*z))+C8*lambda*(sinh(lambda*z)+lambda*z*cosh(lambda*z)))*cos(lambda*x), n=1..30));

$$\text{tauf} := \tau_0 + \left(\sum_{n=1}^{30} (C1 \lambda^2 \sinh(\lambda z) + C2 \lambda^2 \cosh(\lambda z) + C3 \lambda (\cosh(\lambda z) + \lambda z \sinh(\lambda z)) + C4 \lambda (\sinh(\lambda z) + \lambda z \cosh(\lambda z))) \sin(\lambda x) \right) - \left(\sum_{n=1}^{30} (C5 \lambda^2 \sinh(\lambda z) + C6 \lambda^2 \cosh(\lambda z) + C7 \lambda (\cosh(\lambda z) + \lambda z \sinh(\lambda z)) + C8 \lambda (\sinh(\lambda z) + \lambda z \cosh(\lambda z))) \cos(\lambda x) \right)$$

```

> lambda:=n*Pi/l;
3. Задать коэффициенты рядов.
> sigmaz0:=A0:
> sigmax0:=A0s:
> tau0:=B0:
> C1:=((An+Bns)*(sinh(lambda*h)+lambda*h*cosh(lambda*h))-lambda*h*
(Bn-Dn)*sinh(lambda*h))/lambda^2/(sinh(2*lambda*h)+2*lambda*h):
> C2:=((An-Bns)*(cosh(lambda*h)+lambda*h*sinh(lambda*h))-lambda*h*(Bn+Dn)
*cosh(lambda*h))/lambda^2/(sinh(2*lambda*h)-2*lambda*h):
> C3:=((An-Bns)*cosh(lambda*h)-(Bn+Dn)*sinh(lambda*h))/lambda/
(sinh(2*lambda*h)-2*lambda*h):
> C4:=((An+Bns)*sinh(lambda*h)-(Bn-Dn)*cosh(lambda*h))/lambda/
(sinh(2*lambda*h)+2*lambda*h):
> C5:=((An1+Bns1)*(sinh(lambda*h)+lambda*h*cosh(lambda*h))+lambda*h*
(Bn1-Dn1)*sinh(lambda*h))/lambda^2/(sinh(2*lambda*h)+2*lambda*h):
> C6:=((An1-Bns1)*(cosh(lambda*h)+lambda*h*sinh(lambda*h))+lambda*h*
(Bn1+Dn1)*cosh(lambda*h))/lambda^2/(sinh(2*lambda*h)-2*lambda*h):
> C7:=((An1-Bns1)*cosh(lambda*h)+(Bn1+Dn1)*sinh(lambda*h))/lambda/
(sinh(2*lambda*h)-2*lambda*h):
> C8:=((An1+Bns1)*sinh(lambda*h)+(Bn1-Dn1)*cosh(lambda*h))/lambda/
(sinh(2*lambda*h)+2*lambda*h):
> A0:=q*sqrt(1^2-t^2)/l: > An:=2*q*ln/l: > An1:=0:
> A0s:=q*(sqrt(1^2-t^2)-1+t)/l: > Ans:=2*q*ln1/l: > Ans1:=0:
> B0:=0: > Bn:=0: > Bn1:=0: > B0s:=q: > Bns:=0: > Bns1:=0: > D0:=0: > Dn:=0: >
Dn1:=0:
> In:=Int(cos(lambda*x)/sqrt(1-(t/x)^2), x=t..l):
> In1:=Int((t/x)^2*cos(lambda*x)/sqrt(1-(t/x)^2)/(sqrt(1-(t/x)^2)+1), x=t..l):
4. Представить ряды напряжений в плоскости xz в формате числа с плавающей
точкой.
> sigmaz := evalf[3](sigmazf):
> sigmax := evalf[3](sigmaxf):
> tau := evalf[3](tauf):
5. Рассчитать максимальные касательные напряжения.
> sigma1:=(sigmaz+sigmax)/2+(1/2)*((sigmaz-sigmax)^2+4*tau^2)^(1/2):
> sigma2:=(sigmaz+sigmax)/2-(1/2)*((sigmaz-sigmax)^2+4*tau^2)^(1/2):
> taumax:=(sigma1-sigma2)/2:
6. Построить эпюры максимальных касательных напряжений (рис. 3).
> plot3d(taumax,x = -1 .. 1,z = -h .. h,labeldirections = [HORIZONTAL, HORIZON-
TAL, VERTICAL],view = [-1..1, -h .. 0, 0..0.6], axes=FRAME,orientation=[-65,65],
labels = ["x/t","z/t","2taumax/q"], thickness=2, labelfont=[TIMES,BOLD,14],
axesfont=[TIMES,BOLD,14], linestyle=SOLID, style=PATCH);
7. Определить функцию распределения максимальных касательных напряжений.
> gmax:=2*taumax/q:
8. Построить график функции распределения максимальных касательных напря-
жений при  $g_r \leq 1$  (рис. 4).
> plot3d(gmax,x = -1 .. 1,z = -h .. h,labeldirections = [HORIZONTAL, HORIZON-
TAL, VERTICAL],view = [-1..1, -h .. h, 0..1.09], axes=FRAME,orientation=[-90,0],
labels = ["x/t","z/t","taumax/q"], thickness=2, labelfont=[TIMES,BOLD,14],
axesfont=[TIMES,BOLD,14], linestyle=SOLID, style=PATCH,
scaling=CONSTRAINED);

```

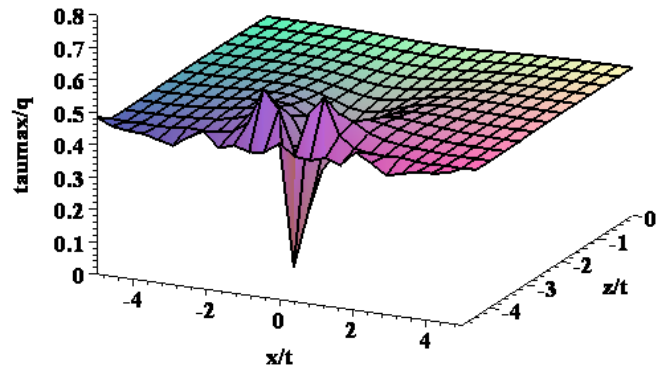


Рисунок 3 – Эпюра максимальных касательных напряжений для верхней половины плоской детали (над трещиной)

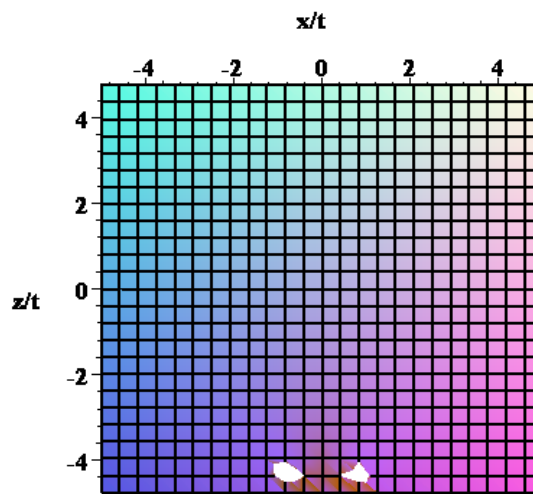


Рисунок 4 – Серединная поверхность верхней половины плоской детали (над трещиной) при $g_\tau \leq 1$ с разгрузочными отверстиями оптимальной формы

Светлые пятна на рисунке 4 (зона пластичности или разрушения материала) представляют собой разгрузочные отверстия, форма и положение которых являются оптимальными при $g_\tau = 1$. В пакете программ КОМПАС пятно приводилось к эквивалентному кругу с одинаковым значением площади и положения центра тяжести графическими методами, что позволило определить параметры оптимизации разгрузочных отверстий: $D/2T = 0,2$; $A/2T = 0,15$; $\alpha = 45^\circ$.

Выводы и рекомендации. Разработана математическая модель оптимального проектирования разгрузочных отверстий вблизи вершины растущей трещины, которая позволила рассчитать их геометрические параметры: $D/2T = 0,2$; $A/2T = 0,15$; $\alpha = 45^\circ$. Для проверки полученного решения необходимо провести исследования на физических моделях или натурные испытания деталей с трещинами [3, 9, 16–21].

Список литературы

1. Автономная система электроснабжения установки для обеззараживания поверхностей ИК-излучением в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, А. М. Ниязов [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69. – № 2 (47). – С. 20–24.
2. Анализ конструкций вагонотолкателей / А. Г. Иванов, А. В. Костин, П. В. Дородов [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 70–75.
3. Басалгин, М. В. Испытание на сжатие образцов из пластика PLA для трехмерной печати деталей механизмов / М. В. Басалгин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2139–2144.
4. Дородов, П. В. Динамическая прочность пластобетона / П. В. Дородов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, Ижевск, 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 67–73.
5. Дородов, П. В. Об оптимальной форме срединной поверхности лопасти колеса барабана молотковой дробилки зерна / П. В. Дородов // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 241–252.
6. Дородов, П. В. Проектирование оптимального макрорельефа переходной поверхности угловых элементов деталей машин / П. В. Дородов // Динамика механических систем: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева, Казань – Ижевск, 23–24 сентября 2021 г. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 231–237.
7. Дородов, П. В. Расчет деталей машин с концентраторами напряжений и оптимизация их формы / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 182 с.
8. Дородов, П. В. Расчет местных напряжений в угловых зонах рамных конструкций / П. В. Дородов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 100–107.
9. Игнатъев, К. А. Испытание на растяжение образцов из пластика PET-G для 3D-печати деталей машин / К. А. Игнатъев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2197–2200.

10. Концентрация напряжений в стыках конструкционных элементов сельхозмашин / П. В. Дородов, А. Г. Иванов, А. В. Костин [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 38–40.
11. Модернизированный пылеуловитель для дробилок зерна / В. И. Широбков, Л. Я. Новикова, С. Н. Шмыков [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 216–219.
12. Петров, В. А. Физическое моделирование износа лопастного барабана молотковой дробилки при оптимальном проектировании / В. А. Петров, П. В. Дородов, Л. Я. Лебедев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 2 (34). – С. 74–80.
13. Применение инфракрасного нагрева при обеззараживании почвы в защищенном грунте и механизм распространения тепла / П. В. Дородов, И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, И. В. Титов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69. – № 2 (47). – С. 59–64.
14. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с.
15. Разработка функционально-морфологической модели сошника для высадки рассады овощных культур / В. Л. Фадеев, Н. Г. Касимов, П. В. Дородов [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 3 (35). – С. 97–108.
16. Тронин, Д. М. Испытание на сжатие образцов из пластика PET-G для трехмерной печати деталей механизмов / Д. М. Тронин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2288–2292.
17. Хакимов, Д. Р. Испытание на растяжение образцов из пластика PLA для 3D-печати конструкционных элементов / Д. Р. Хакимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за выпуск Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2304–2307.
18. Improving the reliability of the hammer grain crusher by optimal design of the paddle wheel / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, V. A. Petrov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042039.
19. Investigation of the main mechanical characteristics of plastics for three-dimensional printing of machine parts models / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 г. / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52041.
20. Rigidity, creep and dynamic strength of plastics for three-dimensional printing of machine parts / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, P. L. Lekomcev [et al.]

// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 г. / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52045.

21. Simulation of the stress state during blade wear and optimal design of the grain crusher wheel / P. V. Dorodov, V. A. Petrov, L. Y. Lebedev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042037.

УДК 631.352-585.127

А. Г. Иванов, А. В. Костин, Д. Р. Смышляева, Р. Р. Хакимов
Удмуртский ГАУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОЙ ЧАСТИ СЕГМЕНТНО-ПАЛЬЦЕВОЙ КОСИЛКИ С ПРИВОДОМ ШУМАХЕРА PRO-DRIVE 85MHV GK ASM04

Рассмотрен планетарный редуктор Шумахера Pro-Drive 85MHv GK ASM04 для режущих аппаратов самоходной косилки КСУ-1. Установлен ход ножей косилки в зависимости от геометрических параметров привода. Выведены зависимости перемещений ножей и их скорости от угла поворота водила.

Актуальность. Рост стоимости отдельных запасных частей и их дефицит или отсутствие физической возможности достать очень больно ударило по сельхозтоваропроизводителям. Запасные части на комбайны и самоходные косилки зарубежного производства возросли в 2...4 раза. Так, например, привод Шумахера для режущего аппарата самоходной косилки КСУ-1 от компании Ростсельмаш составляет 220...500 тысяч рублей. Стоит задуматься о собственном производстве данного вида редуктора и изучить кинематические параметры механизма для его проектирования [1–4].

Цель: получить закон движения подвижной части сегментно-пальцевой косилки с приводом Шумахера Pro-Drive 85MHv GK ASM04.

Задачи: определить из геометрических параметров указанного привода Шумахера ход пальцев; вывести закон изменения перемещения и скорости для подвижной части косилки в зависимости от угла поворота водила.

Материалы и методика. В исследованиях использовались методы кинематического анализа теории механизмов и машин и теоретической механики.

Результаты исследований. На рисунке 1 показана кинематическая схема привода Шумахера для сегментно-пальцевых ко-силок [5–7].

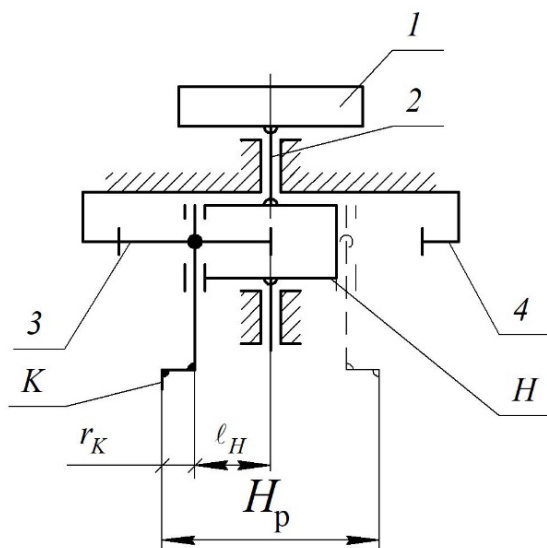


Рисунок 1 – Кинематическая схема привода Шумахера Pro-Drive 85MHv GK ASM04:

1 – маховик; 2 – входной вал-водило (H); 3 – сателлит;
4 – корончатое опорное колесо; H – водило; K – кривошип

В материалах авторов [6...10] показаны элементы кинематического исследования привода Шумахера. В частности, определены формулы для расчета абсолютной скорости конца кривошипа в некоторых положениях.

В характеристиках привода указано, что максимальная частота вращения входного вала привода составляет $n_{H_{\max}} = 560$ об/мин, тогда угловая скорость водила равна:

$$\omega_H = \frac{\pi n_H}{30} = \frac{3,14 \times 560}{30} = 58,64 \text{ рад/с.} \quad (1)$$

При числах зубьев колес $Z_3 = 18$ и $Z_4 = 36$ получаем угловую скорость сателлита 3:

$$\omega_3 = \omega_H \left(1 - \frac{Z_4}{Z_3}\right) = 58,64 \times \left(1 - \frac{36}{18}\right) = -58,64 \text{ рад/с.} \quad (2)$$

На рисунке 1 обозначены размеры: длина водила l_H и радиус кривошипа r_K . Модуль зубчатых колес обозначим m . Примем, что зацепление колес нулевое или равносмещенное, тогда начальные окружности совпадают с делительными, и их диаметры соответственно равны:

$$d_3 = mZ_3, d_4 = mZ_4. \quad (3)$$

Длина водила составляет величину

$$l_H = \frac{d_4 - d_3}{2} = \frac{m(Z_4 - Z_3)}{2}. \quad (4)$$

При обороте водила 4 на 180° , сателлит 3 повернется также в противоположную сторону на 180° и кривошип их крайнего левого положения перейдет в крайнее правое. На рисунке 1 этому процессу соответствует размер H_p , который определяет рабочий ход ножей сегментно-пальцевой косилки:

$$H_p = 2(l_H + r_K). \quad (5)$$

Если принять модуль передачи $m = 2$ мм, радиус кривошипа $r_K = 27$ мм, тогда получим по формулам (3) – (5): $d_3 = 36$ мм, $d_4 = 72$ мм, $l_H = 18$ мм, $H_p = 90$ мм.

На рисунке 2 показан вид на планетарный привод Шумахера сверху.

Определим перемещение конца кривошипа в общем виде вдоль оси Ox , так как вдоль этой оси принято возвратно-поступательное движение ножей косилки. При этом принимается, что перемещение, скорость и ускорение сегментов косилки совпадают с соответствующими параметрами для точки K (конец кривошипа). Из уравнения сложения перемещений получаем:

$$s = (l_H + r_K) - (l_H \cos(\varphi_H) + r_K \cos(\varphi_3)). \quad (6)$$

При этом в формуле (6) принимается, что угол поворота сателлита 3 равен $\varphi_3 = -\varphi_H$. Продифференцируем уравнение (6) по времени и учтем, что $\dot{\varphi}_H = \frac{d\varphi_H}{dt} = \omega_H$, $\dot{\varphi}_3 = \frac{d\varphi_3}{dt} = \omega_3$, тогда получим скорость сегментов косилки:

$$V = \frac{ds}{dt} = - (l_H (-\sin(\varphi_H)) \dot{\varphi}_H + r_K (-\sin(\varphi_3)) \dot{\varphi}_3),$$

$$V = l_H \omega_H \sin(\varphi_H) + r_K \omega_3 \sin(\varphi_3). \quad (7)$$

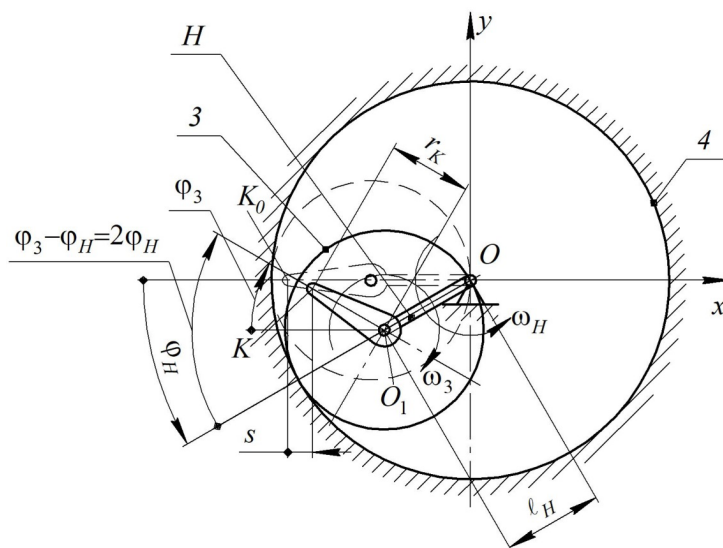


Рисунок 2 – Вид сверху на планетарный привод Шумахера

При заданных ранее параметрах построены графики законов движения (рис. 3).

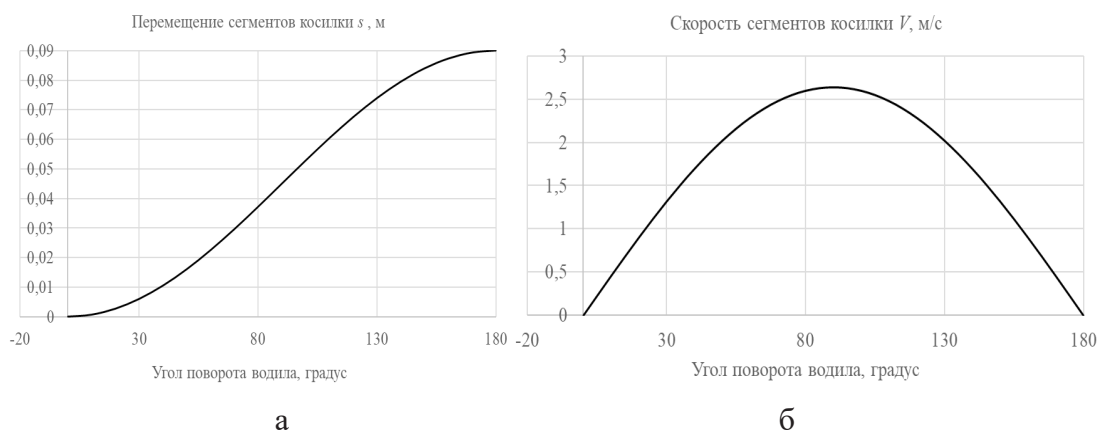


Рисунок 3 – Диаграммы перемещения (а) и скорости (б) сегментов косилки в зависимости от угла поворота водила

Согласно представленным диаграммам (графикам) можно отметить, что перемещение ножей косилки происходит по закону косинуса, а скорость ножей изменяется по закону синуса. Этим механизм выгодно отличается от традиционного кривошипного механизма привода ножей косилок. Но эти результаты получены для привода Шумахера с соотношением чисел зубьев 36 к 18. При этом сателлит совершает точно 2 полных оборота внутри ко-

рончатого колеса за полный оборот водила. Также следует отметить, что точки сателлита, лежащие на делительной окружности, совершают прямолинейное движение.

Выводы. Представлена методика расчета хода ножей сегментно-пальцевой косилки. Ход зависит от модуля передачи, длины водила и радиуса кривошипа и определяется по формулам (4) и (5). Также получены зависимости (6) и (7) для определения перемещений ножей косилки и их скоростей. Так, ход ножей при длине водила $l_H = 18$ мм и радиусе кривошипа $r_K = 27$ мм изменяется по закону косинуса и составляет 90 мм при повороте водила на 180° . Скорость ножей изменяется по закону синуса и достигает максимума 2,64 м/с при угле поворота водила 90° .

Список литературы

1. Лебедев, Л. Я. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / Л. Я. Лебедев, А. В. Костин, А. Г. Иванов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2014. – 204 с.
2. Костин, А. В. Использование систем автоматизированного проектирования при конструировании элементов машин на примере компас 3D / А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевская ГСХА, 2015.
3. Применение компьютерных и автоматизированных систем в образовательном процессе / А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019.
4. Лебедев, Л. Я. Проектирование, расчет и основы конструирования деталей машин в приводах технологического оборудования АПК: учеб. пособ. / Л. Я. Лебедев. – Ижевск, 2018.
5. Теория механизмов и машин: методические указания и индивидуальные задания / Сост. Ю. А. Боровиков, А. Г. Иванов. – Ижевск, 2012.
6. Шакиров, Р. Р. Лабораторные работы по теории механизмов и машин: электронное учебное пособие / Сост. Ю. А. Боровиков, Л. Я. Лебедев, А. Г. Иванов, Р. Р. Шакиров. – Ижевск, 2014.
7. Орлов, Н. В. Кинематические особенности планетарного привода Шумахера / Н. В. Орлов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2022. – С. 2249–2253.
8. Смышляева, Д. Р. Кинематические особенности планетарного привода Шумахера Pro-Drive 85MНv GK ASM04 / Д. Р. Смышляева, Р. Р. Хакимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2022. – С. 1120–1124.

9. Расчет кинематических параметров грохотного картофелекопателя ККМ-1 / Д. М. Петров, А. В. Костин, А. Г. Иванов [и др.] // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Международ. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 214–218.

10. Иванов, А. Г. Определение избыточных связей в плоских механизмах / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Международ. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019.

УДК 621.833-036.5-049.32

**А. В. Костин¹, А. Г. Иванов¹,
А. П. Бодалев², Д. Р. Смышляева¹, Р. Р. Хакимов¹**

¹Удмуртский ГАУ

²ООО «ТРК «Прогресс»

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ

Предлагается инженерная методика проектирования изношенных пластиковых колес различной оргтехники и их изготовления при помощи аддитивных технологий. Показан пример изготовления колеса на 3D-принтере.

Актуальность. В настоящее время при проектировании новых машин и устройств, промышленных и бытовых приборов используется тенденция гарантированного срока службы и закономерного износа, то есть машины проектируются таким образом, что после гарантийного срока службы происходит выход из строя какой-либо детали в ответственном узле. При этом компании-производители зачастую предлагают замену узла целиком, без ремонта или замены отдельной детали. Это приносит прибыль компании, но повышает затраты на эксплуатацию изделий для потребителей. Но одновременно с этим развитие получили аддитивные технологии, например, 3D-печати пластиковых деталей. Такие технологии позволяют самостоятельно производить замену изношенных пластиковых деталей, например, зубчатых колес. Однако для этого следует использовать инженерные и конструкторские навыки.

Цель: разработать инженерную методику восстановления изношенных пластиковых колес.

Задачи: показать на примере методику обмера и расшифровки зубчатых косозубых колес; показать пример разработки 3D-модели колеса и подготовки её к печати, указать режимы печати колес из полиамида (Nylon).

Материалы и методика. При исследовании применялись методы геометрического синтеза зубчатых эвольвентных передач, модуль проектирования передач Компас 3d, технологии и оборудование 3D-печати (принтер Stereotech530 HYBRID, программа Stereotech STE Slicer).

Результаты исследований. При работе многофункционального устройства (МФУ) в Удмуртском государственном аграрном университете произошло естественное старение лентопротяжного механизма и физический износ одного из множества зубчатых приводных колес (рис. 1).

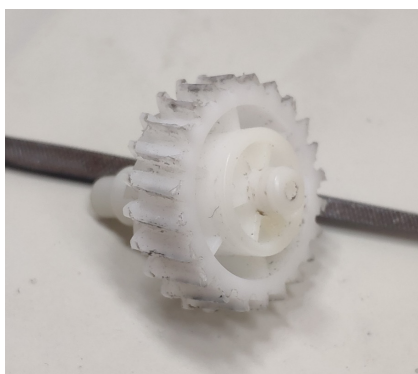


Рисунок 1 – Изношенное приводное зубчатое колесо

Преподавателями и студентами инженерного факультета Удмуртского ГАУ было получено задание на изготовление данного колеса. Отдельно такое колесо из пластика не купить, следует покупать новое МФУ. Изготовление его традиционными технологиями (путем нарезания колеса) было нерентабельно для единичного изделия. Форма колеса слишком сложная, имеет множество вспомогательных конструктивных элементов, в том числе зубчатую корончатую полумуфту храпового механизма, то есть требуется много операций механической обработки. Было принято решение напечатать данное колесо на 3D-принтере. Для этого вначале следует создать 3D-модель. Основными параметрами для построения модели колеса являются угол наклона зубьев β° , модуль m , мм, число зубьев z , угол профиля инструментальной

рейки α° , коэффициент высоты головки зуба h_a^* , коэффициент радиального зазора c^* , коэффициент смещения x [1–5]. Согласно используемой на кафедре методике обмера и расшифровки зубчатых колес можно применять 2 способа по определению основных параметров. Однако вследствие сильного износа рабочих поверхностей зубьев использовать длину общей нормали не представляется возможным. Поэтому следует использовать способ по измеряемым диаметрам окружности вершин и впадин. Путем подсчета и измерения было установлено, что число зубьев z равно $z = 23$, диаметр окружности вершин $d_a = 26,1$ мм, диаметр окружности впадин $d_f = 21,4$ мм. При стандартных коэффициентах $h_a^* = 1,0$ и $c^* = 0,25$ получаем из известного соотношения модуль передачи [5]:

$$h_s = h_2 + h_n = (2h_a^* + c^*)m = \frac{d_a - d_f}{2}, \quad (1)$$

где h_s – высота зуба, мм;

h_2 – высота головки зуба, мм;

h_n – высота ножки зуба, мм.

Из формулы (1) получаем модуль:

$$m = \frac{d_a - d_f}{2(2h_a^* + c^*)} = \frac{26,1 - 21,4}{2 \times (2 \times 1,0 + 0,25)} = 1,04 \text{ мм}. \quad (2)$$

По стандарту выбираем модуль $m = 1,0$ мм, угол профиля рейки $\alpha = 20^\circ$.

Определение коэффициента смещения проводили по размерам диаметров окружностей вершин и впадин:

$$d_a = mz + 2h_a^*m + 2x_1m,$$

тогда

$$x_1 = \frac{d_a - mz - 2h_a^*m}{2m} = \frac{26,1 - 23 \times 1 - 2 \times 1 \times 1}{2 \times 1} = 0,55, \quad (3)$$

$$d_f = mz - 2(h_a^* + c^*)m + 2x_2m,$$

тогда

$$x_2 = \frac{d_f - mz + 2(h_a^* + c^*)m}{2m} = \frac{21,4 - 23 \times 1 + 2 \times (1 + 0,25) \times 1}{2 \times 1} = 0,45. \quad (4)$$

После принимаем коэффициент коррекции

$$x = \frac{x_1 + x_2}{2} = \frac{0,55 + 0,45}{2} = 0,5. \quad (5)$$

Угол наклона зубьев определили приближенно путем прокатки на бумаге и измерения следов, получили $\beta = 7,5^\circ$. Построили модель (рис. 2) [6, 7].

Для печати колеса был выбран материал полиамид (нейлон), который имеет достаточно большую усадку, поэтому модель была увеличена в объеме на 2 %. После STL модель колеса загрузили в программу слайсер для создания G-кода. Была использована оригинальная программа компании Stereotech STE Slicer (рис. 3).

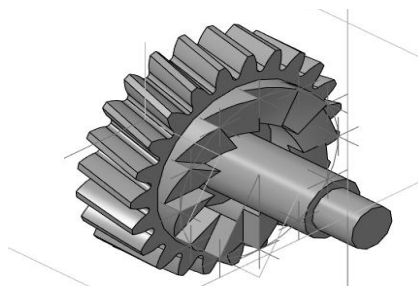


Рисунок 2 – 3D-модель зубчатого колеса

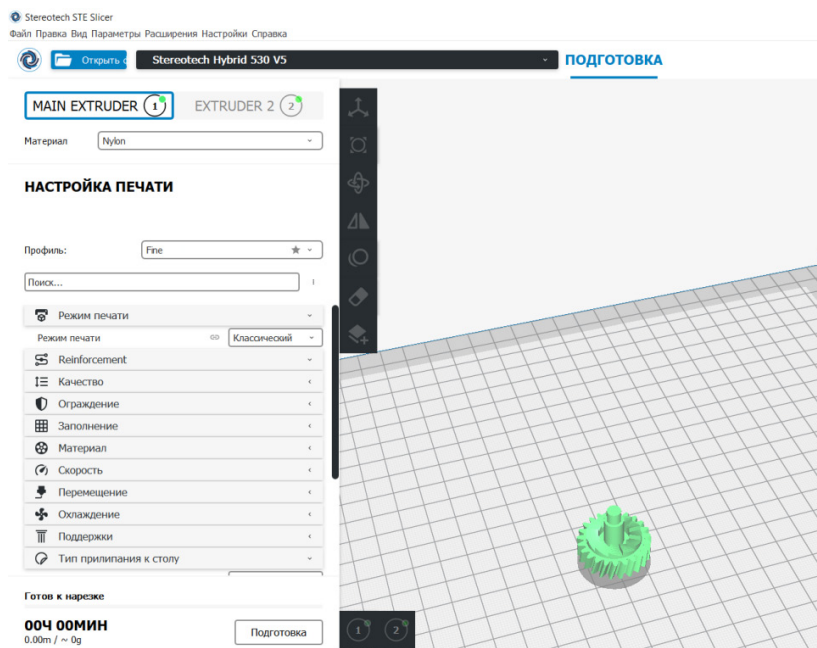


Рисунок 3 – Рабочее окно программы Stereotech STE Slicer

Параметры печати были выбраны такими (табл. 1).

Таблица 1 – Параметры печати модели колеса

Наименование параметра	Величина
Материал печати и производитель	Nylon Volprint
Заполнение, %	98
Высота слоя, мм	0,2
Ширина линии (диаметр сопла), мм	0,3
Толщина стенки, дна и крышки, мм	1,2
Скорость печати, мм/с	30
Температура стола, °С	60
Температура сопла, °С	240
Ретракт, мм	3
Скорость ретракта, мм/с	10
Обдув модели, %	max 20
Тип прилипания к столу	подложка
Время печати, час.	3,5
Масса пластика с учетом поддержек, г	7...10
Себестоимость печати колеса без учета моделирования, руб.	690

После печати получили изделие, представленное на фото (рис. 4).

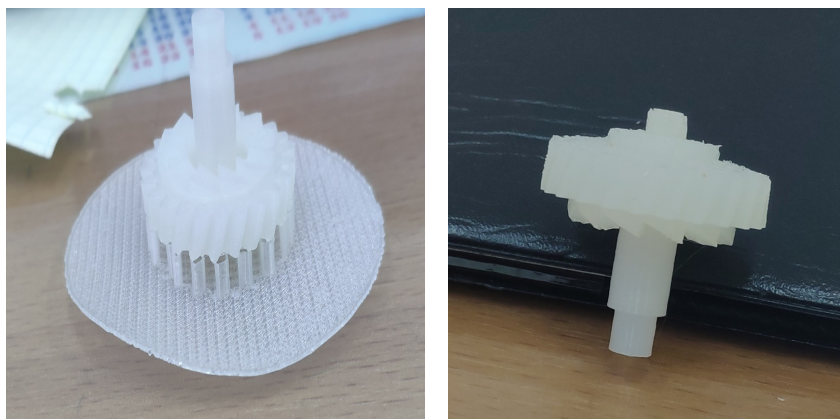


Рисунок 4 – Напечатанное колесо с поддержками (а) и после постобработки (б)

Выводы. Предлагается апробированная и работающая инженерная методика печати пластиковых зубчатых колес из полиамида (Nylon), которая позволяет спроектировать и получить единичное изделие. Данная аддитивная технология пригодна в восстановительном ремонте изделий с ограниченным диапазоном нагрузок.

Список литературы

1. Лебедев, Л. Я. Детали машин и основы конструирования: учеб. пособ. / Л. Я. Лебедев, А. В. Костин, А. Г. Иванов. – Ижевск, 2014. – 204 с.
2. Иванов, А. Г. Определение избыточных связей в плоских механизмах / А. Г. Иванов, Р. Р. Закирова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Международ. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019.
3. Теория механизмов и машин: методические указания и индивидуальные задания / Сост. Ю. А. Боровиков, А. Г. Иванов. – Ижевск, 2012.
4. Лебедев, Л. Я. Проектирование, расчет и основы конструирования деталей машин в приводах технологического оборудования АПК: учеб. пособ. / Л. Я. Лебедев. – Ижевск, 2018.
5. Шакиров, Р. Р. Лабораторные работы по теории механизмов и машин: электр. учеб. пособ. / Сост. Ю. А. Боровиков, Л. Я. Лебедев, А. Г. Иванов, Р. Р. Шакиров. – Ижевск, 2014.
6. Костин, А. В. Использование систем автоматизированного проектирования при конструировании элементов машин на примере компас 3D / А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевская ГСХА, 2015.
7. Применение компьютерных и автоматизированных систем в образовательном процессе / А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019.

УДК 631.3:635.21

**В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов,
В. И. Ширококов, К. Л. Шкляев, Е. А. Поздеев**
Удмуртский ГАУ

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ ФОРМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Выполнено обоснование технологического комплекса машин для возделывания картофеля в условиях малых форм хозяйствования, представлены результаты расчётов технико-экономических показателей, выраженные в виде эксплуатационных затрат двух технологий возделывания картофеля.

Актуальность. В настоящее время около 90 % картофеля производится в условиях малых форм хозяйствования, куда относятся фермерские и личные подсобные хозяйства (ЛПХ) населения. Для этой категории хозяйств требуются малогабаритные машины и оборудование, отвечающее специфическим условиям возделывания картофеля на мелкоконтурных участках.

Цель работы. Снижение производственных затрат при возделывании картофеля в условиях малых форм хозяйствования.

Задачи. Определить эксплуатационные затраты сравниваемых технологий.

Материалы и методы. Производство картофеля в крупных с.-х. предприятиях рентабельно при возделывании картофеля на больших площадях с использованием высокопроизводительной и дорогостоящей техники, что непосильно для фермерских хозяйств и ЛПХ населения. Поэтому за основу принимается стратегия выбора комплекса машин для фермерских и личных подсобных хозяйств населения.

ЛПХ населения, с учётом их условий и особенностей производства картофеля по Волго-Вятскому региону России, подразделяются на три группы с площадью полевого участка до 3 га (28 %), 3–8 га (25 %), 9–33 (25 %) [1–3].

При этом большая доля тракторов для этой категории хозяйств относится к тяговому классу 1,4 и 2 кН (МТЗ-80/82).

Для выбора технологии и обоснования комплекса машин необходимо учитывать материальные и трудовые ресурсы, почвенно-климатические условия, финансовое состояние хозяйств.

С учётом вышеизложенного принимаем весь комплекс машин применительно к условиям малых форм хозяйствования (табл. 1).

Таблица 1 – Комплекс машин для возделывания картофеля

Технологическая операция	Комплекс машин	
	Традиционная технология	Усовершенствованная технология
Внесение органики	МТЗ-82+РОУ-6	
Вспашка зяблевая	МТЗ-82+ПЛН-3-35+БЗСС-1,0	МТЗ-82+ПЛН-3-35+БВ-1,0
Внесение мин. удобрений	МТЗ-82+Л-116	
Весенняя обработка почвы	МТЗ-82+ПЛН-3-35+БЗСС-1,0	МТЗ-82+ПЛН-3-35+БВ-1,0
Посадка	МТЗ-82+КСМ-4	МТЗ-82+Л-201

Технологическая операция	Комплекс машин	
	Традиционная технология	Усовершенствованная технология
Гербицидная обработка	МТЗ-82+ОН-400 (ОН-600)	
Довсходовая обработка	МТЗ-82+КОН-2,8 МТЗ-82+КОН-2,8	МТЗ-82+КОН-2,8М
Послевсходовая обработка и окучивание	МТЗ-82+КОН-2,8 МТЗ-82+КОН-2,8	МТЗ-82+КОН-2,8М МТЗ-82+КОН-2,8М
Опрыскивание фунгицидами, инсектицидами	МТЗ-82+ ОН-400 МТЗ-82+ ОН-400	МТЗ-82+ ОН-400
Измельчение ботвы	МТЗ-82+РЛЗ-4 («хлесталка»)	МТЗ-82+БИ-2,1
Уборка картофеля	МТЗ-82+КТН-2В	

Эксплуатационные затраты – это затраты денежных средств на выполнение технологической операции, выраженные в руб/га [4, 5]:

$$S_n = \sum S_a + \sum S_{pt} + S_{тсм} + S_{зн} + S_m,$$

где $\sum S_a$ – сумма затрат на амортизацию (полное восстановление), руб/га;

$\sum S_{pt}$ – сумма затрат на текущий ремонт и техническое обслуживание, руб/га;

$S_{тсм}$ – затраты на топливно-смазочные материалы, расходуемые при работе агрегата, руб/га;

S_m – затраты на материалы (химикаты, удобрения, посадочный материал);

$S_{зн}$ – затраты на оплату труда механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих агрегат.

Для лучшей наглядности выделим затраты на материалы в отдельную группу из общих эксплуатационных затрат.

Затраты на материалы (химикаты, удобрения, посадочный материал) [3]:

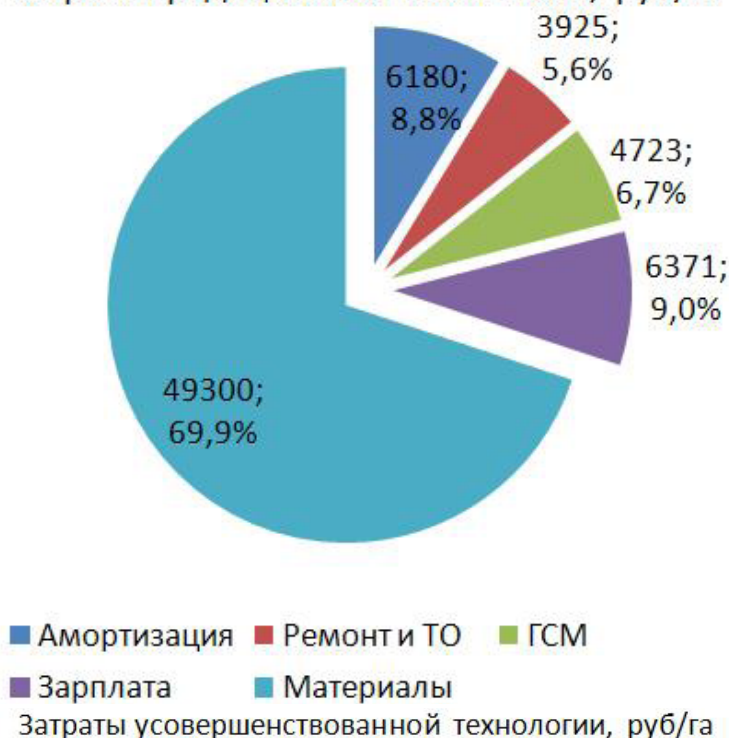
$$S_m = H_v \times C_k,$$

где H_v – норма внесения ядохимикатов, удобрений, высадка клубней, кг/га, т/га;

C_k – цена ядохимикатов, удобрений и семенного картофеля, руб/кг, руб/т.

Из-за большого объёма расчетов полученные результаты эксплуатационных затрат приводим в виде диаграмм (рис. 1).

Затраты традиционной технологии, руб/га



Затраты усовершенствованной технологии, руб/га

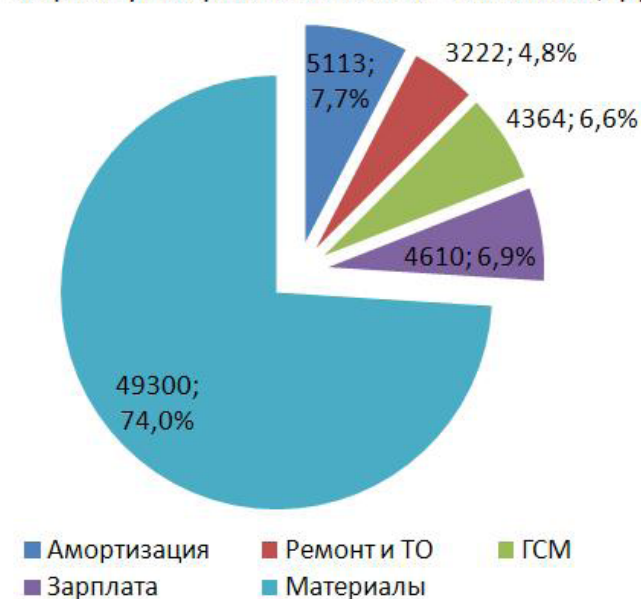


Рисунок 1 – Эксплуатационные затраты сравниваемых технологий

Как видно из диаграммы, основная доля суммарных затрат в любой из технологий приходится на материалы, при этом её доля в усовершенствованной технологии возросла с 69,9 % до 74,0 %. Однако остальные эксплуатационные затраты уменьшились от 4,8 % до 7,7 %.

Выводы:

1. Технология и предлагаемый комплекс машин для возделывания картофеля экономически оправдан применительно к малым формам хозяйствования.

2. Снижение эксплуатационных затрат обусловлено увеличением производительности машин за счет уменьшения количества проходов агрегатов с использованием величины междурядья 75 см.

Список литературы

1. Максимов, А. А. Расчет основных параметров и режима работы встряхивающей решетки картофелекопателя / А. А. Максимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2232–2235.

2. Анализ износа сошника сеялки Primera DMC 9000 фирмы Amazone (Германия) / В. Ф. Первушин, О. С. Федоров, В. И. Ширококов [и др.] // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 211–213.

3. Первушин, В. Ф. Результаты исследования экспериментальных машин для удаления ботвы картофеля / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 146–152.

4. Обзор устройств для очистки вороха картофеля от примесей / И. И. Хузяметов, В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов [и др.] // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 228–233.

5. Шинкаренко, С. Р. Усовершенствование конструкции ротационного рыхлителя / С. Р. Шинкаренко // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2314–2316.

**В. А. Петров, М. А. Витвинова,
В. И. Ширококов, В. Ф. Первушин**
Удмуртский ГАУ

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВИБРОСЕПАРАТОРА ЗЕРНА

Приведен анализ факторов, влияющих на эффективность работы вибрационного сепаратора для очистки зерна перед дроблением от твёрдых неорганических примесей, и предложены наиболее значимые.

Актуальность. Для дробления зерна животным в агропромышленном комплексе используются дробилки, работающие по принципу ударного разрушения. Рабочими органами дробилок являются шарнирно подвешенные молотки, решёта и деки. Такое устройство характерно для дробилок закрытого типа. А в дробилках открытого типа решето вынесено за пределы дробильного барабана. Независимо от типа дробилки, ресурс работы определяется интенсивностью изнашивания рабочих органов. Как известно [1, 3, 9], износ рабочих органов дробилки также приводит к снижению качества конечного продукта. Причиной повышения интенсивности изнашивания является ряд факторов. Одним из них является попадание твёрдых неорганических примесей в дробильный барабан.

В сравнении с дробилками открытого типа в дробилках закрытого типа интенсивность изнашивания выше вследствие того, что решето расположено в дробильном барабане и препятствует выведению попавших туда твёрдых неорганических примесей. Исследованиями [8] установлено, что и качество конечного продукта в дробилках открытого типа выше и предложена схема модернизированной дробилки [5].

Проведен ряд исследований по повышению износостойкости некоторых рабочих органов: молотков и решёт [2, 3].

Известно также, что существующие устройства для сепарации твёрдых неорганических примесей из зернового вороха перед дроблением работают не эффективно, допуская их попадание в дробильную камеру [4, 8]. Одним из перспективных устройств для сепарации твёрдых неорганических примесей из зерна перед дроблением являются конструкции, использующие

вибрацию как самой дробилки, так и отдельный виброгрохот [5]. Принцип работы заключается в следующем: поток зерна, попадая на вибрлоток устройства, превращается в «псевдожидкость», и твёрдые неорганические примеси погружаются и удерживаются, например, порожком. А очищенное зерно направляется в дробильную камеру. Для исследования работы таких устройств необходимо выявить факторы, влияющие на эффективность их работы.

Поэтому целью работы является повышение эффективности очистки зерна перед дроблением от твёрдых неорганических примесей. Задачами исследований являются: проведение факторного анализа на основании предыдущих исследований; выявление значимых факторов.

Материалы и методы. Работа проводилась, основываясь на ранее проведённых исследованиях [5–7]. В качестве целевой функции принята скорость погружения твёрдых неорганических примесей в «псевдожидкость», которая позволяет рассчитать рабочую длину вибрлотка. В качестве примеси принят гравий, имеющий наименьшую плотность. Анализ факторов проводился методом априорного ранжирования.

Результаты исследований. Ранее проведённые исследования вибрационных установок показали, что на рабочий процесс влияет большое количество факторов: конструктивно-технологические – размеры, масса, амплитуда, частота, углы наклона вибрлотка, толщина зернового материала на вибрлотке и др. и физико-механические – размеры и форма зерна и примесей, их плотность, насыпная масса, коэффициенты трения, угол естественного откоса и др. Используя методику априорного ранжирования факторов, построена диаграмма, приведённая на рисунке 1. Список факторов в явном виде представлен в таблице 1.

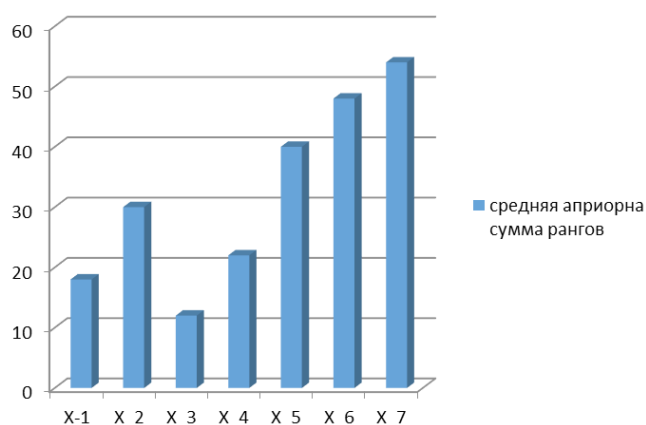


Рисунок 1 – Априорное ранжирование факторов

Таблица 1 – Расшифровка факторов

Факторы	Код фактора
$\rho_{пр}$ – плотность примеси	X_1
$\rho_з$ – плотность зерна	X_2
A – амплитуда колебаний	X_3
ν – частота колебаний	X_4
α – угол наклона лотка	X_5
$\omega_з$ – влажность зерна	X_6
$h_в$ – высота слоя зерна	X_7

Если использовать вибрацию дробилки и принять частоту колебаний равной частоте вращения дробильного барабана, можно исключить фактор X_4 . Также можно исключить фактор X_6 как соответствующий нормативным требованиям при хранении зерна.

Для определения значимости факторов и их сочетаний необходимо создать план и провести многофакторный эксперимент.

Выводы. Факторный анализ показал, что для исследования вибрационного устройства для очистки зерна от неорганических примесей наиболее значимыми факторами могут быть: плотности зерна и примесей, угол наклона вибрлотка и толщина слоя зерна на вибрлотке, а также – амплитуда колебаний.

Список литературы

1. Влияние износа решета на качественные и энергетические показатели работы дробилки / В. И. Ширококов, А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков, В. А. Баженов [и др.] // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора А. И. Любимова. 20 июля 2020 г. – Ижевск. – Том II. – С. 126–132.
2. Ипатов, А. Г. Повышение работоспособности сепарирующего решета дробилки зерна закрытого типа / А. Г. Ипатов, В. И. Ширококов, М. А. Кубалов // Известия ФГБОУ ВО Горский государственный аграрный университет. – 2018. – № 55 (1). – С. 112–119. (148 с.).
3. Ипатов, А. Г. Влияние высокоскоростного лазерного упрочнения сепарирующего решета на работоспособность молотковой дробилки / А. Г. Ипатов, В. И. Ширококов, С. Н. Шмыков // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 5.

4. Исследование показателей работы дробилки закрытого типа / В. И. Ширококов, П. В. Дородов, Л. Я. Новикова, А. Г. Ипатов [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 11. – С. 16–17.

5. Пат. 172549 Российская Федерация, МПК В02С 13/00 (2006.01), Дробилка для зерна с вибрационным отделителем неорганических примесей / Ширококов В. И., Баженов В. А., Жигалов В. А., Петров В. А., Витвинова М. А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА – № 2016145551; заявл. 21.11.2016; опубл. 12.07.2017, Бюл. № 20. – 2 с.: ил.

6. Результаты экспериментальных исследований вибрационного отделителя примесей из зерна / В. А. Баженов, А. А. Мякишев, В. А. Петров [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2016. – ISSN 2227–9407 № 12 (67). – С. 27–35.

7. Результаты предварительных исследований вибрационного отделителя примесей для дробилок зерна / В. И. Ширококов, В. А. Баженов, А. А. Мякишев, А. Г. Бастригов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3 (44). – С. 61–68 (72 с.).

8. Ширококов, В. И. Анализ качества измельченного зерна при использовании дробилок открытого и закрытого типов / В. И. Ширококов, О. С. Федоров, А. Г. Ипатов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2 (58) С. 69–74. – 76 с.

9. Quality and energy indicators of grain crusher as a function of screen wear / V. Shirobokov, O. Fedorov, A. Ipatov [and others.] // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. – 2020. – Т. 8. – № 3. – С. 710–715.

УДК 539.219.2

В. А. Петров

Удмуртский ГАУ

ПОВЫШЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ ВБЛИЗИ РАЗГРУЗОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ ПРИ ОПТИМАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Представлены результаты экспериментальных исследований напряженного состояния в модели детали, ослабленной трещиной и системой отверстий у ее вершин. Применение оптимальных разгрузочных отверстий позволяет снизить концентрацию напряжений вблизи вершины трещины в 1,64 раза, что эффективнее высверливания останочного отверстия на 15 %.

Актуальность. Повышение прочности элементов конструкций при хрупком разрушении в условиях циклического нагруже-

ния добиваются применением различных конструктивных решений и технологических приемов [19, 22–24]. Этому, в частности, способствует переход от плоского деформированного состояния к плоскому напряженному, при котором пластическое течение материала менее стеснено, и, следовательно, выше сопротивление росту трещины [1, 2, 6, 7]. С этой целью могут использоваться, например, вставки, набранные из пластин. На том же принципе основано применение «мягких» прослоек, помещаемых в местах возможного развития трещины. Ее торможение определяется нарушением энергетического баланса в пользу сопротивления распространению трещины. Суть другого способа заключается в создании зоны разгрузки или области сжимающих напряжений в местах возможного образования или развития трещины, что может быть достигнуто поверхностной обработкой, созданием перегрузок, предварительно или в процессе эксплуатации, постановкой остановочных полос (на болтах или наваренных). Использование так называемых «слабых» барьеров, требующих для своего разрушения дополнительных затрат энергии, позволяет остановить движущуюся трещину или, изменив ее траекторию, развернуть в безопасном направлении [1, 10, 11, 12–14, 16, 18]. В ряде случаев в детали может быть предусмотрена заранее или выполнена в процессе развития усталостной трещины система остановочных и разгрузочных отверстий [13] (рис. 1).

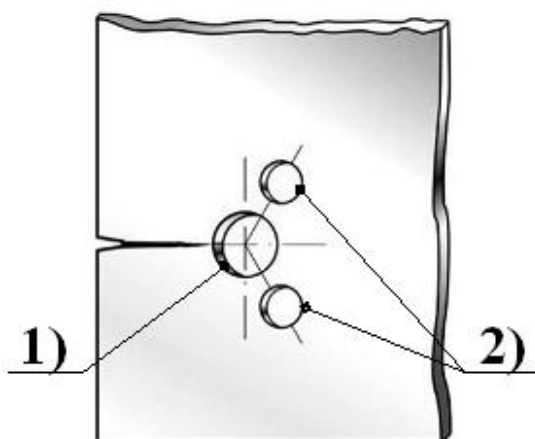


Рисунок 1 – Система (1) остановочных и (2) разгрузочных отверстий перед фронтом усталостной трещины

Расчетная схема для решения прямой и обратной задачи оптимального проектирования разгрузочных отверстий вблизи вершины трещины представлена на рисунке 2.

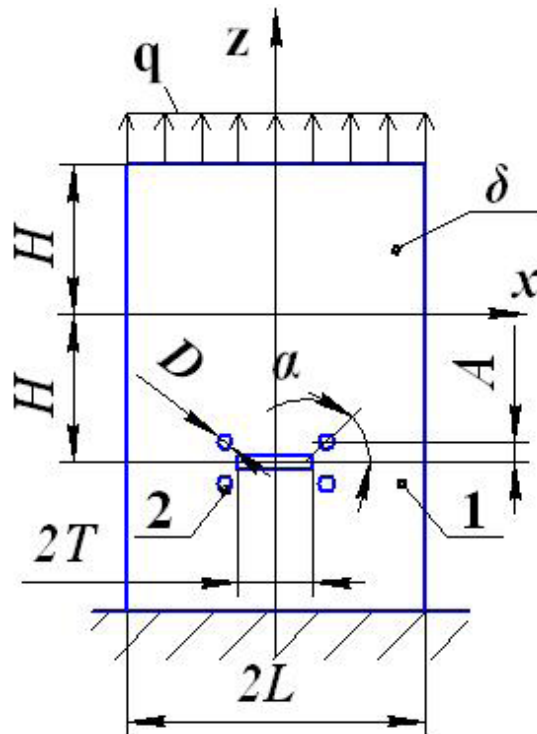


Рисунок 2 – Расчетная схема плоской детали с горизонтальным вырезом (трещиной) и системой разгрузочных отверстий при растяжении:
 1 – срединная поверхность элемента детали; 2 – разгрузочное отверстие

По результатам теоретических исследований [10] была разработана математическая модель оптимального проектирования разгрузочных отверстий вблизи вершины растущей трещины и составлена программа для ЭВМ в среде пакета программ Maple [13]. Здесь заданными величинами являются: нагрузка q , Н/м; параметры размеров детали и трещины H , L , δ , T . Необходимо определить неизвестные параметры оптимизации: приведенный (усредненный) диаметр отверстий D , расстояние от трещины до отверстия A и угол α . Так, при $t = T/2T = 0,5$; $L/T = 10$; $H/T = 9,5$; $\delta = 1$; $\sigma_n = \frac{2qL}{(2L - 2T)\delta} = 10/9 q$

расчетами получены следующие значения параметров оптимизации: $D/2T = 0,2$; $A/2T = 0,15$; $\alpha = 45^\circ$. Для проверки полученного решения необходимо провести исследования на физических моделях деталей с трещинами [2–5, 8, 9, 11, 13, 17, 20, 25, 26].

Целью работы является экспериментальное исследование напряженного состояния на лазерном полярископе в модели плоской детали, ослабленной трещиной и системой разгрузочных отверстий у ее вершины.

Задачи исследования: 1. Изготовить оптически прозрачный элемент плоской детали с вырезом (модель с трещиной), с одним

остановочным отверстием и двумя разгрузочными отверстиями возле ее вершин. 2. Определить максимальные касательные напряжения у краев трещины методами физического моделирования [10, 13, 15, 16, 18, 20, 21] и провести анализ эффективности мероприятий, повышающих трещиностойкость конструктивного элемента.

Материалы и методы. Для исследования напряженного состояния возле различных концентраторов используем функцию распределения максимальных касательных напряжений τ_{max} [10, 12, 13, 15, 16, 18, 21]

$$g_{\tau} = 2 \tau_{max} / \sigma_n,$$

где σ_n – номинальное напряжение в детали без концентратора напряжений, найденное по примерным формулам науки о сопротивлении материалов.

Коэффициент концентрации напряжений будет определяться как наибольшее значение функции распределения напряжений [1, 10, 14, 18]

$$\alpha = |g_{\tau}|_{max}.$$

Для определения коэффициента концентрации и закона распределения максимальных касательных напряжений применялся лазерный полярископ ЛПП-1 и оптически прозрачная модель детали с горизонтальным вырезом [13, 15, 21] (рис. 3).

Здесь приняты следующие значения: $2t = 5$ мм; $\delta = 7,17$ мм; $2l = 50$ мм; $d/2t = 0,2$; $2ql = 1962$ Н; $\sigma_n = \frac{2ql}{(2l - 2t)\delta} = 6,08$ МПа. $D = 0,2 \times 2t = 1$ мм; $A = 0,15 \times 2t = 0,75$ мм; $\alpha = 45^\circ$.

Экспериментальное значение максимальных касательных напряжений при помощи ЛПП-1 определялось по следующей зависимости [15, 21]:

$$\tau_{max} = \tau_0 \left(\arcsin \sqrt{\frac{A}{A_{max}}} - \theta \right),$$

где A – показания микроамперметра выходного сигнала с фотоприемника;

$\tau_0 = 2,3$ МПа, $A_{max} = 38$ мкА, $\theta = 0,274$ – тарировочные постоянные физического моделирования.

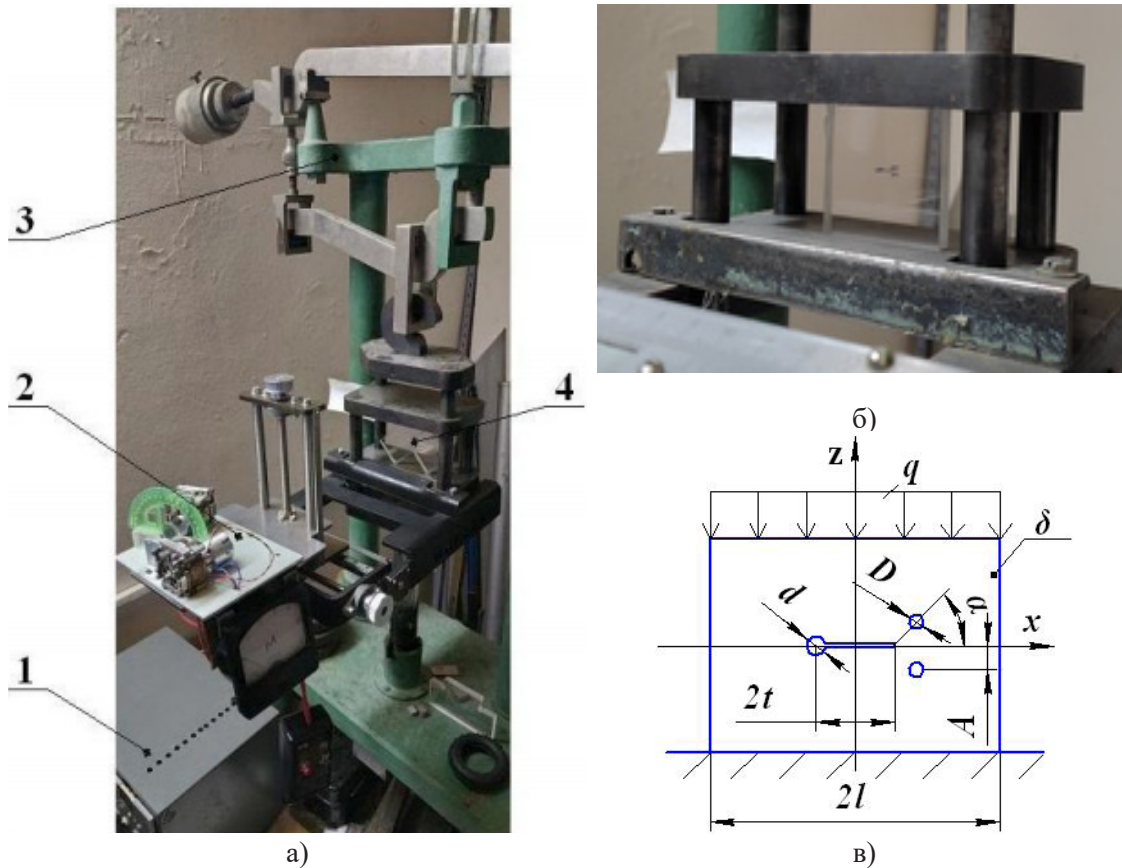


Рисунок 3 – Внешний вид оптико-механической установки а), модель детали с горизонтальной трещиной (вырезом) и системой отверстий б), и ее расчетная схема между опорными плитами нагрузочного устройства в):
 1 – блок питания; 2 – лазерный полярископ ЛП-1; 3 – нагрузочное устройство;
 4 – модель детали из плексигласа

Результаты исследований. Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 4.

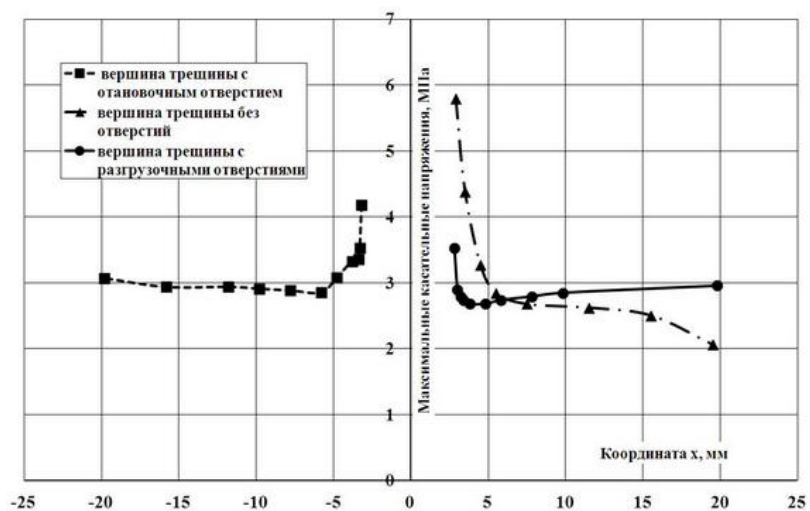


Рисунок 4 – Экспериментальные эпюры максимальных касательных напряжений при $z = 0$ возле вершин трещины

Эмпирический коэффициент концентрации максимальных касательных напряжений для вершины горизонтального выреза (модели трещины) без отверстий составил $\alpha = |2 \tau_{\max} / \sigma_n|_{\max} = 2 \times 5,80/6,08 = 1,9$, для вершины с остановочным отверстием при $d/2t = 0,2 - \alpha = 2 \times 4,17/6,08 = 1,37$, а для вершины с двумя разгрузочными отверстиями и оптимальными геометрическими параметрами – $\alpha = 2 \times 3,52/6,08 = 1,16$.

Выводы и рекомендации:

1. Остановочное отверстие развивающейся трещины снижает концентрацию напряжений на 28 % при $d/2t = 0,2$.
2. Оптимальные разгрузочные отверстия снижают концентрацию напряжений вблизи вершины трещины в 1,64 раза и эффективнее остановочного отверстия на 15 %.

Список литературы

1. Evaluation of the process of pelleting for pre-sowing treatment of flax seeds / R. A. Trefilov, P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 ноября 2019 г. / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 421. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62010.
2. Improving the reliability of the hammer grain crusher by optimal design of the paddle wheel / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, V. A. Petrov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042039.
3. Investigation of the main mechanical characteristics of plastics for three-dimensional printing of machine parts models / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 г. / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52041.
4. Rigidity, creep and dynamic strength of plastics for three-dimensional printing of machine parts / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, P. L. Lekomcev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 г. / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52045.
5. Simulation of the stress state during blade wear and optimal design of the grain crusher wheel / P. V. Dorodov, V. A. Petrov, L. Y. Lebedev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042037.

6. Автономная система электроснабжения установки для обеззараживания поверхностей ИК-излучением в защищенном грунте / И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, А. М. Ниязов [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69. – № 2 (47). – С. 20–24.
7. Анализ конструкций вагонотолкателей / А. Г. Иванов, А. В. Костин, П. В. Дородов [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 70–75.
8. Басалгин, М. В. Испытание на сжатие образцов из пластика PLA для трехмерной печати деталей механизмов / М. В. Басалгин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА: сборник статей / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2139–2144.
9. Дородов, П. В. Динамическая прочность пластобетона / П. В. Дородов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, Ижевск, 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 67–73.
10. Дородов, П. В. Исследование напряжений в окрестности плоского горизонтального выреза / П. В. Дородов, А. В. Кулагин // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 2 (20). – С. 438–442.
11. Дородов, П. В. Об оптимальной форме срединной поверхности лопасти колеса барабана молотковой дробилки зерна / П. В. Дородов // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 241–252.
12. Дородов, П. В. Проектирование оптимального макрорельефа переходной поверхности угловых элементов деталей машин / П. В. Дородов // Динамика механических систем: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева, Казань – Ижевск, 23–24 сентября 2021 г. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 231–237.
13. Дородов, П. В. Расчет деталей машин с концентраторами напряжений и оптимизация их формы / П. В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – 182 с.
14. Дородов, П. В. Расчет местных напряжений в угловых зонах рамных конструкций / П. В. Дородов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 100–107.
15. Дородов, П. В. Совершенствование установки для исследования напряженно-деформированного состояния в плоских прозрачных моделях деталей

сельскохозяйственной техники / П. В. Дородов, Н. В. Гусева // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 4. – С. 10–13.

16. Ерохин, М. Н. Уточненный расчет и определение коэффициента концентрации напряжений в деталях машин, ослабленных боковыми вырезами / М. Н. Ерохин, П. В. Дородов // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 4. – С. 77–83 (16).

17. Игнатъев, К. А. Испытание на растяжение образцов из пластика PET-G для 3D-печати деталей машин / К. А. Игнатъев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2197–2200.

18. Концентрация напряжений в стыках конструкционных элементов сельхозмашин / П. В. Дородов, А. Г. Иванов, А. В. Костин [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 38–40.

19. Модернизированный пылеуловитель для дробилок зерна / В. И. Ширококов, Л. Я. Новикова, С. Н. Шмыков [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 216–219.

20. Петров, В. А. Физическое моделирование износа лопастного барабана молотковой дробилки при оптимальном проектировании / В. А. Петров, П. В. Дородов, Л. Я. Лебедев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 2 (34). – С. 74–80.

21. Полярископ для определения разности главных напряжений в плоских моделях, изготовленных из оптически малочувствительных прозрачных материалов / В. П. Беркутов, Н. В. Гусева, П. В. Дородов, М. М. Киселев // Вестник ИжГТУ. – 2008. – № 4 (40). – С. 108–110.

22. Применение инфракрасного нагрева при обеззараживании почвы в защищенном грунте и механизм распространения тепла / П. В. Дородов, И. Г. Поспелова, И. В. Возмищев, И. В. Титов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69. – № 2 (47). – С. 59–64.

23. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с.

24. Разработка функционально-морфологической модели сошника для высадки рассады овощных культур / В. Л. Фадеев, Н. Г. Касимов, П. В. Дородов [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 3 (35). – С. 97–108.

25. Тронин, Д. М. Испытание на сжатие образцов из пластика PET-G для трехмерной печати деталей механизмов / Д. М. Тронин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2288–2292.

26. Хакимов, Д. Р. Испытание на растяжение образцов из пластика PLA для 3D-печати конструкционных элементов / Д. Р. Хакимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2304–2307.

УДК 631.3.023:004.925.8

М. З. Салимзянов¹, Д. А. Мокеев¹, М. Н. Калимуллин²

¹*Удмуртский ГАУ*

²*ФГБОУ ВО Казанский ГАУ*

3D-МОДЕЛЬ РАМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ ДЛЯ КУЛЬТИВАЦИИ, ОКУЧИВАНИЯ И БОТВОУДАЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ КОМПАС 3D

Представлена с использованием системы КОМПАС-3D трехмерная общая модель рамы сельскохозяйственной машины для культивации с.-х. культур, окучивания и удаления ботвы картофеля.

Актуальность. Проблема разработки сельскохозяйственных машин для одновременного или последовательного выполнения комплекса работ или операций являлась и является актуальной задачей до сих пор как в научном, так и производственном плане развития отрасли АПК страны и мира в целом. Это развитие технологической и технической модернизации машин в сельском хозяйстве выражается в виде создания комбинированных или универсальных машин [3, 7–14].

При возделывании картофеля и других культур до настоящего времени используются производительные широкозахватные одно- или двухоперационные машины и при этом предусматриваются в эксплуатации с использованием тракторов по тяговому классу 0,9 и 1,4 [1, 2, 4–6, 15].

Поэтому с целью поиска универсальности машины и импортозамещения в нашей стране предлагается новая разработка широкозахватной складывающейся рамы сельскохозяйственной машины для культивации культур, окучивания и удаления ботвы картофеля.

Цель исследования: разработка трехмерной модели 4-рядной складывающейся рамы сельскохозяйственной машины для культивации, окучивания и удаления ботвы картофеля.

Задачи исследований:

1. Выяснить общую схему пространственной рамы сельскохозяйственной машины, удовлетворяющей расположению рабочих органов для культиватора, окучника и ботводробителя.

2. Спроектировать в графической среде «Компас» от компании Аскон твердотельную 3D-модель 4-рядную складывающуюся раму сельскохозяйственной машины для культивации, окучивания и удаления ботвы картофеля.

Научная новизна заключается в разработке универсальной рамы сельскохозяйственной машины с возможностью исполнения трех различных операций в растениеводстве для культивации, окучивания и удаления ботвы картофеля.

Материалы и методы. Разработка новой универсальной рамы проводилась с использованием системы автоматизированного проектирования (САПР) программы твердотельного проектирования в среде 3D-Компас от компании Аскон и базируется на широком использовании простого трубного профиля или швеллера в раме, что будет способствовать унификации конструкций [5–6].

Большинство картофелепроизводителей используют гребневую технологию возделывания с междурядьем 70 или 75 см и стремятся эксплуатировать производительную широкозахватную 4-рядную, 6-рядную технику с применением стандартных стрельчатых лап [10]. Поэтому заложим в характеристики будущей универсальной машины 4-рядность рамы (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика универсальной рамы культиватора, окучника, ботводробителя

Показатели	Значения
1. Габаритные размеры (д×ш×в), мм: - в рабочем положении - в транспортном положении	1640×3130×1170 1640×2130×1170
2. Рабочая ширина захвата, мм	2800; 3000
3. Масса, кг: - без рабочих органов - с рабочими органами	200 350
4. Тяговый класс к применению	0,9; 1,4

Представлена схема 4-рядной складывающейся универсальной рамы для культиватора, окучника и ботводробителя на рисунке 1 и рисунке 2 в транспортном и рабочем положении. Рядность предусматривает междурядье гребня как по технологии 70 см, так и 75 см.

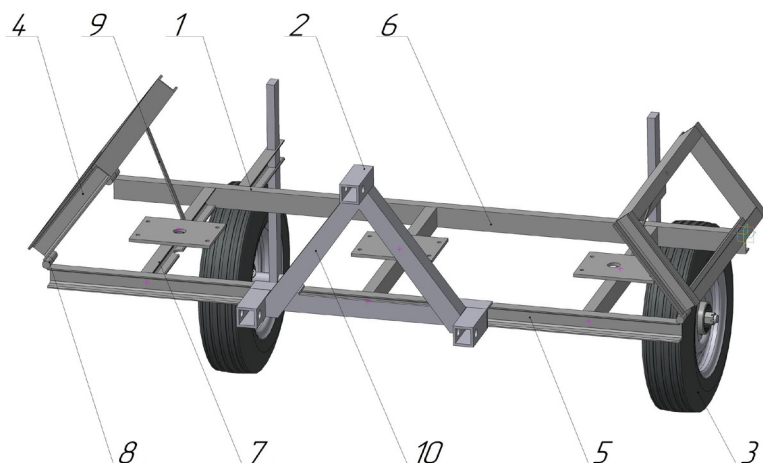


Рисунок 1 – 3D-модель пространственной 4-рядной рамы культиватора, окучника и ботводробителя в транспортном положении

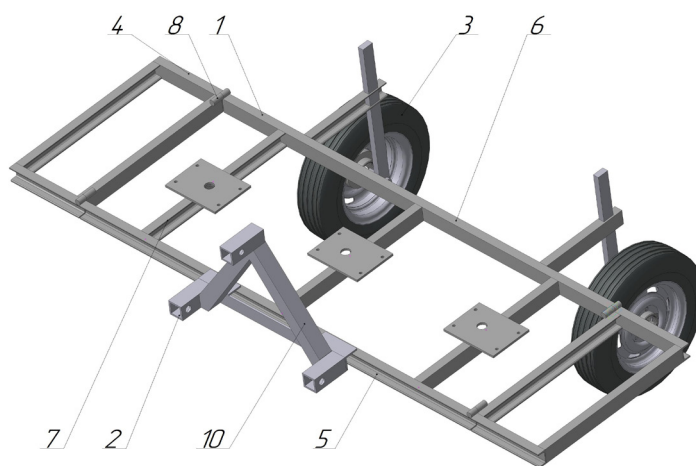


Рисунок 2 – 3D-модель пространственной 4-рядной рамы культиватора, окучника и ботводробителя в рабочем положении

Универсальная 4-рядная рама представляет собой основную 2-рядную раму 1 спереди с верхней навеской 2, опирающуюся на задние опорные колеса 3 и дополнительно справа и слева от основной рамы расположены складывающиеся боковые рамки 4, которые дают возможность охвата по одному ряду с каждой стороны рамы.

Рама состоит из швеллера или трубных профилей продольных передней, задней балок 5, 6 и поперечных балок 7. Дополнительные боковые рамки 4 с шириной междурядья состоят из профиля и соединяются с рамой с помощью шарнирного устройства 8 или поворотных петель. В рабочем положении рамки удерживаются петлями и упираются на раму, а в транспортном положении боковые рамки поднимаются вручную поворотом петель и крепятся к раме, удерживаясь с помощью упорной планки 9. Навеска состоит из двух наклонно-вертикальных стоек 10.

Установка стрелчатых лап в шахматном порядке с перекрытием на продольных и поперечных балках рамы позволяет реализовать культиватор для сплошной обработки почв для различных культур.

Установка окучников либо рыхлителей или ротационных боронок по междурядью позволяет реализовать культиватор-окучник для междурядной обработки культур.

Установка на раму по центру редуктора и исполнение от него через ременную передачу на расстоянии колеи трактора двух рабочих органов в виде цепей, тросов или ножей с шириной междурядья позволяет реализовать ботводробитель.

Результаты исследований. Универсальность 4-рядной складывающейся рамы сельскохозяйственной машины заключается в создании универсальной 3-операционной машины для различных работ: культивации, окучивания и ботводробления. К примеру, культиватор может укомплектовываться стрелчатыми лапами в шахматном порядке с перекрытием на продольных и поперечных балках, окучник укомплектовывается ротационными боронками или окучниками по междурядью, ботводробитель устанавливается по центру редуктора и через ременную передачу на расстоянии колеи трактора – два рабочих органа в виде цепей, тросов или ножей с шириной междурядья, что делает раму 4-рядную применимой на всех операциях.

Выводы. Представлена трехмерная модель в системе Компас-3D 4-рядной новой универсальной складывающейся общей рамы с её характеристикой для создания 3-операционной сельскохозяйственной машины в виде культиватора, окучника и удаления ботвы картофеля.

Список литературы

1. Салимзянов, М. З. Экспериментальная установка для удаления ботвы картофеля / М. З. Салимзянов // Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Ижевск, 26–28 февр. 2003 г. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2003. – С. 194–195.
2. Салимзянов, М. З. Выбор средств малой механизации для возделывания картофеля в личных хозяйствах / М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов, В. П. Чукавин // Механизация и электрификация с.-х. – 2009. – № 6. – С. 37–38.
3. Салимзянов, М. З. Современные проблемы науки и производства в агроинженерной сфере: учеб. пособ. / Сост.: М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – 59 с.

4. Салимзянов, М. З. Обоснование конструктивно-геометрических параметров и режимов работы рабочего органа для измельчения ботвы: дис. ... канд. техн. наук / М. З. Салимзянов; ГУ ЗНИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого. – Киров, 2006. – 155 с.

5. Новый роторно-пальчатый картофелекопатель / М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин, Р. Р. Шакиров [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 5. – С. 12–13.

6. Проектно-экспериментальный роторно-пальчатый картофелекопатель / М. З. Салимзянов, В. Ф. Первушин, Р. Р. Шакиров, М. Н. Калимуллин // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международ. научной конф., посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии. Отв. за вып. И. Ш. Фатыхов. – Ижевск, 2021. – С. 159–163.

7. Комбинированные агрегаты для скашивания и заделки сидератов / М. Н. Калимуллин, Р. К. Абдрахманов, Р. М. Латыпов [и др.] // Перспективы развития аграрных наук: материалы Международ. науч.-практ. конф.: тезисы докладов, Чебоксары, 10 апреля 2020 г. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 177–178.

8. Устройство для удаления ботвы корнеклубнеплодов / М. Н. Калимуллин, Д. М. Исмагилов, И. И. Давлиев, М. З. Салимзянов // Материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета, Казань, 26–27 марта 2022 г. – Казань: Казанский ГАУ, 2022. – С. 138–143.

9. Экспериментальная установка для удаления ботвы картофеля / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов [и др.] // Сельский механизатор. – 2022. – № 5. – С. 6–7.

10. Первушин, В. Ф. Результаты исследований экспериментальных машин для удаления ботвы картофеля / В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов, Н. Г. Касимов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА, 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 146–152.

11. Improvement of technology and machines for growing potatoes in agriculture. / M. Salimzyanov, V. Pervushin, R. Shakirov, M. Kalimullin. // Engineering for Rural Development Volume 19, 2020, Pages 1423-1430 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2020; Jelgava; Latvia; 20 May 2020.

12. Substantiation of design and parameters of rotary harrow for preemployment processing ridge planting of potatoes. / M. Salimzyanov, V. Pervushin, N. Kasimov., M. Kalimullin. // Engineering for Rural Development Volume 19, 2020, Pages 1431-1436 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2020; Jelgava; Latvia; 20 May 2020 до 22 May 2020.

13. To question of determining design parameters of working body of rotary chopper of tops / M. Kalimullin, D. Ismagilov, R. Abdrakhmanov, M. Salimzyanov, R. Latypov // Engineering for Rural Development Volume 19, 2020, Pages 1224–1229, 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD 2020; Jelgava; Latvia; 20 May 2020 до 22 May 2020.

14. Combined units for mowing and sealing of siderates / M. Kalimullin, R. Abdrakhmanov, R. Latypov, N. Pushkarenko, I. Maksimov, M. Salimzyanov, R. Sharipov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International AgroScience Conference, AgroScience 2020" 2020. С. 012028.

15. Development and theoretical study of the impact of the working body on the soil / M. N. Kalimullin, M. Z. Salimzyanov, V. F. Pervushin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources", Kazan, 26–28 мая 2022 г. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00056.

УДК 656.025.4

Е. П. Стрелкова, Д. А. Вахрамеев, А. А. Аношенков
Удмуртский ГАУ

ОРГАНИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ОБЪЕЗДА ТОЧЕК ТОРГОВОЙ СЕТИ АВТОМОБИЛЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Решение транспортной задачи с целью доставки товарной продукции сельскохозяйственного производства методами транспортной логистики обеспечивает снижение эксплуатационных расходов в течение всего года. Рассмотрены вопросы организации сборно-развозочных маршрутов автомобилями сельскохозяйственных предприятий, проводящих переработку продукции собственного производства.

Актуальность. Решение транспортной задачи организации мелкопартионных перевозок по сборно-развозочным маршрутам осуществляется на основе метода функций «выгоды», более известного по фамилиям английских математиков Кларка и Райта [4]. Но метод Кларка-Райта не гарантирует оптимальный порядок объезда пунктов внутри маршрута. Поэтому после получения кольцевых сборно-развозочных маршрутов необходимо для каждого маршрута решить задачу оптимального объезда пунктов в маршруте с целью сокращения общего пробега на маршруте. Учитывая, что продукция доставляется круглогодично, необ-

ходимо учесть и ряд аспектов, связанных с тепловой подготовкой агрегатов автомобиля [1–3].

Целью работы является оптимизация кольцевых сборно-развозочных маршрутов путем определения минимальных расстояний объезда точек торговой сети.

Задачи:

- обосновать возможность использования для решения транспортной задачи метод сумм (метод комивояжера);
- определить оптимальные маршруты при организации автомобильных перевозок сельскохозяйственной продукции.

Материалы и методы. Одним из наиболее эффективных и простых методов решения задачи рационального объезда точек в маршруте является метод сумм. В качестве исходных данных для этого метода необходима матрица кратчайших расстояний между пунктами маршрута.

Рассмотрим пример доставки молочной продукции в торговую сеть сельскохозяйственным предприятием АО «Путь Ильича». Найдем оптимальный вариант объезда точек в маршруте 1, который проходит через пункты 0-5-8-7-4-3-2-1-0, которые являются точками торговой сети. Матрица кратчайших расстояний между пунктами этого маршрута приведена в таблице 1. В итоговой строке каждой таблицы проставим сумму расстояний по каждому столбцу.

Затем выбираем семь пунктов маршрута, имеющих наименьшие суммы в итоговой строке. В данном случае это пункты 0, 5, 8, 4, 3, 2, 1, которые образуют кольцевой маршрут 0-1-2-3-4-5-8-0. В маршрут необходимо вставить пункт со следующей минимальной суммой в итоговой строке. В данном примере это пункт 7, он является последним пунктом, входящим в маршрут.

Пункт 7 может быть вставлен в маршрут между следующими парами пунктов: (0 и 1), (1 и 2), (2 и 3) (3 и 4), (4 и 5), (5 и 8), (8 и 0). Чтобы определить, между какими пунктами его следует вставить, необходимо найти минимально возможное увеличение длины маршрута 7; обусловленное включением пункта 7 в маршрут 0-1-2-3-4-5-8-0. Величину Δl_{ij} находят по формуле

$$\Delta l_{ij} = l_{ik} + l_{kj} + l_{ij}, \quad (1.1)$$

где i и j – пункты, между которыми предполагается вставить новый пункт в маршрут;

k – вставляемый в маршрут пункт;

l_{ik}, l_{kj}, l_{ij} – расстояние между соответствующими пунктами.

Результаты исследований.

Таблица 1 – Исходные данные и результат для построения оптимальной последовательности объезда пунктов на маршруте 0-5-8-7-4-3-2-1-0

	0	1	2	3	4	5	7	8
0	0	10	18	18	19	19	18	21
1	10	0	13	13	14	14	13	15
2	18	13	0	0,9	1,7	1,7	1	4,1
3	18	13	0,9	0	1,1	1,2	1,5	4,7
4	19	14	1,7	1,1	0	2,2	2,4	5,6
5	19	14	1,7	1,2	2,2	0	0,8	3,4
7	18	13	1	1,5	2,4	0,8	0	3,4
8	21	15	4,1	4,7	5,6	3,4	3,4	0
Σ	123	92	40,4	40,4	46	42,3	40,1	57,2

Определим по формуле (1.1) увеличение длины маршрута 0-1-2-3-4-5-8-0 при включении в него пункта 7:

$$\begin{aligned} \Delta l_{0-1} &= l_{0-7} + l_{7-1} - l_{0-1} = 18 + 13 - 10 = 21, \\ \Delta l_{1-2} &= l_{1-7} + l_{7-2} - l_{1-2} = 13 + 1 - 13 = 1, \\ \Delta l_{2-3} &= l_{2-7} + l_{7-3} - l_{2-3} = 1 + 1,5 - 0,9 = 1,6, \\ \Delta l_{3-4} &= l_{3-7} + l_{7-4} - l_{3-4} = 1,5 + 2,4 - 1,1 = 2,8, \\ \Delta l_{4-5} &= l_{4-7} + l_{7-5} - l_{4-5} = 2,4 + 0,8 - 2,2 = 1, \\ \Delta l_{5-8} &= l_{5-7} + l_{7-8} - l_{5-8} = 0,8 + 3,4 - 3,4 = 0,8, \\ \Delta l_{8-0} &= l_{8-7} + l_{7-0} - l_{8-0} = 3,4 + 18 - 21 = 0,4. \end{aligned}$$

Таблица 2 – Исходные данные и результат для построения оптимальной последовательности объезда пунктов на маршруте 0-12-13-14-10-9-11-6-0

	0	12	13	14	10	9	11	6
0	0	25	24	24	22	24	23	19
12	25	0	1,1	1,5	5,7	7,1	1,7	6,5
13	24	1,1	0	0,6	5,1	6,5	1,3	6
14	24	1,5	0,6	0	4,7	6,1	1,2	6
10	22	5,7	5,1	4,7	0	1,4	4,1	4,7
9	24	7,1	6,5	6,1	1,4	0	5,5	6,3
11	23	1,7	1,3	1,2	4,1	5,5	0	4,9
6	19	6,5	6	6	4,7	6,3	4,9	0
Σ	161	48,6	44,6	44,1	47,7	56,9	41,7	53,4

Определим по формуле (1.1) увеличение длины маршрута 0-12-13-14-10-9-6-0 при включении в него пункта 11

$$\begin{aligned}\Delta l_{0-12} &= l_{10-11} + l_{11-12} - l_{0-12} = 23 + 2,7 - 25 = -0,3, \\ \Delta l_{12-13} &= l_{12-11} + l_{11-13} - l_{12-13} = 1,7 + 1,3 - 1,1 = 1,9, \\ \Delta l_{13-14} &= l_{13-11} + l_{11-14} - l_{13-14} = 1,3 + 1,2 - 0,6 = 1,9, \\ \Delta l_{14-10} &= l_{14-11} + l_{11-10} - l_{14-10} = 1,2 + 4,1 - 4,7 = 0,6, \\ \Delta l_{10-9} &= l_{10-11} + l_{11-9} - l_{10-9} = 4,1 + 5,5 - 1,4 = 8,2, \\ \Delta l_{9-6} &= l_{9-11} + l_{11-6} - l_{9-6} = 5,5 + 4,9 - 6,3 = 4,1, \\ \Delta l_{6-0} &= l_{6-11} + l_{11-0} - l_{6-0} = 4,9 + 23 - 19 = 8,9.\end{aligned}$$

Выводы и рекомендации. Минимальное увеличение длины маршрута и определяет место вставки нового пункта в маршрут. Минимальное увеличение длины маршрута по таблице 1, равное 0,4, получается при вставке пункта 7 в маршрут между пунктами 8 и 0. Таким образом, маршрут примет следующий вид: 0-1-2-3-4-5-8-7-0.

Минимальное увеличение длины маршрута по таблице 2 и определяет место вставки нового пункта в маршрут. Минимальное увеличение длины маршрута, равное -0,3, получается при вставке пункта 11 в маршрут между пунктами 0 и 12. Таким образом, маршрут примет следующий вид: 0-11-12-13-14-10-9-6-0.

Список литературы

1. Анализ критериев экономической эффективности применения предпусковой тепловой подготовки автотракторных двигателей и агрегатов трансмиссии / Е. А. Потапов, А. В. Афонин, А. А. Мартюшев [и др.] // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2021. – С. 166–172.
2. Обоснование выбора методов предпусковой тепловой подготовки для разных типов двигателей внутреннего сгорания / Е. А. Потапов, А. А. Мартюшев, Д. А. Вахрамеев // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией. – Ижевск, 2021. – С. 161–166.
3. Пути повышения эффективности эксплуатации автотракторных дизелей в условиях низких температур / Е. А. Потапов, И. Ю. Тюрин, А. А. Мартюшев [и др.] // Аграрный научный журнал. – Саратов, 2022. – № 9. – С. 112–114.

4. Решение транспортной задачи доставки товарной продукции сельскохозяйственного предприятия в торговую сеть с использованием задач логистики / Е. П. Стрелкова, Д. А. Вахрамеев, А. А. Кавыев [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2021. – С. 195–199.

УДК 539.219.2

И. Т. Хакимов
Удмуртский ГАУ

О СНИЖЕНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В ПЛОСКИХ ДЕТАЛЯХ С ТРЕЩИНОЙ ВБЛИЗИ ОСТАНОВОЧНОГО ОТВЕРСТИЯ

Приводятся экспериментальные результаты исследования напряженного состояния в модели детали, ослабленной трещиной с остановочным отверстием у ее вершины. Остановочное отверстие снижает концентрацию напряжений в 1,4 раза.

Актуальность. Повышение эксплуатационных нагрузок сельхозтехники и использование высокопрочных материалов деталей значительно повышают опасность хрупкого разрушения [1, 3, 11–14, 17, 18].

Поэтому для обеспечения надежности изделие должно быть спроектировано и изготовлено так, чтобы оно сохраняло работоспособность при наличии трещин и разрушившихся элементов. Конструкцию технической системы принято считать надежной, если растущая трещина никогда не достигнет критической величины за весь расчетный период эксплуатации [9, 11, 13].

Повышения сопротивления элементов конструкций хрупкому разрушению добиваются, применяя различные конструктивные решения и технологические приемы, например, высверливание в плоских деталях остановочных и разгрузочных отверстий вблизи вершины усталостной трещины [4–7]. Для расчета на прочность подобных элементов деталей необходимо знать коэффициент концентрации напряжений α , который равен отношению максимального напряжения для ослабленного сечения к номинальному напряжению без учета концентрации напряжений. Исследованию напряженного состояния возле вершины трещины, моделью которой

является тонкий вырез, и вблизи отверстия в отдельности методами теории упругости и механики разрушения, а также экспериментальным путем посвящено множество научных работ [4–8, 12]. Однако мало исследована эффективность применения разгрузочных и остановочных отверстий при снижении концентрации напряжений вблизи вершины растущей трещины.

Целью работы является экспериментальное исследование концентрации напряжений в модели плоской детали, ослабленной трещиной с остановочным отверстием у ее вершины.

Задачи исследования: 1. Изготовить оптически прозрачный элемент плоской детали с вырезом (модель с трещиной) с одним остановочным отверстием у ее вершины. 2. Определить максимальные касательные напряжения у краев трещины методами физического моделирования [2, 10, 15, 16, 19–21] и провести анализ эффективности мероприятий, повышающих трещиностойкость конструктивного элемента.

Материалы и методы. Для исследования напряженного состояния возле различных концентраторов используем функцию распределения максимальных касательных напряжений τ_{max}

$$g_{\tau} = 2 \tau_{max} / \sigma_n,$$

где σ_n – номинальное напряжение в детали без концентратора напряжений, найденное по примерным формулам науки о сопротивлении материалов.

Коэффициент концентрации напряжений будет определяться как наибольшее значение функции распределения напряжений:

$$\alpha = |g_{\tau}|_{max}.$$

Для определения коэффициента концентрации и закона распределения максимальных касательных напряжений применялся лазерный полярископ ЛП-1 и оптически прозрачная модель детали с горизонтальным вырезом [8, 12] (рис. 1).

Здесь приняты следующие значения: $2t = 5$ мм; $\delta = 7,17$ мм; $2l = 50$ мм; $d/2t = 0,2$; $2ql = 1962$ Н; $\sigma_n = \frac{2ql}{(2l - 2t)\delta} = 6,08$ МПа.

Экспериментальное значение максимальных касательных напряжений при помощи ЛП-1 определялось по следующей зависимости:

$$\tau_{max} = \tau_0 \left(\arcsin \sqrt{\frac{A}{A_{max}}} - \theta \right),$$

где A – показания микроамперметра выходного сигнала с фотоприемника;

$\tau_0 = 2,3$ МПа, $A_{max} = 38$ мкА, $\theta = 0,274$ – тарировочные постоянные физического моделирования.

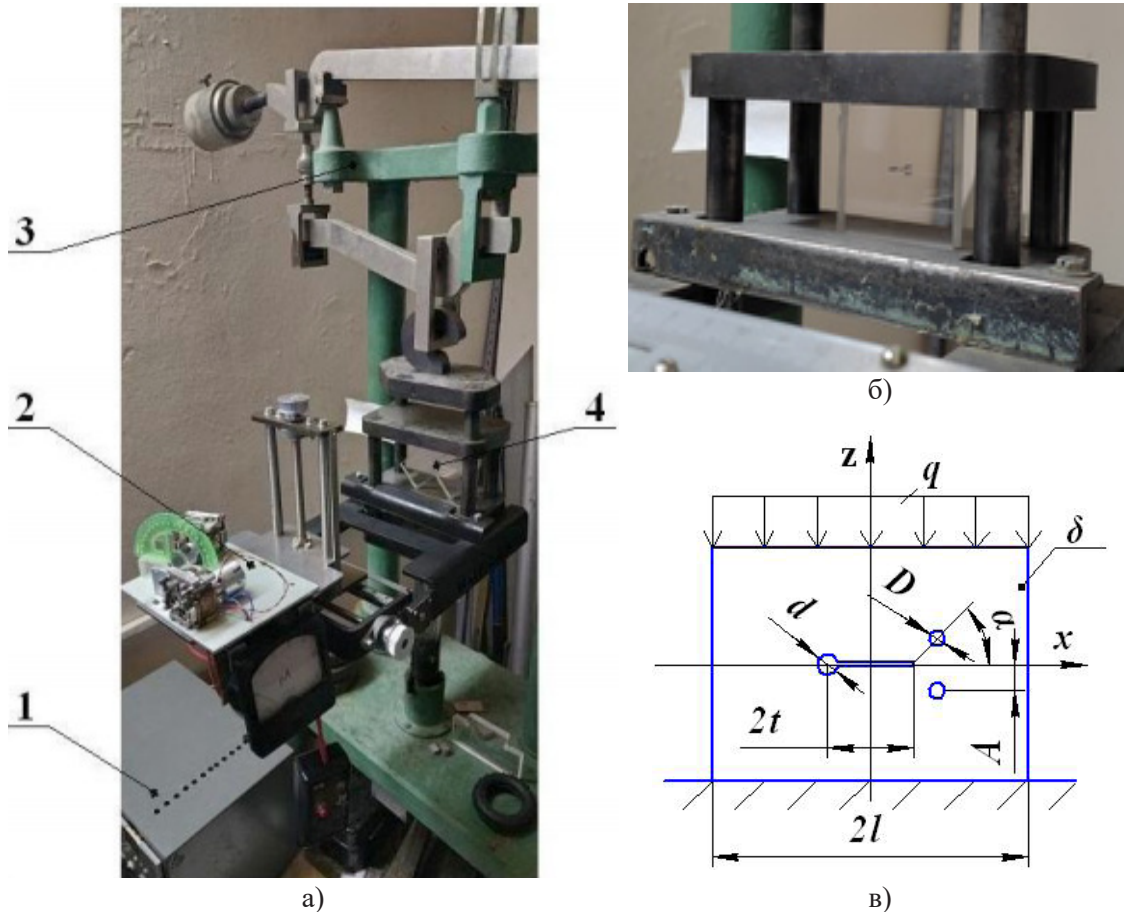


Рисунок 3 – Внешний вид оптико-механической установки а), модель детали с горизонтальной трещиной (вырезом) и системой отверстий б), и ее расчетная схема между опорными плитами нагрузочного устройства в):
 1 – блок питания; 2 – лазерный полярископ ЛП-1; 3 – нагрузочное устройство;
 4 – модель детали из плексигласа

Результаты исследований. Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 2.

Эмпирический коэффициент концентрации максимальных касательных напряжений для правой вершины горизонтального выреза (модели трещины) составил $\alpha = 2 \tau_{max}/\sigma_n|_{max} = 2 \times 5,80/6,08 = 1,9$, а для левой с остановочным отверстием при $d/2t = 0,2$ - $\alpha = 2 \times 4,17/6,08 = 1,37$, т.е. в 1,4 раза ниже.

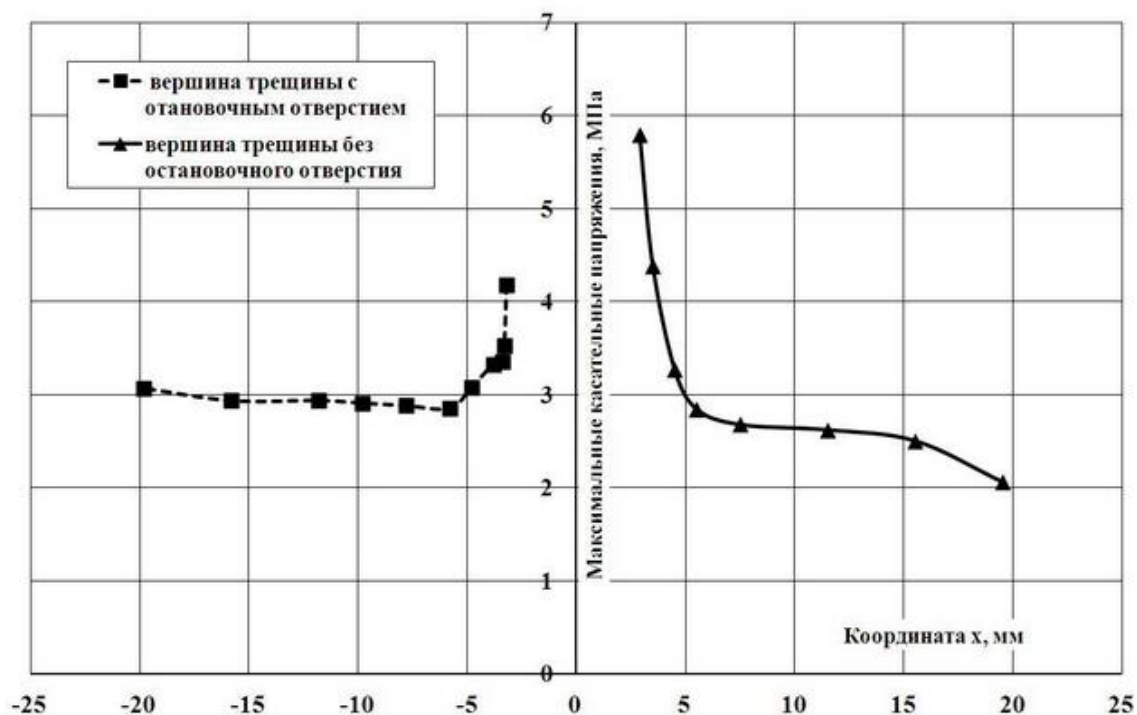


Рисунок 2 – Экспериментальные эпюры максимальных касательных напряжений при $z = 0$ возле левой (с остановочным отверстием) и правой (без остановочного отверстия) вершин трещины

Выводы и рекомендации:

1. Метод исследования напряжений в местах деталей с высоким градиентом деформаций (с вырезом сложной формы) при помощи лазерного полярископа показал свою эффективность.
2. Остановочное отверстие развивающейся трещины снижает концентрацию напряжений на 28 % при $d/2t = 0,2$, однако остается вопрос об оптимальном диаметре и расположении разгрузочных отверстий вблизи вершины трещины.

Список литературы

1. Анализ конструкций вагонотолкателей / А. Г. Иванов, А. В. Костин, П. В. Дородов [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 70–75.
2. Басалгин, М. В. Испытание на сжатие образцов из пластика PLA для трехмерной печати деталей механизмов / М. В. Басалгин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2139–2144.
3. Дородов, П. В. Динамическая прочность пластобетона / П. В. Дородов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: мате-

риалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академией, Ижевск, 11–13 ноября 2020 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 67–73.

4. Дородов, П. В. Исследование напряжений в окрестности плоского горизонтального выреза / П. В. Дородов, А. В. Кулагин // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 2 (20). – С. 438–442.

5. Дородов, П. В. Исследование напряженного состояния в пластине, ослабленной концентратором напряжений / П. В. Дородов, И. Г. Пospelова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 67–70.

6. Дородов, П. В. Проектирование оптимального макрорельефа переходной поверхности угловых элементов деталей машин / П. В. Дородов // Динамика механических систем: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А. К. Юлдашева, Казань – Ижевск, 23–24 сентября 2021 г. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 231–237.

7. Дородов, П. В. Расчет местных напряжений в угловых зонах рамных конструкций / П. В. Дородов // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 100–107.

8. Дородов, П. В. Совершенствование установки для исследования напряженно-деформированного состояния в плоских прозрачных моделях деталей сельскохозяйственной техники / П. В. Дородов, Н. В. Гусева // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 4. – С. 10–13.

9. Ерохин, М. Н. Повышение конструкционной надежности копателя-сборщика картофеля / М. Н. Ерохин, П. Л. Максимов, П. В. Дородов // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 2. – С. 8–12.

10. Игнатъев, К. А. Испытание на растяжение образцов из пластика PET-G для 3D-печати деталей машин / К. А. Игнатъев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2197–2200.

11. Петров, В. А. Физическое моделирование износа лопастного барабана молотковой дробилки при оптимальном проектировании / В. А. Петров, П. В. Дородов, Л. Я. Лебедев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 2 (34). – С. 74–80.

12. Полярископ для определения разности главных напряжений в плоских моделях, изготовленных из оптически малочувствительных прозрачных материалов / В. П. Беркутов, Н. В. Гусева, П. В. Дородов, М. М. Киселев // Вестник ИжГТУ. – 2008. – № 4 (40). – С. 108–110.

13. Применение методов механики к исследованию рабочих процессов калибрующих устройств для картофеля / А. Г. Иванов, П. Л. Максимов, Л. М. Максимов [и др.]. – Ижевск: Цифра, 2021. – 260 с.

14. Разработка функционально-морфологической модели сошника для высадки рассады овощных культур / В. Л. Фадеев, Н. Г. Касимов, П. В. Дородов [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 3 (35). – С. 97–108.
15. Тронин, Д. М. Испытание на сжатие образцов из пластика PET-G для трехмерной печати деталей механизмов / Д. М. Тронин // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2288–2292.
16. Хакимов, Д. Р. Испытание на растяжение образцов из пластика PLA для 3D-печати конструкционных элементов / Д. Р. Хакимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 2304–2307.
17. Evaluation of the process of pelleting for pre-sowing treatment of flax seeds / R. A. Trefilov, P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 ноября 2019 г. / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 421. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62010. – DOI 10.1088/1755-1315/421/6/062010.
18. Improving the reliability of the hammer grain crusher by optimal design of the paddle wheel / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, V. A. Petrov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042039.
19. Investigation of the main mechanical characteristics of plastics for three-dimensional printing of machine parts models / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, N. Y. Kasatkina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 г. / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52041.
20. Rigidity, creep and dynamic strength of plastics for three-dimensional printing of machine parts / P. V. Dorodov, V. V. Kasatkin, P. L. Lekomcev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 г. / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52045.
21. Simulation of the stress state during blade wear and optimal design of the grain crusher wheel / P. V. Dorodov, V. A. Petrov, L. Y. Lebedev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 г. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042037.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯХ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 658.512:004.5

В. Д. Белова

ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

САПР КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТНЫХ РАБОТ

Рассмотрены современные системы автоматизированного проектирования, анализируется структура, классификация, подсистемы, уровни САПР. Дана краткая характеристика зарубежных и отечественных программных продуктов САПР, занимающих лидирующие позиции на рынке. Отмечены основные преимущества и недостатки САПР. Отмечены темы и авторы исследований теоретических основ САПР и их практической реализации.

Актуальность. Автоматизация процесса проектирования объектов различного назначения приобретает особую значимость в условиях возрастающей экономической конкуренции, когда предприятия заинтересованы в выпуске новых видов продукции, повышении их качества и снижении себестоимости. Решать эти проблемы помогают современные системы автоматизированного проектирования (САПР).

Термин САПР появился в США в конце 50-х годов XX века с появлением компьютеров, первые системы реализовались через десять лет и быстро завоевали лидирующие позиции благодаря активному использованию программного обеспечения для работы с графической информацией и для интеграции различных видов данных.

САПР – это человеко-машинная система, объединяющая пользователей (конструкторы, инженеры), технические (ЭВМ, ПК) и программные средства (пакеты, программы моделирования, базы данных).

В настоящее время САПР является организационно-технической системой, состоящей из персонала, комплекса технических, программных и других средств автоматизации, реализую-

щей информационную технологию функций проектирования [6]. Основная задача САПР – повышение эффективности проектирования путем автоматизации, модификации, унификации всех этапов проектных работ, управленческих решений, рабочей документации. Нормативными документами определены две стадии создания САПР [7]:

- внешнее проектирование (предпроектные исследования, техническое задание);
- внутреннее проектирование (техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочий проект, испытания, ввод в действие).

Обязательными компонентами, входящими в состав САПР, являются: графический редактор с базой исходных элементов, подсистемы для расчета параметров конструкции и модули конструкторских документов [20]. Отличительной особенностью элементов САПР является их комплексность – КСАП (Комплекс Средств Автоматизации Проектирования), ПТК (Программно-Технические Комплексы), ПМК (Программно-Методические Комплексы).

Создание, функционирование и стандартизация автоматизированных систем проектирования базируется на их классификации – выявлении и группировке по специфичным показателям. Классификация САПР проводится по четырем характерным признакам, указанным в нормативных документах [1]:

- по отраслевому назначению (архитектурные, машиностроительные и т.д.);
- по целевому назначению (конструкторские, технологические, функциональные);
- по масштабам сложности объектов: простые (программно-моделирующие комплексы (ПМК), содержащие от 1 до 100 элементов); среднесложные (системы ПМК, содержащие от 100 до 10 тыс. элементов); высокосложные (универсальные системы программного и технического обеспечения, содержащие от 10 тыс. элементов);
- по характеру базовой подсистемы (САПР на базе машинной графики и геометрического моделирования, САПР на базе СУБД, САПР на базе отдельных прикладных пакетов и комплексные САПР).

Следует отметить, что ряд авторов научных работ дополнительно включают в классификацию САПР следующие признаки [2]:

- уровень интегративности (одноэтапный, многоэтапный, комплексный);
- уровень автоматизации (низко автоматизированные – до 25 %, среднеавтоматизированные – 25–50 %, высокоавтоматизированные – 75 %) [7];
- характер выпускаемых проектных документов (текстовые, графические, магнитные носители и все типы носителей) и их производительность (низкая – от 100 до 10 тыс. единиц, средняя – от 10 тыс. до 100 тыс., высокая – от 100 тыс. единиц) [2];
- порядок организации информационных потоков автоматизированного проектирования (отдельная рабочая станция, локальная сеть с несколькими рабочими станциями, многоуровневая система с рабочими станциями, специализированная интегрированная система с полной автоматизацией проектных работ и т.д.).

Кроме того, разработана классификация САПР по отдельным блокам, в число которых входят особенности программных решений, технические и эргономические характеристики [2].

Автоматизированная система (САПР), в соответствии с требованиями ГОСТа [3], включает в себя две подсистемы: проектирующие, непосредственно связанные с решением проектных задач, и обслуживающие, создающие условия для успешной деятельности проектирующей подсистемы [1]. Проектирующая подсистема в свою очередь подразделяется на системы объектные (специализированные проектные операции) и инвариантные (универсальные, объектно-независимые операции) [7, 14].

Обслуживающая подсистема содержит набор систем управления проектными данными, графического ввода-вывода, баз данных и обучения.

Большинство авторов исследований по темам САПР считают, что обслуживающая подсистема подразделяется на техническое, программное, математическое, информационное, лингвистическое, методическое, организационное и правовое [1, 19]. Техническое обеспечение САПР включает комплекс технических средств – персональные компьютеры, сетевое, периферийное и вспомогательное оборудование; математическое – методы, алгоритмы, модели выполняемых операций; информационное – базы данных, СУБД, информационные фонды; лингвистическое – языковые средства работы с ЭВМ и обмена данными; методическое – методики функциональных технологий САПР; организационное – инструкции,

приказы, квалификационные требования; правовое – правовые нормы и правила, регулирующие функционирование САПР.

САПР имеет целевой характер, который обеспечивается различными видами (классами) проектирования, основными из них являются CAD, CAE, CAM, CAPP [11, 15].

CAD (*Computer Aided Design*) – программный пакет, специализирующийся на создании чертежей, трехмерных объектов, проектной, конструкторской, технологической документации вплоть до разработки полного проектного комплекта. CAE (*Computer Aided Engineering*) – программный пакет, предназначенный для инженерных расчетов, анализа и симуляции физических процессов. CAM (*Computer Aided Manufacturing*) – пакет прикладных программ для реализации проектов с помощью трехмерных моделей, разработанных по стандартам CAD. Отечественным аналогом CAM является АСТПП – автоматизированная система технологической подготовки производства. CAPP (*Computer-Aided Process Planning*) – программные средства планирования технологических процессов, интегрированные с системами CAD и CAM. Многие САПР комплексно решают задачи проектирования, используя разнообразные комбинации отмеченных выше видов: CAD/CAE, CAD/CAM, CAD/CAE/CAM.

В научной литературе принято разделять систему автоматизированного проектирования (САПР) по сложности на три уровня: верхний, средний и нижний (или тяжелый, средний, легкий). Системы верхнего уровня занимают ведущие позиции в системе САПР, так как его программные продукты (например, NX, CATIA, *Pro/ENGINEER*) обеспечивают комплексное решение задач моделирования, конструирования проектируемых объектов с выполнением специфических прикладных заданий во многих сферах проектной деятельности (архитектура, строительство, машиностроение и т.д.) [23].

Программные продукты среднего уровня (*Mechanical Desktop*, *Mastercam*, *Solid Works*, *Solid Edge*, Компас-3D) обладают возможностями трехмерного моделирования и обширной базой стандартных изделий, характеризуются многообразием решений в различных режимах работы и доступностью интерфейса, используются в архитектуре, механике, геодезии, электронике и в других сферах [20].

Нижний уровень занимают программные продукты САПР, имеющие единый формат для чертежей 2D и 3D-объектов и про-

граммы моделирования конструкторской деятельности в области архитектуры и строительства (генпланы), машиностроения и т.д.

Система автоматизированного проектирования (САПР) оценивается по таким критериям, как тип, вид и сложность объекта проектирования; уровень автоматизации, организационно-технического обеспечения и т.д. Продукты САПР становятся все более привлекательным товаром на рынках, так как дают высокую прибыль, по итогам 2021 г. объем рынка САПР в мире составил 9,4 млрд долларов [17]. В рейтинге крупнейших производителей САПР отмечены компании Autodesk (США), Aveva, Bentley Systems (Великобритания), Dassault (Франция), Graebert, Nemetschek, Siemens Digital Industries (ФРГ), Hexagon (Швеция) [17].

Компания Autodesk разработала самую распространенную в мире систему AutoCAD, которая свыше тридцати лет занимает лидирующие позиции на рынке. Арсенал AutoCAD позволяет проектировать в двухмерной и трехмерной среде независимо от целевой направленности проекта. Программа стала мировым стандартом, обладая универсальным инструментарием настройки и адаптации, создания новых приложений. Система AutoCAD имеет специализированные модификации, привлекательные для специалистов разной направленности (AutoCAD Electrical, AutoCAD Mechanical и др.) [4, 13].

Альтернативой AutoCAD считается система BricsCAD (Бельгия), обладающая многоцелевым моделированием на основе формата DWG САПР. В первые годы работы система BricsCAD считалась клоном AutoCAD [19], в настоящее время этой САПР пользуются крупнейшие мировые компании. BricsCAD поддерживает BIM-технологии, свыше 400 приложений и полностью сочетается с AutoCAD. Пользователи с одобрением отнеслись к автозаполнению командной строки, динамическому выбору системы координат, улучшению функций специализированного окна диалога, суперразмеров и инструментальных наборов. Филиалы Центра разработки BricsCAD имеются в нашей стране.

Третьим поколением ЕСАД-систем стал мощный программный комплекс E3.series (разработчик – компания Zuken, Германия), обеспечивающий моделируемый подход к объектному проектированию в электротехнике и других отраслях. Объектно-ориентированная E3.series объединяет проектные методы, стандарты (ЕСКД, DIN, IES) и инновационные технологии в одно эффективное решение, позволяет выполнять полный цикл проекти-

рования систем АСУТП, КИПиА и РЗА, требуемая конструкторская документация выпускается в автоматическом режиме [4].

Российские проектировщики используют не только зарубежные продукты САПР, но и отечественные [4]. Все большей популярностью в России пользуется программный продукт T-ELEXCAD компании «Топ Системы» – профессиональная САПР с мощными параметрическими технологиями 2D, 3D-моделирования и визуализации, геометрическим ядром, новыми механизмами управления материалами и библиотеками данных, способна создавать проектно-конструкторскую документацию в кратчайшие сроки.

Классической разработкой компании «Аскон» стала система «КОМПАС», которая успешно интегрируется со многими САД-системами, имеет широкий диапазон инструментов для проектирования объектов различных отраслей и поддерживает стандарты ЕСКД, СПДС и др. Система имеет две версии: КОМПАС-3D с математическим ядром, параметрическими технологиями, многочисленными сервисными функциями и КОМПАС-График – программный пакет, созданный специально для операционных систем Windows. Преимущество системы «Компас» заключается в наличии интерфейса на русском языке, простоте и удобстве работы пользователей.

Российская платформа NanoCAD (разработчик – компания Нанософт) стала первой базовой платформой САПР, получившей свободное распространение, специализируется на проектировании и моделировании объектов различной трудности, поддерживает популярные форматы DWG, DXF.DWT, имеет инструменты, позволяющие работать с растровыми подложками, интегрирует с разными системами САПР и BIM-технологиями.

В последние годы стали активно развиваться облачные САПР, которые работают не на локальном компьютере, а в виртуальной среде, доступ к которым через браузер или через специальное приложение. Основное преимущество – использование компьютеров слабой мощности, поскольку работа проводится в облаке [13].

Развитие систем автоматизированного проектирования, повышение качества проектных работ, сокращение их сроков, рост профессиональной заинтересованности в использовании САПР – все эти процессы стали объектом исследований ученых и практиков.

Разработка методов организации внедрения САПР исследована в диссертации к.т.н. М. Н. Сучкова. Автором разработана методика реализации проекта САПР для конкретных проектных организаций с учетом их специфических условий [18].

Основы систем автоматизированного проектирования – определения, классификация, этапы создания, структура и форматы реализации САПР – детально рассмотрены в работах С. Н. Абросимова, Л. А. Бабкиной, Л. А. Залоговой, В. В. Муленко, Е. С. Нестеренко, В. В. Сенько, В. С. Семенова и В. П. Золотова [1, 6, 7, 11, 10]. Тема САПР, как важнейшего фактора современного производства, изучена В. А. Смирновым и Л. Н. Петровой, обративших особое внимание на функциональные, конструкторские и технологические характеристики САПР [12].

Несомненный интерес вызывает научное исследование И. П. Норенкова «Основы автоматизированного проектирования», в котором глубоко анализируются вопросы системного подхода к проектированию, организации моделирования, математического и технического обеспечения, интеграции САПР [8].

С 2009 г. издательство ДМК-Пресс выпускает книги серии «САПР: от А до Я», написанные преподавателями крупнейших вузов страны, ведущими специалистами компаний, разрабатывающих отечественные САПР. Портал «isicad.ru» поддерживает выпуск книг и проектов по вопросам САПР, уделяет особое внимание технологиям CAD/CAM/CAE/PLM.

Развитие САПР в течение последних десятилетий убедительно доказало преимущества разработанных в мире программных продуктов. Об этом свидетельствуют многочисленные научные публикации, авторы которых называют такие преимущества САПР, как значительное ускорение процесса проектирования и конструирования (в 1,5–3 раза), уменьшение затрат (до 20 %), улучшение качества и технического уровня проектных работ [20, 21].

Кроме того, расширяются возможности информационной поддержки; оперативного принятия решений и неоднократного использования готовых решений; доступа к передовым технологиям и 2D, 3D моделированию. Отмечается также возможность проектировать физические объекты в виртуальном рабочем пространстве, стандартизация многих опций, наличие электронных архивов и библиотек, упрощенный обмен данными, неоднократное использование текстов, графических изображений для внесе-

ния поправок, точность производимых расчетов, сокращение числа ошибок, разработка дизайна высокого качества и т.д.

Система САПР не только заменила ручной труд проектировщиков, но и открыла новые горизонты для ускорения процесса создания уникальных продуктов и изделий высокого качества.

Однако необходимо отметить негативные моменты, которые сопровождают САПР. Главным недостатком САПР считается уязвимость систем в случаях внезапного сбоя компьютерной программы или действия вирусов, в результате чего проекты могут быть потеряны или понести значительный ущерб.

Выводы и рекомендации. Внедрение автоматизированных систем проектирования требует больших финансовых затрат. Дорогостоящие пакеты программного обеспечения с расширенными функциями требуют постоянного обновления и, соответственно, новых затрат. Для обеспечения безопасности работы САПР необходимы антивирусные программы, которые стоят недешево. Для больших и сложных моделей необходимы мощные компьютеры, принтеры и плоттеры. Работа с САПР требует специалистов, прошедших специальное обучение, затраты на подготовку персонала увеличивают расходы. Развитие автоматизации имеет такое негативное последствие, как сокращение рабочих мест.

САПР открыла новую эпоху профессионального проектирования, базирующуюся на программно-техническом и информационном обеспечении. По мнению ученых и специалистов в сфере IT-технологий, перспективы развития САПР самые благоприятные, дальнейшее развитие получают инновационные инструменты цифрового проектирования, клавиатуру и мышь заменят сенсорный ввод и стилус, заработают голосовые и когнитивные сервисы, а применение облачных и мобильных технологий увеличит число пользователей САПР.

Список литературы

1. Абросимов, С. Н. Основы компьютерной графики САПР изделий машиностроения (MCAD): учебное пособие / С. Н. Абросимов. Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2014. – 206 с. ISBN 978-5-85546-798-7. – URL: <http://www.library.voenmeh.ru/snau/c4wafOoesuLrsWW.pdf> дата обращения 11.10.2022).
2. Бабкина, Л. А. Основы систем автоматизированного проектирования: конспект лекций / Л. А. Бабкина. Красноярск. 2009. – URL: <https://www.studmed.ru/view/babkina-la-konspekt-lekciy-osnovy-sistem-avtomatizirovannogo> (дата обращения 17.10.2022).

3. Бесхлебнов, И. В. Классификация САПР и их функциональное назначение / И. В. Бесхлебнов // Международный студенческий вестник, 2019. – № 6. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=19836> (дата обращения: 19.10.2022).
4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 34.602–2020. Информационные системы. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. Москва: Российский институт стандартизации, 2022. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/76009/?ysclid=19i9gd1tt1726086997> (дата обращения 06.10.2022).
5. Дудко, О. Н. Обзор систем автоматизированного проектирования / О. Н. Дудко, А. Д. Нелюбина, Н. Ю. Кожевникова, А. Р. Хасанов // Современные материалы, техника и технологии, 2015. – № 2. – С. 51–54.
6. Муленко, В. В. Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении: учеб. пособие / В. В. Муленко. – Москва: РГУ нефти и газа им. М. М. Губкина, 2015. – URL: https://www.gubkin.ru/faculty/mechanical_engineering/chairs_and_departments/machines_and_equipment/automation_of_designing/osnovi_avtom_proekt.pdf?ysclid=19i8akh7c7338248587 (дата обращения 07.10.2022).
7. Нестеренко, Е. С. Основы систем автоматизированного проектирования: электронный конспект лекций / Е. С. Нестеренко. – Самара: СГАУ им. С. П. Королева, 2013. – URL: <http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-posobiya/Osnovy-sistem-avtomatizirovannogo-> (дата обращения 18.10.2022).
8. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов / И. П. Норенков. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 430 с.
9. Семенов, В. С. Системы автоматизации проектных работ. Курс лекций / В. С. Семенов, В. П. Золотов. – Самара: СГТУ, 2012. – 134 с.
10. Сенько, В. В. Системы автоматизированного проектирования СЭС: учеб. пособие / В. В. Сенько. – Тольятти: ТГУ, 2011.– 44 с.
11. Смирнов, В. А. Системы автоматизированного проектирования: учеб. пособие / В. А. Смирнов, Л. Н. Петрова. – Челябинск: Изд. Центр ЮУрГУ, 2013. – 34 с.
12. Обзор популярных систем автоматизированного проектирования (CAD) / URL: <https://www.pointcad.ru/novosti/obzor-sistem-avtomatizirovannogo-proektirovaniya?ysclid=19injond565619893> (дата обращения 05.10.2022).
13. Системы автоматизированного проектирования. – URL: <https://geo.bsu.by/images/pres/soil/sapr/sapr01.pdf> (дата обращения 07.10.2022).
14. Понятия CAD, CAM и CAE. – URL: https://life-prog.ru/1_19713_ponyatiya-CAD-sam-i-sae.html?ysclid=19fo7bteds490170858 (дата обращения 07.10.2022).
15. САПР (мировой рынок). – URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A1%D0%90%D0%9F%D>

0%A0_%28%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA%29 (дата обращения 09.10.2022).

16. Разработка методов организации внедрения САПР. – URL: <http://www.dslib.net/avtomat-proektirovanie/razrabotka-metodov-organizacii-vnedrenija-sapr.html?ysclid=19fyazb7v2666199146> (дата обращения 10.10.2022).

17. BricsCAD – первая в мире параметрическая 3D CAD платформа на основе формата dwg. – URL: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15656&compage=4 (дата обращения 12.10.2022).

18. САПР – системы автоматизированного проектирования. – URL: <https://seniga.ru/chto-takoe-sapr.html?ysclid=19h86xrxk7849430344> (дата обращения 17.10.2022).

19. САПР: структура, классификация, возможности, применение. – URL: <https://sterbrust.tech/tehnologii/sapr-sistema-avtomatizirovannogo-proektirovaniya.html?ysclid=19csgnz8my897482490> (дата обращения 17.10.2022).

20. САПР – система автоматизированного проектирования. – URL: <https://sterbrust.tech/tehnologii/sapr-sistema-avtomatizirovannogo-proektirovaniya.html?ysclid=190zmubktz876413783> (дата обращения 19.10.2022).

21. Шкляев, А. Л. Проектирование элементов универсального сельскохозяйственного транспортного модуля в системе 3D-моделирования / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т., Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. Том I. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 242–247.

УДК 632.51:[581.1.043:537.3]

П. Э. Бочков, И. В. Никонов, Д. А. Листаров
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ БОРЬБЕ С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

Рассмотрены главные действующие факторы, приводящие к гибели сорных растений при воздействии на них электрическим током. Проанализированы работы ряда ученых, исследовавших механизм разрушения растительных клеток в результате приложенного высокого напряжения.

Актуальность. Для разработки устройств борьбы с сорной растительностью необходимо иметь данные о возможных границах предполагаемого физического воздействия [1–4]. В настоя-

щее время известен ряд теорий о механизме разрушения клеток растений в процессе воздействия на них электрического тока. Исследователи, работающие в данном направлении, выделяют следующие основные параметры: токи проводимости, ударную волну, образующуюся при перекрытии плоскости растения каналом разряда, напряженность электромагнитного и магнитного полей, токи смещения, оптическое и акустическое излучение и энергию.

Цель: анализ факторов, приводящих к гибели сорных растений при воздействии на них электрическим током.

Материалы и методика. В большинстве экспериментальных работ авторы сходятся во мнении, что время, необходимое для летального воздействия на растение, в первом приближении уменьшается квадратично приложенному напряжению. Например, при изменении напряжения от 1 кВ до 4 кВ время обработки крупных растений горчицы полевой уменьшилось с 148 с. до 13 с. Из этого следует, что при разработке мобильных агрегатов для уничтожения сорной растительности необходимо использовать высокое напряжение, так как это уменьшает удельное время воздействия на обрабатываемую единицу площади, что позволяет повысить скорость передвижения мобильных агрегатов [5–9].

Чем выше влажность почвы, тем выше ее проводимость, тем большая часть энергии воздействия минует корневую систему растений.

В. Н. Слесарев и др. установили, что при подаче напряжения в диапазоне 30...50 кВ в виде импульса в течение 10^{-6} с. все растения, на которых производились опыты, погибали не позднее чем на шестой день после воздействия. Основные биологические процессы (фотосинтез, дыхание, транспирация и др.) останавливаются не позднее чем на третий день после воздействия [10–15]. Было выявлено, что ток разрушает оболочку клеток, и их содержимое свободно диффундирует. Увеличение напряжения или длительности воздействия тока на растения ускоряет их гибель.

Д. М. Червяков в своих работах описывает растительную клетку как заполненный жидкостью сосуд, внешняя оболочка которого состоит из материала с большим электрическим сопротивлением. Когда происходит пробой мембраны, в стенке сосуда образуется искровой канал, и электрический ток начинает течь сквозь клетку. При этом образуется токопроводящий канал внутри клет-

ки, по большей части состоящий из разрядной плазмы, что приводит к повышению давления в канале. Данное избыточное давление ведёт к быстрому его расширению и образованию критического давления на стенки клетки (ударной волны), вызывающего разрушение клетки. После чего на месте бывшей клетки возникают гидродинамические усилия, способные разрушить даже соседние клетки. Главным действующим фактором является ток, протекающий через диэлектрик, при этом ток, текущий по поверхности, не оказывает влияния на результат воздействия. Разрушение клеток, по мнению данного автора, происходит, в основном, под действием гидродинамических усилий, при этом клетки, наиболее подверженные данному феномену, должны иметь большие размеры, высокий тургор и малую толщину оболочек, что характерно для клеток сердцевины. Нагрев, вызванный электрическим током, при этом отсутствует.

А. И. Бойко рассматривает данный процесс с точки зрения биохимии клеток. Представляя клетку как электролит внутри оболочки из диэлектрика, автор представляет процесс как наложение электрического поля на оболочку клетки, при этом ионы электролита внутри клетки диссоциируют и накапливаются на наружных и внутренних сторонах клетки. При определенном значении силы тока, протекающем сквозь мембрану, происходит её пробой с последующим нагревом до температуры коагуляции белков. Длительное протекание тока приводит к нагреву не только мембраны, но и всей клетки. Гибель клетки, согласно теории данного автора, происходит в связи с нагревом мембраны и механического толчка внутри клетки, что приводит к выходу влаги из клетки.

Некоторые авторы придерживаются иного мнения, полагая, что в основе разрушения клеток растения лежит электролиз жидкости внутри клетки при протекании через неё электрического тока, с последующим выделением кислорода и водорода объемом больше, чем ранее занимала жидкость. В связи с этим повышается давление на стенки мембраны клетки, приводящее к её разрушению.

Выводы:

1. Чем выше напряжение, приложенное к растению, тем меньше времени и энергии необходимо для его гибели;
2. Механизм гибели растения, по мнению большинства авторов, связан с протеканием электрического тока внутри клеток

растения, что приводит, по тем или иным причинам, к разрыву мембраны клетки;

3. На данный момент нет полного обоснования механизма разрушения растительных клеток под воздействием электрического тока.

Список литературы

1. К вопросу совершенствования методов электротехнических измерений / Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, В. В. Павлов // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 121–123.

2. К вопросу снижения потерь мощности в распределительной электрической сети / В. В. Павлов, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 216–219.

3. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 350–353.

4. Совершенствование условий эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики в низковольтной электрической сети / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 124–127.

5. Каширин, Д. Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 г. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 93–98.

6. Каширин, Д. Е. Вариационный анализ работоспособности линий электропередач напряжением 0,4 КВ / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 14–15 октября 2021 г. Том Часть 2. – г. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ им. В. М. Кокова, 2021. – С. 272–276.

7. Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939–2007), Рязань, 12 ноября 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 205–209.

8. Бышов, Д. Н. Анализ перспективных направлений повышения качества и выхода сортового пчелиного воска / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: материалы Нац. науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 г. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 77–81.

9. Исследование производительности процесса вибрационной очистки пчелиных сотов / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 9 (174). – С. 192–199. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-9-192-199.

10. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: лабораторное исследование процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского ГАТУ им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 79–83. – DOI 10.36508/RSATU.2020.26.75.014.

11. Исследование прочностных свойств перговых гранул при их сжатии / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2016. – № 1 (29). – С. 59–62.

12. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: модель процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского ГАТУ им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 84–88. – DOI 10.36508/RSATU.2020.59.83.015.

13. Бышов, Д. Н. К вопросу исследования зависимости выхода пчелиного воска от качества воскового сырья / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2020. – № 1 (10). – С. 81–85.

14. Теоретическое исследование процесса очистки воскового сырья от загрязнений при интенсивном механическом перемешивании в воде / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 94–99.

15. К вопросу обоснования рациональных условий очистки воскового сырья в воде при интенсивном механическом перемешивании / Д. Е. Каширин, И. А. Успенский, В. В. Павлов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 1 (45). – С. 87–91. – DOI 10.36508/RSATU.2020.45.1.015.

УДК 66.047

П. Э. Бочков, А. В. Сычков, С. А. Лепешкин
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

Приведены результаты исследования процесса сушки, подтверждающие перспективность применения ассимиляционного принципа осушения теплоносителя. Экономия энергии составила 4,5 %. При этом минимальное расхождение реальной мощности ассимиляционной системы с расчётной составила 13 Вт.

Актуальность. Ассимиляционное осушение воздуха представляет собой систему, обеспечивающую частичное сохранение тепловой энергии сушильного агента при его замене на свежий атмосферный воздух. Таким образом можно уменьшить тепловые потери при замене теплоносителя в процессе низкотемпературной сушки, в том числе перги. Но при ассимиляции нужно учитывать скорость замены теплоносителя, так как количество полученной и отданной теплоты напрямую зависит от времени нахождения воздуха в системе ассимиляции и площади её каналов [1–3].

Цель: исследовать энергоэффективность ассимиляционной сушки.

Материалы и методика. Чтобы уменьшить тепловые потери, было решено использовать кусок трубы в 20 см и тонкостенный медный змеевик, помещаемый в неё.

При замене теплоносителя в процессе осушения влажный горячий воздух проходит по трубе большого диаметра, отдавая

большую часть своей тепловой энергии змеевику, при этом в герметичный контур сушильной установки закачивается свежий атмосферный воздух. Он проходит через змеевик, получая теплоту от горячего отработанного воздуха, и нагревается. Благодаря этому повышается эффективность сушильной установки. Энергию, затрачиваемую на ассимиляционное осушение, которую необходимо определить, можно охарактеризовать как максимальное количество теплоты, которое может пройти через данную систему при наибольшей температуре 42 °С [4–6].

Теплопроводность меди, из которой состоит змеевик, равна приблизительно 400 Вт/м². При длине трубы 1 метр и наружном диаметре 1 см получается, что площадь боковой поверхности змеевика равна 0,0314 м². Соответственно, при нормальных условиях, эта система может обеспечить теплообмен с мощностью 12,6 Вт [7–9].

Для подтверждения данной теории было принято решение провести сравнительный эксперимент, показывающий реальную выгоду от использования ассимиляционного осушения теплоносителя [10–12].

В качестве лабораторной установки для конвективной сушки пчелиной перги использовали опытный образец инфракрасной конвективной сушки.

Вместо гранулированной перги было решено использовать пористую мишень, способную поглотить большое количество влаги. Опыт проводился следующим образом – мишень известной массы помещали в сушильную камеру, после чего установку герметизировали. Далее включали центробежный вентилятор, обеспечивающий движение воздуха в контуре. Затем терморегулятором и электрокалорифером нагревали теплоноситель до температуры 42 °С. Потребление установки отслеживали ваттметром со встроенным счётчиком энергии.

В первом случае опыт предполагал разгерметизацию контура при помощи открытия отверстий в штуцерах 7 каждые 30 минут. По сути, производили классическую замену теплоносителя на более сухой.

Во втором случае к штуцерам 7 подключали систему ассимиляционного осушения. Замена теплоносителя проводилась также через каждые 30 минут [13–15].

Продолжительность опыта составляла 2 часа. В связи с возможностью влияния внешних факторов на достоверность показаний опыты проводили с пятикратной повторностью [15].

Результаты исследований. Усреднённые результаты опытов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования эффективности применения ассимиляции в сушильной установке

Вид системы	m_1 , кг	m_2 , кг	W_h , Вт/ч
без ассимиляции	0,1	0,03	750
с ассимиляцией	0,1	0,03	724

Обозначения величин в таблице 1: m_1 – начальная масса мишени; m_2 – конечная масса мишени; W_h – количество израсходованной электроэнергии на протяжении опыта.

Выводы. Исходя из данных таблицы 1, можно сделать вывод, что ассимиляционное осушение воздуха действительно положительно сказывается на потреблении электроэнергии в процессе конвективной сушки. Экономия энергии составила 4,5 %. При этом минимальное расхождение реальной мощности ассимиляционной системы с расчётной составила 13 Вт.

Список литературы

1. Каширин, Д. Е. Вариационный анализ работоспособности линий электропередач напряжением 0,4 КВ / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 14–15 октября 2021 г. Том Часть 2. – г. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ имени В. М. Кокова, 2021. – С. 272–276.
2. Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939–2007), Рязань, 12 ноября 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 205–209.
3. К вопросу совершенствования методов электротехнических измерений / Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, В. В. Павлов // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань,

23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 121–123.

4. Бышов, Д. Н. К вопросу исследования зависимости выхода пчелиного воска от качества воскового сырья / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского ГАТУ имени П. А. Костычева. – 2020. – № 1 (10). – С. 81–85.

5. Теоретическое исследование процесса очистки воскового сырья от загрязнений при интенсивном механическом перемешивании в воде / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского ГАТУ им. П. А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 94–99.

6. Бышов, Д. Н. Анализ перспективных направлений повышения качества и выхода сортового пчелиного воска / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: материалы Нац. науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 г. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 77–81.

7. Исследование производительности процесса вибрационной очистки пчелиных сотов / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 9 (174). – С. 192–199. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-9-192-199.

8. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: лабораторное исследование процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 79–83. – DOI 10.36508/RSATU.2020.26.75.014.

9. Исследование прочностных свойств перговых гранул при их сжатии / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2016. – № 1 (29). – С. 59–62.

10. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: модель процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 84–88. – DOI 10.36508/RSATU.2020.59.83.015.

11. Каширин, Д. Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 г. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 93–98.

12. К вопросу снижения потерь мощности в распределительной электрической сети / В. В. Павлов, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин // Раз-

витие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 216–219.

13. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2021. – С. 350–353.

14. Совершенствование условий эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики в низковольтной электрической сети / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 г. – Рязань: Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2021. – С. 124–127.

15. Обоснование рациональных конструктивно-технологических параметров измельчителя воскового сырья / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, М. Н. Чаткин, И. И. Гришин // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2017. – № 4. – С. 96–103.

УДК 621.311.243

А. В. Булгакова, Р. Ю. Букин, Д. В. Лейкин
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева

РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В УСЛОВИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассмотрены факторы повышения эффективности эксплуатации солнечных панелей в условиях сельского хозяйства, приведен анализ способов автоматизированной очистки панелей от атмосферной и технологической пыли, оседающей на их поверхности с течением времени.

Актуальность. В России электрические сети сельскохозяйственного назначения являются самыми протяженными из всех видов электрических сетей, вследствие чего повышается аварий-

ность линий электропередач и сложность наращивания передаваемых мощностей сельскохозяйственным потребителям [1–5]. Данные факты вынуждают как сельскохозяйственные предприятия, так и отдельных потребителей к самостоятельной генерации электроэнергии для частичного или полного покрытия потребностей в электроэнергии [6–9], а также создания малых частных электростанций с продажей излишков генерирующих мощностей в распределительные сети [10–15].

Цель: исследовать факторы повышения эффективности эксплуатации солнечных панелей в условиях сельского хозяйства.

Материалы и методика. Одним из наиболее популярных альтернативных источников электроэнергии для данных малых электростанций являются фотоэлектрические источники электрической энергии или солнечные панели.

У современных солнечных панелей значение КПД варьирует от 15 % до 30 % в зависимости от типа фотоэлемента и производителя, тогда как на заре появления данной технологии их КПД составлял около 1 %.

В настоящее время фактором повышения эффективности солнечных панелей является не только улучшение технологий в сфере производства фотоэлемента, но и интенсивное развитие автоматики. На данный момент существует ряд автоматизированных систем, основными из которых являются автоматические системы наклона панелей и автоматические системы очистки панелей.

Система наклона позволяет разворачивать панели путем поворота сервоприводом или двигателем постоянного тока с редуктором вслед за положением солнца в течении суток. Это удается благодаря спутниковым системам, которые в реальном времени передают данные азимута солнца относительно географического положения панели с точностью до долей градуса. Ранее использовали систему, работающую на разнице показаний датчиков освещенности на противоположных краях панели: при наличии разницы показаний датчиков панель поворачивается, как только показания выравниваются, панель останавливается. Данная система является менее точной и проигрывает по эффективности более современной спутниковой системе.

В условиях сельского хозяйства одной из основных проблем при эксплуатации солнечных панелей является проблема их запыленности вследствие обдува сильными ветрами, поднимающими большое количество пыли в воздух, в том числе технологической,

характерной для таких отраслей, как растениеводство и животноводство. Наиболее остро данная проблема прослеживается в Китае, Индии и странах Аравийского полуострова, являющихся самыми «пыльными» местами в мире.

В условиях наших географических широт данная проблема проявляется не столько в запылении, сколько в снежных осадках и обледенении при низких температурах.

Существует три метода очистки фотоэлектрических солнечных модулей: пассивный, активный ручной и активный автоматический.

Первый метод заключается в самоочистке поверхности солнечного модуля под действием силы тяжести благодаря крутому углу наклона.

Второй, активный ручной метод, подразумевает использование подручных средств, таких, как щеток, скребков и т.д. При этом удаление снега может быть затруднено в случае, если фотоэлектрические солнечные модули расположены на большой высоте.

Третий метод, активный автоматический, предполагает использование электрических систем или механических устройств, способных очищать поверхность солнечных модулей без непосредственного участия человека.

Основой автоматических систем является принцип принятия решения о начале очистки панелей. Бывают системы очистки с ручной активацией, с работой по заданному графику и автономные системы очистки с запуском по показаниям датчиков загрязнения, либо анализирующие падение графика генерации электроэнергии.

С обледенением и снегом хорошо справляется система подогрева солнечных панелей, основанная на электрическом подогреве панели питанием от накопленной ранее электроэнергии с последующим падением оттаявших верхних слоев снега и льда под действием силы тяжести. Основным недостатком является высокая энергоемкость, т.к. прямое преобразование электрической энергии в тепловую является самым неэффективным способом ее использования.

В тандеме с подогревом солнечных панелей применяют вибрационный метод очистки, подразумевающий кроме наличия нагреваемых проводников установку четырех вибромоторов, которые ускоряют процесс скатывания снежной массы с поверхности панелей при меньшем нагреве.

Существует метод очистки в зимний период времени, позволяющий использовать провода для обогрева панелей как источник вибраций. Это достигается путем подачи переменного тока частоты, соответствующей частоте собственных колебаний проводников, из-за чего происходит резонанс частот, и провода начинают не только нагреваться, но и вибрировать.

Выводы. Фактором повышения эффективности солнечных панелей является не только улучшение технологий в сфере производства фотоэлемента, но и интенсивное развитие автоматики. Существует ряд автоматизированных систем, основными из которых являются автоматические системы наклона панелей и автоматические системы очистки панелей.

Список литературы

1. К вопросу совершенствования методов электротехнических измерений / Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, В. В. Павлов // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 121–123.

2. К вопросу снижения потерь мощности в распределительной электрической сети / В. В. Павлов, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 216–219.

3. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 350–353.

4. Совершенствование условий эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики в низковольтной электрической сети / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора

Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 г. – Рязань: Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2021. – С. 124–127.

5. Каширин, Д. Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 г. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 93–98.

6. Каширин, Д. Е. Вариационный анализ работоспособности линий электропередач напряжением 0,4 кВ / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 14–15 октября 2021 г. Том Часть 2. – г. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ имени В. М. Кокова, 2021. – С. 272–276.

7. Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939–2007), Рязань, 12 ноября 2021 г. – Рязань: Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2021. – С. 205–209.

8. Бышов, Д. Н. Анализ перспективных направлений повышения качества и выхода сортового пчелиного воска / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: материалы Нац. науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 г. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 77–81.

9. Исследование производительности процесса вибрационной очистки пчелиных сотов / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 9 (174). – С. 192–199. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-9-192-199.

10. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: лабораторное исследование процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 79–83. – DOI 10.36508/RSATU.2020.26.75.014.

11. Исследование прочностных свойств перговых гранул при их сжатии / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2016. – № 1 (29). – С. 59–62.

12. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: модель процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каши-

рин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 84–88. – DOI 10.36508/RSATU.2020.59.83.015.

13. Бышов, Д. Н. К вопросу исследования зависимости выхода пчелиного воска от качества воскового сырья / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2020. – № 1 (10). – С. 81–85.

14. Теоретическое исследование процесса очистки воскового сырья от загрязнений при интенсивном механическом перемешивании в воде / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 94–99.

15. К вопросу обоснования рациональных условий очистки воскового сырья в воде при интенсивном механическом перемешивании / Д. Е. Каширин, И. А. Успенский, В. В. Павлов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 1 (45). – С. 87–91. – DOI 10.36508/RSATU.2020.45.1.015.

УДК 621.315.1

А. В. Булгакова, М. М. Дмитриев, И. Н. Ворганов
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Представлен вариационный статистический анализ повреждений воздушных ЛЭП энергосистемы Рязанской области, а именно обрывов проводов, и выявление причин, приводящих к обрывам. На основе результатов исследования приведены рекомендации по устранению негативных факторов и их последствий.

Актуальность. Сравнивая показатели достоверности статистических данных нескольких воздушных линий, расположенных в одном регионе, можно определить степень и глубину воздействия негативных факторов на качество электроэнергии и надёжность электроснабжения [1–5]. Таким образом, становится возможным, прибегая к методам статистического анализа, установить причины повреждений и выработать комплекс профилактических мероприятий по их устранению [6–8].

Цель: анализ причин отказов энергосистемы с применением статистических методов.

Материалы и методика. Из анализа технологических нарушений энергосистемы по Рязанской области известно, что наиболее частым повреждением является обрыв провода. Причинами обрывов являются: обледенение провода из-за дождя и снега (4,4 %); сильный порывистый ветер (13,6 %); падение деревьев (8,7 %); длительная эксплуатация воздушных линий – иногда свыше 50 лет – (69,0 %); несвоевременное выявление и устранение недостатков, обнаруженных в ходе осмотров воздушных линий (4,3 %) [9, 10]. Данная статистика представлена диаграммой на рисунке 1.

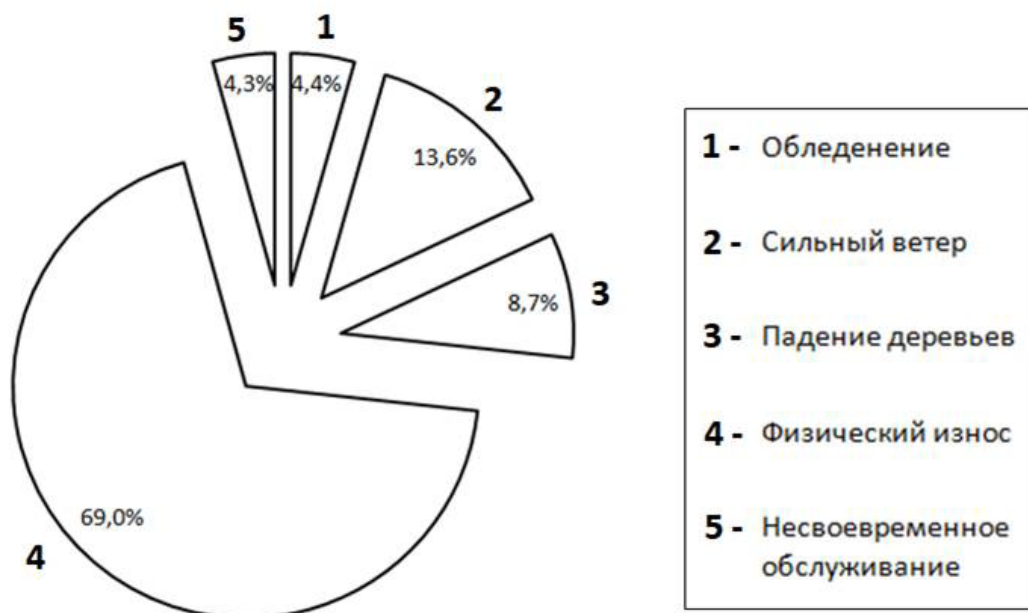


Рисунок 1 – Статистика повреждений воздушных ЛЭП в результате обрывов проводов

Проведем исследование обрывов проводов на основе данных журнала с актами об анализе причин технологических нарушений при эксплуатации электрических подстанций, сети или энергосистемы Рязанской области за 2021 г., используя вариационный метод [9]. За количество опытов n примем количество месяцев в году, т.е. $n = 12$. Числа в ряду – количество обрывов проводов в каждом месяце, начиная с января. В результате анализа статистических данных получим ряд: 2, 1, 3, 1, 1, 4, 2, 1, 5, 1, 0, 2. Для дальнейших исследований данный числовой ряд удобно представить графически (рис. 2).

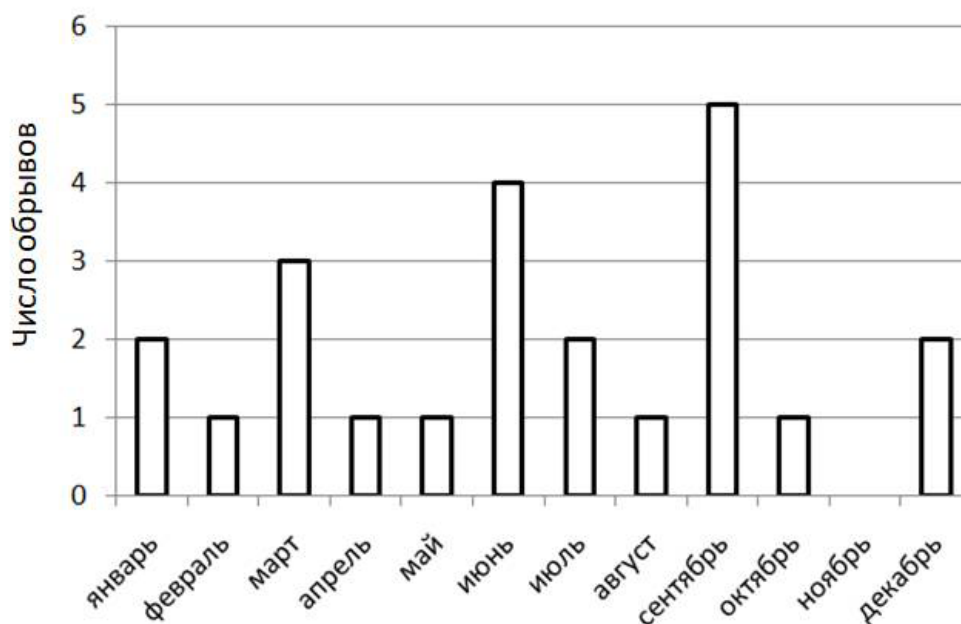


Рисунок 2 – График зависимости количества обрывов проводов от месяца в году

Результаты исследований. Основными характеристиками полученного вариационного ряда в данном случае являются следующие: среднее арифметическое значение числа обрывов проводов, размах вариации, среднее линейное отклонение, общая вариация, дисперсия, величина ошибки среднеквадратичного отклонения, значение осцилляции, выраженное соответствующим коэффициентом, значение отклонения (как относительного, так и среднеквадратичного), величина коэффициента, характеризующего точность опыта, достоверность вычислений [9–12]. Рассчитанные статистические показатели сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Основные характеристики вариационного ряда

Показатель	Числовое значение
Среднее арифметическое	1,93
Размах вариации	5
Среднее линейное отклонение	1,08
Общая вариация	22,92
Дисперсия	1,91
Среднее квадратическое отклонение	1,41
Коэффициент осцилляции	2,59
Простой коэффициент вариации	72 %
Ошибка среднего арифметического	0,40
Ошибка среднего квадратического	0,28

Выводы. Полученные значения статистических показателей свидетельствуют о достоверности проведенного исследования и позволяют сделать вывод, что существующие отходящие линии электропередачи требуют замены. Количество отказов на объектах электросетей Рязанской области в среднем равно 1,92 в месяц. Главная причина отказов – длительная эксплуатация ВЛ (иногда свыше 50 лет) – составляет 69,0 % из общего ряда причин. Вычисления рассмотренных статистических показателей достоверны, существующие отходящие фидеры требуют реконструкции или замены.

Список литературы

1. Каширин, Д. Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 г. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 93–98.

2. Каширин, Д. Е. Вариационный анализ работоспособности линий электропередач напряжением 0,4 КВ / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 14–15 октября 2021 г. Том Часть 2. – г. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ имени В. М. Кокова, 2021. – С. 272–276.

3. Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939–2007), Рязань, 12 ноября 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 205–209.

4. К вопросу совершенствования методов электротехнических измерений / Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, В. В. Павлов // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 121–123.

5. К вопросу снижения потерь мощности в распределительной электрической сети / В. В. Павлов, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии:

материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 216–219.

6. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2021. – С. 350–353.

7. Совершенствование условий эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики в низковольтной электрической сети / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 124–127.

8. Патент № 2656968 С1 Российская Федерация, МПК А01К 51/00. Способ очистки воскового сырья : № 2017106065 : заявл. 20.02.2017 : опубл. 07.06.2018 / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева".

9. Исследование адгезионных свойств перги, содержащейся в пчелиных сотах / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, А. В. Куприянов, В. В. Павлов // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 7 (106). – С. 174–178.

10. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья от загрязнений: моделирование процесса растворения перги в воде при интенсивном механическом перемешивании / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 2 (143). – С. 150–156.

11. К вопросу механической очистки перговых гранул / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, В. В. Коченов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2017. – № 2 (34). – С. 57–61.

12. Патент № 2667734 С1 Российская Федерация, МПК А01К 59/00. Установка для извлечения и очистки перги из перговых сотов : № 2017145725 : заявл. 25.12.2017: опубл. 24.09.2018 / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Коченов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».

И. П. Гордеев

ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

Описано одно из перспективных направлений развития современной энергетики – распределенная энергетика. Технически реализовать принципы распределенной энергетики сегодня возможно с помощью, например, газопоршневых установок (ГПУ).

Актуальность. Одним из главных факторов, которые вынуждают переходить на альтернативные источники питания, является изношенность тепло- и электростанций, а также качество поставляемой энергии. Также нет необходимости для прокладки новых электрических и тепловых магистралей. Тысячи, а то и десятки тысяч предпринимателей нашли альтернативу дорогой и не всегда качественной электроэнергии из промышленной сети, и это когенерационные установки.

Целью данного исследования являлось целесообразное использование когенерационных установок.

Задачами данного исследования являлось рассмотреть принцип работы когенерационных установок, их преимущества и недостатки, а также экономическую эффективность.

Материалы и методика. Основным методом исследования был теоретический анализ научных источников, материалами выступали научные статьи и труды по теме «Когенерационные установки».

Когенерация – это процесс, при котором вырабатывается и тепловая, и электрическая энергия. Коэффициент полезного действия таких установок может достигать до 90 % за счет того, что потери при передаче тепло- и электроэнергии минимальны.

Когенерационная установка состоит из силового агрегата, к примеру, газовой турбины, электрогенератора, теплообменника для отвода тепла и системы управления установки (рис. 1).

Виды топлива, на которых может работать когенерационная установка, обширен, но наиболее часто используемый вид топлива для выработки тепло- и электроэнергии является природный газ. Другие виды газообразного топлива:

- свалочный газ,

- шахтный газ,
- биогаз,
- жидкий газ,
- очистной газ, и другие.

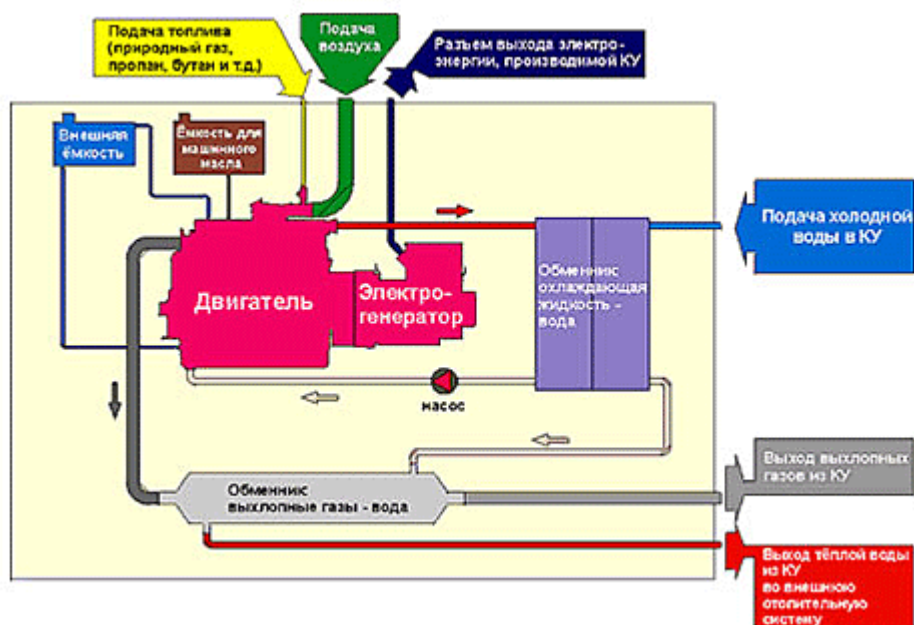


Рисунок 1 – Принцип работы когенерационной установки на базе газопоршневого агрегата

В процессе сжигания топлива образуется механическая энергия, передается через единый вал на генератор и преобразуется в электрическую энергию стандартных параметров качества. При работе двигателя внутреннего сгорания выделяется большое количество теплоты, которое можно утилизировать с помощью специального оборудования и затем использовать. При этом для получения данной энергии не затрачивается дополнительное количество топлива – данный продукт является попутным при технологическом процессе выработки электрической энергии [3] (рис. 2).

В России необходимость в применении когенераторов для тепло- и энергоснабжения очевидна, поскольку качество центрального снабжения оставляет желать лучшего, да и монопольный характер российских энергоносителей вынуждает покупать электричество и тепло по дорогим тарифам. Таким образом, внедрение когенераторов позволяет существенно снизить затраты на потребляемую энергию, что дает существенный экономический эффект для конечного потребителя, а также позволяет ре-

шить проблему пиковых нагрузок, недостатков централизованных систем и тем самым обеспечить качественным, бесперебойным энергоснабжением [6].

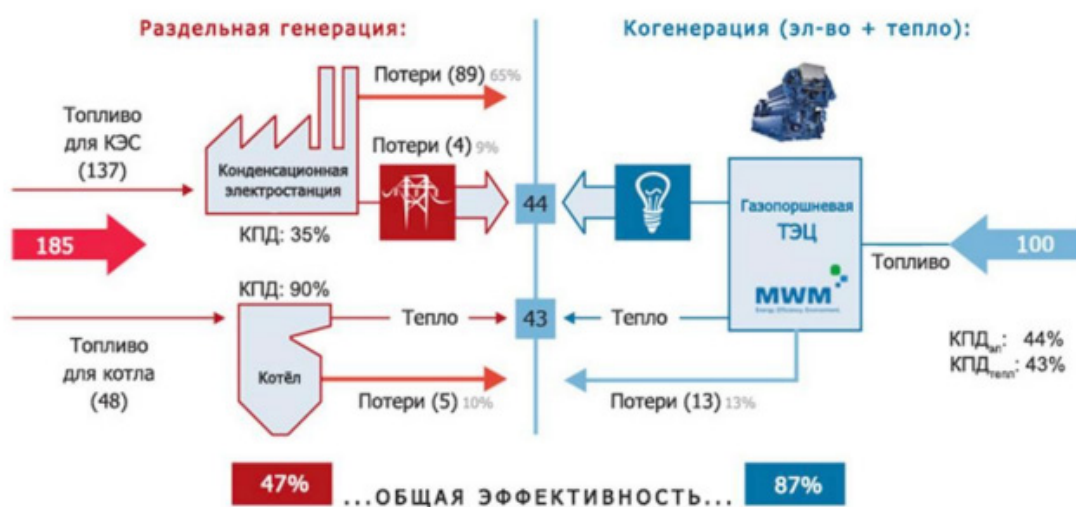


Рисунок 2 – Преимущества когенерационных установок по отношению к раздельной генерации тепловой и электрической энергии [1]

Виды когенерационных установок по силовому агрегату:

- парогазовые системы,
- с противодавлением паровые турбины,
- с экстракционно-конденсационными паровыми турбинами,
- с газовыми турбинами,
- с газовыми микротурбинами,
- с топливными элементами,
- с поршневыми двигателями внутреннего сгорания,
- и другие (отвечающие критерию одновременности производства электроэнергии и тепла и/или холода).

Преимущества и недостатки когенерационных установок. К недостаткам когенерационных установок можно отнести ограниченность по мощности, мощность одной когенерационной установки может достигать 3 МВт, когда потребление одного из сельскохозяйственных предприятий может варьироваться от 1–2 МВт [2].

Окупаемость когенерационных установок зависит от загрузки, если установка будет работать не круглые сутки, а, к примеру, восемь часов в день, то окупаемость может увеличиться вдвое.

При недостатке мощности можно дооснастить предприятие дополнительными когенерационными установками по мере необходимости, ведь когенерационные установки легки в транспортировке и монтаже.

К преимуществам когенерационных установок можно отнести следующие факторы:

- возможность технологического присоединения к газораспределительным сетям на агропромышленном объекте;
- наличие технических условий к присоединению к электрическим сетям, если потребуется параллельная работа электростанции и резервируемой электрической мощности;
- тот объем электрической энергии, который потребляется на объекте различными источниками, а также режим работы;
- возможность использовать отводимое тепло для обогрева рабочих и складских помещений, для увеличения коэффициента полезного действия установки;
- экономическое обоснование: регионы нашей страны, где цена за электроэнергию может достигать до 8 рублей за кВт/ч, к примеру, Чукотка, является отличным решением для того, чтобы платить за электричество в два, а то и в три раза меньше [5].

Выводы. Таким образом, можно сделать вывод, что за малой энергетикой стоит будущее не только в агропромышленном комплексе, а также и всей электроэнергетики страны в целом, ведь за счет внедрения когенерационных установок можно снижать нагрузку с действующих сетей, получать качественную тепло- и электроэнергию и делать это экономически более выгодно и удаленно.

Список литературы

1. Долин, П. А. Электробезопасность. Теория и практика: учеб. пособ. / П. А. Долин. – Москва: РЭИ, 2012. – С. 243–245.
2. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы: учеб. пособие для СПО / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз. – Москва: Юрайт, 2016. – С. 144–152.
3. Липилин, А. С. Состояние и будущее индивидуальной энергетики: учеб. пособие / А. С. Липилин. – Москва. – 2009. – № 9. – С. 12–14.
4. Матвеева, А. С. Экономические проблемы эффективности когенерации / А. С. Матвеева // Современные научные исследования и инновации, 2017. – № 11. – С. 23–29.
5. Сизоненко, Д. Н. Быть или не быть когенерации / Д. Н. Сизоненко // Новости теплоснабжения, 2019. – № 1 (217).
6. Электропитающие системы и электрические сети: учеб. пособ. / Н. В. Хорошилов, А. В. Пилюгин, Л. В. Хорошилова [и др.]. – Старый Оскол: – Москва: ТНТ, 2012. – С. 253–260.

7. Подоплелов, С. В. Когенерационные установки / С. В. Подоплелов // Молодой исследователь: от идеи к проекту: материалы III студенческой науч.-практ. конф., 24 мая 2019 г. – Йошкар-Ола, 2019. – Т. 1. – С. 66–67.

8. Нурмухаматов, Т. Ф. Когенерация. Перспективные решения и экономическое обоснование / Т. Ф. Нурмухаматов // Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2018 г. – Пермь, 2019. – Т. 1. – С. 350–352.

УДК 621.316.1

А. В. Протасов, М. М. Дмитриев, Д. А. Листаров
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ТЕХНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Приведены данные исследования показателей качества электросети на примере ПО «Рязанские электрические сети», определена роль каждого негативного фактора в формировании общего числа технологических нарушений. Получена зависимость, позволяющая сделать прогноз годового количества технологических нарушений при существующем состоянии распределительной сети.

Актуальность. Одним из способов существенной экономии электрической энергии является повышение её качества. Наиболее значимым параметром качества электрической энергии является уровень напряжения у потребителя. Регулирование его действующего значения осуществляется за счёт встроенных в силовой трансформатор переключающих устройств, которые не всегда могут обеспечить нормируемые показатели. В связи с этим необходимо принять меры по недопущению снижения качественных характеристик электрической энергии [1].

Цель: анализ причин отказов и прогноз годового количества технологических нарушений в работе распределительной сети.

Материалы и методика. В соответствии с ГОСТ 13109-97, значения отклонения напряжения должны находиться в пределах $\pm 5\%$ с вероятностью 95 % и не выходить за пределы $\pm 10\%$ от номинального значения. Ответственность за соблюдение стандарта лежит на энергоснабжающих организациях. Однако в крупных электрохозяйствах в связи с высокой разветвлённостью действующей сети определить проблемный участок довольно сложно

[2, 3]. Существенно упростить решение этой задачи можно, применив один из методов статистического анализа [4 – 6].

Рассмотрим типовую сельскую трансформаторную подстанцию ОАО МРСК филиала «Рязаньэнерго» ПО «Рязанские электрические сети» Михайловского РЭС напряжением 10/0,4 кВ с тремя отходящими линиями 0,38 кВ. Воздушные линии выполнены неизолированным проводом марки А-35, при этом одна из них вместе с отпайками имеет протяженность 2,8 километра.

Анализ полученных статистических данных энергосистемы за период с 2015 по 2021 гг. (табл. 1) позволил установить роль каждого негативного фактора в формировании общего числа технологических нарушений. Отклонения уровня напряжения от требуемых диапазонов является наиболее частой причиной жалоб потребителей и составляет более 50 % от общего числа нарушений рассматриваемой электрической сети [7–10]. Целесообразно исследовать статистику по данному показателю более подробно.

Таблица 1 – Количество технологических нарушений в работе энергосистемы за период с 2015 по 2021 гг.

Год	Причина технологического нарушения							Всего
	Отклонение напряжения	Обрыв проводов	Перегорание плавкой вставки	Повреждение опоры	Схлестывание проводов	Разрушение изоляторов	Повреждение вводного устройства	
2015	4	1	0	0	0	1	0	6
2016	5	2	1	0	1	0	1	10
2017	5	2	0	1	1	0	0	9
2018	4	1	1	0	0	1	1	8
2019	5	3	0	0	0	0	0	8
2020	7	1	0	0	1	1	1	11
2021	7	0	0	0	2	2	0	11
Итого	37	10	2	1	5	5	3	69

Обработку результатов исследования выполним с использованием статистического анализа.

При качественном анализе явлений статистические данные и вычисленные на их основе показатели могут иметь одно из двух взаимоисключающих значений [11, 12]. За количество опытов n целесообразно принять число лет в рассматриваемом периоде (2015–2021 гг.), то есть $n = 7$. В этом случае показатели вариационного ряда соответствуют количеству отказов электрической

сети по причине низкого качества электрической энергии из-за отклонения напряжения (вариационный ряд: 4, 5, 5, 4, 5, 7, 7).

Результаты исследований. Современные программы позволяют строить линию тренда с учётом прогноза развития (рис. 1). По её характеру с высокой долей вероятности можно судить о тенденции изменения исследуемого временного ряда. Линия тренда, построенная на основании статистических данных, описывается уравнением:

$$y = 0,464 \times x + 3,429. \quad (1)$$

Полученная зависимость (1) позволяет предвидеть рост числа технологических нарушений в работе электрической сети на период до 2025 г., при этом увеличение числа отказов из-за отклонения напряжения составит до 30 % ежегодно.

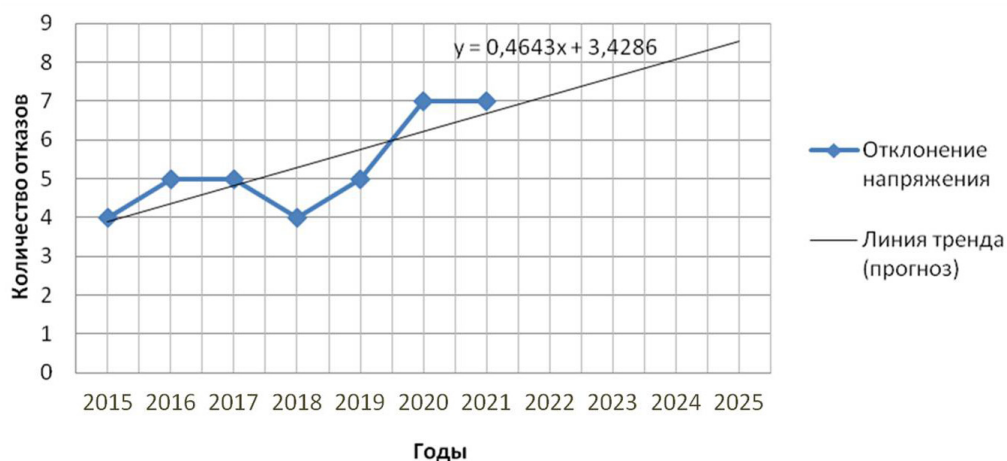


Рисунок 1 – Временной ряд и прогноз развития аварийности ПО «Рязанские электрические сети»

Сравнивая показатели достоверности статистических данных нескольких воздушных линий, можно определить степень и глубину воздействия негативных факторов на качество электроэнергии и надёжность электроснабжения. Таким образом, становится реальным с помощью статистического анализа установить очередность обслуживания каждого проблемного участка электрической сети.

Выводы. Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы. Отклонение напряжения сверх предельно допустимого значения у потребителей электрической сети составляет более 50 % от общего числа нарушений в работе элек-

тросистемы. При существующих схемах электроснабжения потребителей число отказов по причине отклонения напряжения сверх предельно допустимого значения будет увеличиваться на 30 % в год.

Список литературы

1. К вопросу снижения потерь мощности в распределительной электрической сети / В. В. Павлов, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 216–219.

2. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2021. – С. 350–353.

3. Совершенствование условий эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики в низковольтной электрической сети / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 г. – Рязань: Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2021. – С. 124–127.

4. Патент № 2656968 С1 Российская Федерация, МПК А01К 51/00. Способ очистки воскового сырья : № 2017106065 : заявл. 20.02.2017 : опубл. 07.06.2018 / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».

5. Каширин, Д. Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 г. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 93–98.

6. Каширин, Д. Е. Вариационный анализ работоспособности линий электропередач напряжением 0,4 КВ / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения

первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 14–15 октября 2021 г. Том Часть 2. – г. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ имени В. М. Кокова, 2021. – С. 272–276.

7. Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939–2007), Рязань, 12 ноября 2021 г. – Рязань: Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2021. – С. 205–209.

8. Исследование адгезионных свойств перги, содержащейся в пчелиных сотах / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, А. В. Куприянов, В. В. Павлов // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 7 (106). – С. 174–178.

9. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья от загрязнений: моделирование процесса растворения перги в воде при интенсивном механическом перемешивании / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 2 (143). – С. 150–156.

10. К вопросу механической очистки перговых гранул / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, В. В. Коченов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2017. – № 2 (34). – С. 57–61.

11. Патент № 2667734 С1 Российская Федерация, МПК А01К 59/00. Установка для извлечения и очистки перги из перговых сотов: № 2017145725 : заявл. 25.12.2017: опубл. 24.09.2018 / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Коченов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».

12. К вопросу совершенствования методов электротехнических измерений / Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, В. В. Павлов // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 121–123.

А. В. Протасов, Р. А. Лукашкин, Д. А. Листаров
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева

МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЧАСТОТНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ

Исследуются характеристики частотного преобразователя, работающего в паре с асинхронным двигателем, на предмет анализа нелинейных искажений по мере изменения нагрузки на валу электродвигателя. Установлено, что в системе «частотный преобразователь – асинхронный электродвигатель» нелинейные искажения увеличиваются по мере загрузки электродвигателя и имеют максимальное значение при номинальной мощности системы.

Актуальность. Развитие производства требует непрерывного внедрения инновационных технологических решений. Преобразователи частоты (частотные регуляторы) – устройства, позволяющие изменять частоту вращения асинхронных электродвигателей, – стали неотъемлемым элементом современных производств. С течением времени повышаются технологические и технические требования к этим устройствам и условиям их эксплуатации [1–3]. По мере широкого распространения регуляторов частоты диверсифицировались и области их использования. Регуляторы все больше применяют для управления асинхронными электродвигателями неспециальных серий. При этом участились случаи выхода электродвигателей из строя значительно раньше паспортного срока эксплуатации, а также обозначились проблемы при эксплуатации периферийного (контрольно-вспомогательного) электронного оборудования [4–6]. По-видимому, такой эффект вызывает как уменьшение $\cos\phi$ при понижении частоты, генерируемой устройством, так и повышение общего уровня генерации высокочастотных гармоник при работе ключей ШИМ-контролера (широтно-импульсного модулятора). Следует также отметить, что характеристики схемы замещения каждого асинхронного электродвигателя весьма индивидуальны и варьируют при изменении частоты питающего тока [7]. Поэтому для понимания физических процессов, протекающих в системе «частотный регулятор – асинхронный электродвигатель», не так важны частные числовые оценки рабочих показателей, как общий тренд (совокупность изменяемых

параметров) работоспособности системы [8–10]. В связи с этим цель выполняемого нами исследования состояла в изучении характеристик частотного преобразователя при изменении выходной мощности [11, 12].

Цель: анализ нелинейных искажений в электросети при работе частотного преобразователя в паре с асинхронным электродвигателем.

Материалы и методика. Проводимое исследование предполагало осуществлять питание асинхронного электродвигателя серии АИР через преобразователь частоты, при этом генерируемую устройством частоту поддерживали на уровне 50 Гц. В испытательном стенде электродвигатель посредством муфты присоединен к генератору постоянного тока, снабженному набором активных сопротивлений, которые подключаются к якорной обмотке генератора через набор выключателей. Выполненное техническое решение позволяет получать различные уровни нагрузки на рабочем валу асинхронного двигателя (рис. 1).

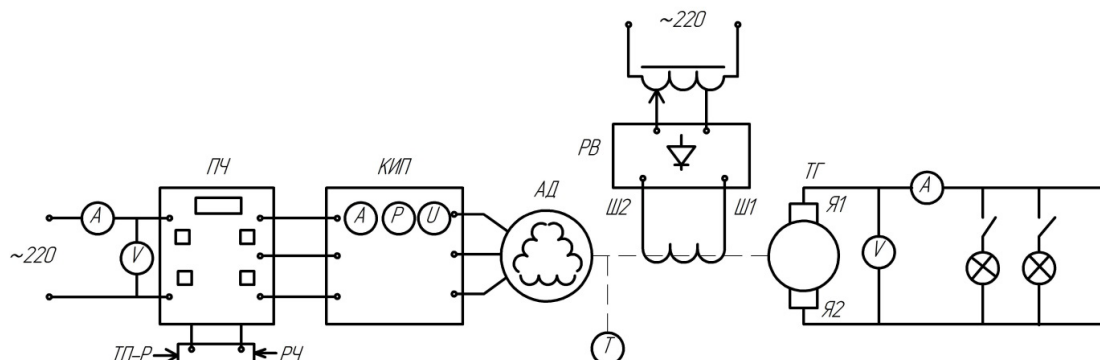


Рисунок 1 – Электрическая схема проведения исследования:

ПЧ – преобразователь частоты; ТП-Р, РЧ – блок управления;
КИП – комплект измерительных устройств; АД – асинхронный электродвигатель;
Т – тахометр; ТГ – тормозящий генератор

Исследование проводили следующим образом. Обмотки электродвигателя марки АИР и мощностью 750 Вт соединяли треугольником и подключали к однофазной электрической сети через частотный регулятор марки Telemecanique Altivar 31 мощностью 1,1 кВт. Для измерения параметров питания электродвигателя применяли измеритель мощности марки С.А.8220 (CHAUVIN ARNOUX), который включали в цепь питания электродвигателя согласно электрической схеме (рис. 1). Измеритель позволяет одновременно определять активную, реактивную и полную мощность (P , Вт; Q , Вар; S , ВА), а также $\cos\varphi$ и коэффициент мощ-

ности. Систему приводили в действие и, при установившемся режиме работы, вводили сопротивления в цепь питания генератора, при этом измеряли активную мощность, выдаваемую генератором. Одновременно регистрировали характеристики питания электродвигателя. Опытные данные заносили в таблицу 1.

Результаты исследования. Анализ представленных данных показывает, что по мере увеличения загрузки двигателя увеличивается $\cos\varphi$, а, следовательно, уменьшаются потери электрической энергии и нагрев обмоток электродвигателя. Коэффициент мощности, характеризующий совокупный дифференциальный сдвиг амплитуд гармоник тока относительно амплитуд напряжений, также обнаруживает тенденцию увеличения. Особенно разница между основной гармоникой и дифференциальной совокупностью токовых гармоник становится выраженной при загрузке электродвигателя на мощность, превышающую 15 % номинальной. Поэтому близкая к единице величина коэффициента мощности при номинальной загрузке электродвигателя в большей степени говорит не только об улучшении электрофизических свойств системы, но и о наличии существенных нелинейных искажений (табл. 1).

Таблица 1 – Измеренные параметры электродвигателя

Нагрузка на валу N , Вт	Мощность, потребляемая электродвигателем			$\cos\varphi$	Коэфф. мощности
	P , Вт	Q , ВАр	S , ВА		
0,1	250	280	390	0,63	0,66
400	490	147	530	0,92	0,92
540	644	103	680	0,95	0,95
560	700	93	735	0,95	0,95
200	338	220	420	0,8	0,80
120	297	250	403	0,73	0,74
170	325	220	410	0,8	0,83
300	415	165	460	0,8	0,93
450	548	110	580	0,94	0,98
500	640	90	670	0,95	0,99
570	900	92	930	0,95	0,99

Выводы. На основании проведенного исследования можно сделать следующий вывод: установлено, что в системе «частотный преобразователь – асинхронный электродвигатель» нелинейные искажения увеличиваются по мере загрузки электродвигателя и имеют максимальное значение при номинальной мощности системы.

Список литературы

1. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 350–353.
2. Совершенствование условий эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики в низковольтной электрической сети / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 124–127.
3. К вопросу совершенствования методов электротехнических измерений / Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, В. В. Павлов // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 121–123.
4. К вопросу снижения потерь мощности в распределительной электрической сети / В. В. Павлов, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 216–219.
5. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья от загрязнений: моделирование процесса растворения перги в воде при интенсивном механическом перемешивании / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 2 (143). – С. 150–156.
6. К вопросу механической очистки перговых гранул / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, В. В. Коченов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2017. – № 2 (34). – С. 57–61.
7. Патент № 2667734 С1 Российская Федерация, МПК А01К 59/00. Установка для извлечения и очистки перги из перговых сотов: № 2017145725 : заявл.

25.12.2017: опубл. 24.09.2018 / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Коченов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».

8. Каширин, Д. Е. Вариационный анализ работоспособности линий электропередач напряжением 0,4 КВ / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 14–15 октября 2021 г. Том Часть 2. – г. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ имени В. М. Кокова, 2021. – С. 272–276.

9. Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939–2007), Рязань, 12 ноября 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 205–209.

10. Патент № 2656968 С1 Российская Федерация, МПК А01К 51/00. Способ очистки воскового сырья: № 2017106065 : заявл. 20.02.2017: опубл. 07.06.2018 / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».

11. Каширин, Д. Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 г. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 93–98.

12. Исследование адгезионных свойств перги, содержащейся в пчелиных сотах / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, А. В. Куприянов, В. В. Павлов // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 7 (106). – С. 174–178.

П. Б. Скрипкин, М. В. Кузнецов, А. В. Кухтин
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОСУШЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Приведен анализ систем осушения теплоносителя в сушильных установках, применяемых в настоящее время. Исследована зависимость абсолютной влажности теплоносителя от температуры, изучены факторы снижения энергоемкости процесса сушки.

Актуальность. Подавляющее большинство конструкций современных сушильных установок представляет собой прежде всего осушители воздуха конвективного типа. При этом энергоемкость процесса сушки в таких установках остается крайне высокой [1–4].

Цель: исследовать факторы снижения энергоемкости процесса сушки.

Задачи: проанализировать применяемые в настоящее время системы осушения теплоносителя в сушильных установках; исследовать зависимость абсолютной влажности теплоносителя от температуры.

Материалы и методика. Системы осушения воздуха бывают трёх основных типов [5, 6]: ассимиляционные, сорбционные (химические), конденсационные (физические). Ассимиляционная осушка воздушного потока способна на 5–10 % снизить общее энергопотребление процесса осушки. Принцип заключается не в выделении водяного пара из воздуха, а сохранение тепловой энергии теплоносителя, насыщенного парами воды. По сути, отработанный влажный и тёплый теплоноситель охлаждается и отдаёт свою энергию наружному воздуху, подогревая его, и тем самым уменьшается частота включений электрокалорифера в процессе сушки.

Сорбционные, или химические, осушители работают по принципу поглощения влаги из воздуха посредством химической реакции или гигроскопического эффекта. Чаще всего для этих целей используется силикагель – высушенная соль, образованная из растворов перенасыщенных кремниевых кислот.

Главное достоинство этого материала заключается в том, что он способен продолжительное время поглощать влагу. При этом нет необходимости в дополнительном навесном оборудовании, достаточно засыпать силикагель в специальный отсек для исключения россыпи и поместить осушитель в сушильный контур установки. Это значительно повышает КПД, так как нет взаимодействия с окружающей средой. Но влагоёмкость сухого сорбента примерно равна 5–8 % от его массы, то есть для сушки крупной партии продукта необходимо либо одновременно использовать большое количество силикагеля, либо менять его в осушителе каждый раз при смене партии осушаемого материала [7, 8].

Физический, или конденсационный, осушитель воздуха основан на принципе конденсации водяных паров при снижении температуры сушильного агента. По своей сути он представляет собой охлаждающее устройство, представленное камерой с охлаждаемой поверхностью. Влажный и тёплый воздух, соприкасаясь с ней, остывает, при этом изменяется его влагоёмкость [9–11]. В состоянии насыщенного пара влага из воздушной массы конденсируется в виде капель воды на поверхности охлаждения. Чем ниже температура сушильного агента, тем ниже его влагоёмкость. Эту зависимость можно представить в виде графика, показанного на рисунке 1.



Рисунок 1 – График зависимости абсолютной влажности воздуха, г/м³ от температуры, °С

Результаты исследований. Нагрев сушильного агента после прохождения через осушитель многократно снижает относительную влажность, что означает увеличение эффективности процесса сушки [12, 13, 15]. Конструктивные особенности большинства охлаждающих устройств предполагают перекачку тепловой энергии, то есть применяется принцип теплового насоса. Соответственно, тепловая энергия, отобранная у влажного теплоносителя, может быть посредством конвекции отдана теплоносителю, прошедшему через конденсационную камеру [15]. Применение такого типа осушителя в установках для энергосберегающей конвективной сушки пчелиной перги может полностью исключить применение электрокалорифера.

Выводы. Снижение энергоёмкости процесса сушки в конвективных сушильных установках достижимо при использовании любого из вышеописанных способов. Но наиболее эффективным является их комбинация, воплощённая в единой установке.

Список литературы

1. К вопросу снижения потерь мощности в распределительной электрической сети / В. В. Павлов, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 216–219.
2. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 350–353.
3. Совершенствование условий эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики в низковольтной электрической сети / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 124–127.

4. Обоснование рациональных конструктивно-технологических параметров измельчителя воскового сырья / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, М. Н. Чаткин, И. И. Гришин // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2017. – № 4. – С. 96–103.

5. Бышов, Д. Н. Анализ перспективных направлений повышения качества и выхода сортового пчелиного воска / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: материалы Нац. науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 г. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 77–81.

6. Исследование производительности процесса вибрационной очистки пчелиных сотов / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 9 (174). – С. 192–199. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-9-192-199.

7. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: лабораторное исследование процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 79–83. – DOI 10.36508/RSATU.2020.26.75.014.

8. Исследование прочностных свойств перговых гранул при их сжатии / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2016. – № 1 (29). – С. 59–62.

9. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: модель процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 84–88. – DOI 10.36508/RSATU.2020.59.83.015.

10. Каширин, Д. Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 г. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 93–98.

11. Каширин, Д. Е. Вариационный анализ работоспособности линий электропередач напряжением 0,4 КВ / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 14–15 октября 2021 г. Том Часть 2. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ им. В. М. Кокова, 2021. – С. 272–276.

12. Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин,

В. В. Павлов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939–2007), Рязань, 12 ноября 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 205–209.

13. К вопросу совершенствования методов электротехнических измерений / Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, В. В. Павлов // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 121–123.

14. Бышов, Д. Н. К вопросу исследования зависимости выхода пчелиного воска от качества воскового сырья / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 1 (10). – С. 81–85.

15. Теоретическое исследование процесса очистки воскового сырья от загрязнений при интенсивном механическом перемешивании в воде / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 94–99.

УДК 631.365.036.3

П. Б. Скрипкин, Р. А. Лукашкин, И. Н. Ворганов
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева

К ВОПРОСУ МИНИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ПРИ СУШКЕ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Приведен анализ эффективности применения замкнутого потока теплоносителя в сушильных установках конвективного типа совместно с использованием современных теплоизоляционных материалов. Обозначены направления повышения энергетической эффективности процесса сушки на примере технологий переработки продукции пчеловодства, в частности, пчелиной перги.

Актуальность. Современные условия производства сельскохозяйственной продукции поощряют производителей уделять особое внимание качеству. Потребительские свойства продуктов пчеловодства, в частности перги, во многом зависят от качества ее сушки [1–4]. Современные тенденции ресурсосбережения предпо-

лагают высокую энергоэффективность процесса обработки сельскохозяйственной продукции. Однако не все производители способны обеспечивать применение энергосберегающих технологий. Это связано в первую очередь с тем, что современные энергосберегающие установки, несмотря на высокую эффективность, обладают существенным недостатком, а именно высокой стоимостью и, как следствие, длительными сроками окупаемости [5–7].

Цель: исследовать направления повышения энергетической эффективности процесса сушки на примере технологий переработки продукции пчеловодства.

Задачи: проанализировать эффективность применения замкнутого потока теплоносителя в сушильных установках конвективного типа совместно с использованием современных теплоизоляционных материалов.

Материалы и методика. Пчеловодческие хозяйства нуждаются в перспективе как долгосрочного, так и краткосрочного развития. Сложно отнести приобретение энергосберегающей сушильной установки для обработки перги к положительной краткосрочной перспективе, учитывая, что пчеловод-частник будет её использовать максимум 2–3 раза за сезон. Кроме того, крайне не выгодно использовать сушильную установку с максимальной мощностью более 1,5 кВт, так как для её работы требуется дорогостоящий бензиновый генератор, что при большой отдалённости пасеки доставляет серьёзные неудобства как в финансовом плане, так и в хозяйственной деятельности предприятия в целом [8].

Энергосберегающие сушильные установки для сушки перги, как гранулированной, так и в сотах, представляют собой достаточно громоздкие стационарные сушильные шкафы, не имеющие возможности мобильного перемещения. Фактически, к непосредственным издержкам сушки перги добавляются транспортная логистика доставки сырого продукта к месту переработки и частичная порча продукта в процессе транспортировки и хранения. Поэтому создание мобильной установки для перевозки на личном автомобиле является актуальной задачей.

Учитывая, что отдельная пасека зачастую имеет в своём составе бензиновый генератор мощностью от 1,5 до 2,5 кВт, энергосберегающая конвективная сушильная установка должна осуществлять качественную сушку перги с максимальным энергопотреблением не более 1–1,2 кВт и в течение 5–8 часов. Такие временные рамки обусловлены особенностями работы мини-электростанций,

которые начинают стремительно терять свой ресурс вследствие продолжительной работы.

Поиск путей повышения удельной энергоэффективности переработки перги позволил выделить ряд направлений [9, 10]. Среди них:

- теплоизоляция каналов сушильной установки;
- применение технологии замкнутого контура движения теплоносителя;
- применение микропроцессорного управления работой установки;
- применение системы регулировки микроклимата рабочей области сушильной установки.

Теплоизоляция каналов сушильной установки, теплоноситель в которой не циркулирует по замкнутому контуру, может обеспечить небольшое энергосбережение, порядка 4–6 %. Но в разомкнутых канальных сушильных установках выгода от наличия теплоизоляции сводится к минимуму при неблагоприятных погодных условиях [11–13].

Применение технологии сушки перги с замкнутым сушильным каналом обеспечивает весьма внушительную экономию энергии, а также высокую энергоэффективность. Но для обеспечения качественной сушки внутренняя полость сушильной установки, помимо отсека с иссушаемым продуктом, должна иметь большие объёмные полости для сохранения объема сушильного агента. Этот фактор негативно сказывается на размерах установки.

Результаты исследований. Применение комбинации замкнутого контура и теплоизоляционных материалов способствует значительному увеличению энергоэффективности процесса сушки, так как время работы электрокалорифера составляет 20...30 % от общей продолжительности сушки (повторные включения по несколько минут за весь период многочасового процесса сушки). Остальное время температура контура поддерживается за счёт тепловой инерции материалов, из которых он изготовлен. Но в процессе цикла сушки присутствует фактор значительных тепловых потерь, а именно замена сушильного агента. В промежуток времени, когда тёплый влажный воздух выбрасывается в окружающую среду, его место занимает холодный и относительно сухой агент. При этом невозможно контролировать влажность воздуха, поступающего в контур, так как его параметры полностью зависят от внешних факторов, не поддающихся контролю [14, 15].

Выводы и рекомендации. Совмещение классического способа конвективной сушки с микропроцессорным управлением позволяет увеличить качество готового продукта при условии грамотно построенной архитектуры схемы управления установкой. Контроллер может обеспечить уменьшение энергозатрат на сушку материала при отслеживании параметров сушильного агента и температуры продукта в режиме реального времени.

Автоматическое регулирование основных параметров сушильного агента в процессе сушки позволяет строго соблюдать требования по переработке продукции и свести влияние внешних воздействий к минимуму.

Список литературы

1. К вопросу снижения потерь мощности в распределительной электрической сети / В. В. Павлов, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 216–219.

2. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 350–353.

3. Совершенствование условий эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики в низковольтной электрической сети / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 124–127.

4. Обоснование рациональных конструктивно-технологических параметров измельчителя воскового сырья / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, М. Н. Чаткин, И. И. Гришин // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2017. – № 4. – С. 96–103.

5. Бышов, Д. Н. Анализ перспективных направлений повышения качества и выхода сортового пчелиного воска / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов

// Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: материалы Нац. науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 г. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 77–81.

6. Исследование производительности процесса вибрационной очистки пчелиных сотов / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 9 (174). – С. 192–199. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-9-192-199.

7. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: лабораторное исследование процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 79–83. – DOI 10.36508/RSATU.2020.26.75.014.

8. Исследование прочностных свойств перговых гранул при их сжатии / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2016. – № 1 (29). – С. 59–62.

9. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: модель процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 84–88. – DOI 10.36508/RSATU.2020.59.83.015.

10. Каширин, Д. Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 г. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 93–98.

11. Каширин, Д. Е. Вариационный анализ работоспособности линий электропередач напряжением 0,4 кВ / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 14–15 октября 2021 г. Том Часть 2. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ им. В. М. Кокова, 2021. – С. 272–276.

12. Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939–2007), Рязань, 12 ноября 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 205–209.

13. К вопросу совершенствования методов электротехнических измерений / Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, В. В. Павлов // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 121–123.

14. Бышов, Д. Н. К вопросу исследования зависимости выхода пчелиного воска от качества воскового сырья / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского ГАТУ им. П. А. Костычева. – 2020. – № 1 (10). – С. 81–85.

15. Теоретическое исследование процесса очистки воскового сырья от загрязнений при интенсивном механическом перемешивании в воде / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского ГАТУ им. П. А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 94–99.

УДК 632.51+632.935

С. О. Фатьянов, Т. В. Сиротина, И. Н. Соловьев
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ЗАСОРЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ СОРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ

Рассмотрены существующие в настоящее время приемы и технические средства борьбы с сорной растительностью электрическим способом. Дана характеристика метода прямого воздействия электрического тока на растение с описанием основных типов рабочих электродов, применяемых на агрегатах для уничтожения сорной растительности.

Актуальность. Значительная засоренность сельскохозяйственных угодий сорной растительностью приводит к существенному снижению урожайности возделываемых растений [1, 2]. В ряде случаев сорные растения содержат большое количество алкалоидов, что представляет определенную опасность для сельскохозяйственных животных [3, 4].

Традиционно для борьбы с сорной растительностью используют способы химизации. Борьба с сорной растительностью

за счет химических средств высокоэффективна, при этом имеет значительные недостатки [5–8]:

- требуется дополнительное выполнение полевых работ, что приводит к дополнительным затратам;
- нарушаются естественные процессы роста и развития растений, что с течением времени приводит к обеднению почв.

В связи с этим наиболее перспективным представляется применение электрифицированных способов борьбы с сорной растительностью.

Способ электрического уничтожения сорной растительности подразумевает непосредственное (прямое) протекание электрического тока через части растения, либо косвенное воздействие электромагнитным полем высокой напряженности на семена или уже сформировавшиеся растения.

Цель: исследовать направление, связанное с прямым воздействием электрического тока на растения.

Материалы и методика. В общем случае схема навесного оборудования выглядит следующим образом. Сзади трактора устанавливается трёхфазный или однофазный генератор, который присоединяется к приводу через вал отбора мощности. Обмотка возбуждения генератора подключается к бортовой сети трактора. Чем выше частота тока на выходе генератора, тем меньше габариты данного генератора при неизменной мощности.

Изменение частоты на выходе генератора достигается конструктивными его особенностями, а именно количеством пар полюсов и соотношением передаточного числа редуктора генератора. В существующих патентах и готовых изделиях используют синхронные машины напряжением от 50 до 440 В и частотой электрического тока от 50 до 660 Гц [9]. В передней части трактора располагается навесное оборудование, состоящее из высоковольтного трансформатора, схемы преобразования (в случае, если конструкция предполагает работу на другой частоте или форме напряжения генератора) и изолированных от корпуса рабочих электродов.

Схемы протекания тока могут быть следующими [10]:

1) рабочий электрод – стебель – корень – земля – заземляющий электрод [11]. При этом в виде заземляющего электрода может быть использован культиватор или плуг, установленный комбинированно с электропропольщиком;

2) первый рабочий электрод – стебель первого растения – корень первого растения – земля – корень второго растения – сте-

бель второго растения – второй рабочий электрод [12]. Данный способ является наиболее безопасным, т.к. для поражения механизатора электрическим током при включенном напряжении человеку необходимо иметь физический контакт не с 1 рабочим электродом, как в первом случае, а с двумя изолированными от корпуса контактами.

При прямом протекании электрического тока через растения выделяют следующие направления конструирования агрегатов:

- 1) воздействие переменным током;
- 2) воздействие импульсным напряжением.

Импульсное напряжение может быть создано с использованием конденсатора и искрового пробоя. Принцип работы схемы следующий: на стороне высокого напряжения трансформатора ток выпрямляется и заряжает конденсатор через токоограничивающий резистор. При достижении необходимого напряжения для пробоя воздушного промежутка происходит разряд конденсатора через растения, напряжение на конденсаторе падает и дуга в искровом промежутке гаснет, затем конденсатор заряжается и процесс повторяется.

Следующий способ – создание импульсного напряжения. Он предполагает преобразование напряжения на низкой стороне трансформатора полупроводниковыми преобразователями. При использовании высоких частот (как правило, 20–120 кГц) уменьшаются массогабаритные размеры трансформатора, так как при данных частотах применяют импульсные модели трансформаторов с литыми ферритовыми сердечниками большей индуктивности.

Существуют следующие типы рабочих электродов, применяемых на агрегатах для уничтожения сорной растительности:

- в виде бруса (или проволоки), находящегося под высоким напряжением и изолированного от корпуса;
- в виде абразивного устройства с лезвиями, при работе с которым удаляется часть поверхностного слоя растений, имеющего наибольшее сопротивление, за счет чего удается уменьшить значение электрического напряжения для уничтожения сорной растительности;
- в виде подпружиненных или эластичных электродов, расположенных горизонтально и сконструированных таким образом, что более жесткие всходы культурных растений будут отклонять их, а более гибкие не изменят положение электродов. Вре-

мя электрического скользящего контакта на культурных растениях сокращается до минимума и не приводит к летальным последствиям для них, при этом сорняк находится под воздействием максимально возможный промежуток времени и гибнет;

– в виде отражательных пружинистых пластин с регулировкой по высоте для прямого контакта с сорняками. Данный вид электродов используется для междурядной обработки. Электроды настраиваются по высоте таким образом, чтобы они не касались культурных растений по середине грядки и проходили по всем сорным растениям по краям гряды и в междурядьях;

– в виде струи токопроводящей жидкости под давлением. Струя жидкости находится под потенциалом и распыляется, выполняя при этом 2 функции – является электродом и увлажняет поверхность растений, что приводит к уменьшению их электрического сопротивления.

Существует ряд зарубежных фирм и компаний, занимающихся разработкой оборудования и агрегатов для уничтожения сорной растительности электрическим током. Например, компания Case IH AgXtend (Великобритания) разработала устройство XPower для борьбы с сорняками в экологическом земледелии. Также заслуживает внимания компания RootWave (Великобритания), занимающаяся разработкой электрооборудования для борьбы с сорняками.

Выводы. Из описанного можно заключить следующее: существует ряд типовых решений для конструирования данных агрегатов; существуют готовые заводские решения.

Список литературы

1. Бышов, Д. Н. Анализ перспективных направлений повышения качества и выхода сортового пчелиного воска / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: материалы Нац. науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 г. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агро-технологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 77–81.

2. Исследование прочностных свойств перговых гранул при их сжатии / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2016. – № 1 (29). – С. 59–62.

3. Исследование производительности процесса вибрационной очистки пчелиных сотов / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Вест-

ник КрасГАУ. – 2021. – № 9 (174). – С. 192–199. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-9-192-199.

4. Обоснование рациональных конструктивно-технологических параметров измельчителя воскового сырья / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, М. Н. Чаткин, И. И. Гришин // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2017. – № 4. – С. 96–103.

5. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: лабораторное исследование процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 79–83. – DOI 10.36508/RSATU.2020.26.75.014.

6. Каширин, Д. Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Саратов, 29–30 апр. 2021 г. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 93–98.

7. Каширин, Д. Е. Вариационный анализ работоспособности линий электропередач напряжением 0,4 КВ / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 14–15 октября 2021 г. Том Часть 2. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ имени В. М. Кокова, 2021. – С. 272–276.

8. Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939–2007), Рязань, 12 ноября 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 205–209.

9. К вопросу совершенствования методов электротехнических измерений / Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, В. В. Павлов // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 121–123.

10. К вопросу снижения потерь мощности в распределительной электрической сети / В. В. Павлов, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 121–123.

заны, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 216–219.

11. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Бoryчев, Д. Е. Каширин [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2021. – С. 350–353.

12. Совершенствование условий эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики в низковольтной электрической сети / А. В. Шемякин, С. Н. Бoryчев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 г. – Рязань: Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2021. – С. 124–127.

УДК 66.047

С. О. Фатьянов, Т. В. Сиротина, И. Н. Соловьев
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева

МЕТОДЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА СУШКИ

Приведено обоснование перспективности применения полупроводниковой системы на основе элементов Пельтье для физического обезвоживания теплоносителя в конвективных сушильных установках с замкнутой циркуляцией. Приведен сравнительный анализ используемых различных систем осушения теплоносителя.

Актуальность. В современном сельском хозяйстве особую роль отводят сушке и хранению продукции. Например, в пчеловодстве, когда речь идёт о сохранности таких продуктов, как перга, обножка и др., руководствуются в первую очередь нормативами ГОСТ, в которых указаны четкие требования к содержанию влаги в соответствующих продуктах. Но в условиях традиционного пчеловодства лишь малая часть получаемой продукции соответствует всем необходимым требованиям для допуска к рыночному сбыту и зачастую бракуется [1–5]. Во многом это происходит из-за некачественно проведённого процесса сушки, в част-

ности, перга быстро теряет все свои ценные свойства при превышении допустимой температуры в технологическом процессе ее получения из воскового сырья [6–8].

Цель: обоснование перспективности применения полупроводниковой системы на основе элементов Пельтье для осушения теплоносителя в конвективных сушильных установках с замкнутой циркуляцией.

Материалы и методика. Использование современных конвективных сушильных установок хоть и позволяет провести качественную сушку перги, однако такие установки являются крайне энергоемкими [9–11]. Этот фактор повышает себестоимость производства перги, что негативно сказывается на конечном потребителе.

Решение данной проблемы состоит в использовании энергосберегающих конвективных сушильных установок. Главным конструктивным отличием от классических сушилок является наличие в них замкнутого канала, в котором циркулирует сушильный агент. Это способствует уменьшению энергопотребления, так как нет необходимости в постоянном подогреве сушильного агента, в качестве которого используется атмосферный воздух. Но при замкнутом цикле воздушная масса постепенно насыщается влагой. Поэтому необходимо периодически заменять ее на сухой холодный наружный воздух, физические характеристики которого могут быть непостоянными на протяжении цикла сушки.

Учитывая способность таких установок многократно снижать энергетические потери, нами предложено применить вместо системы замены сушильного агента систему его внутреннего осушения для поддержания требуемых параметров.

Среди подобных систем, применяемых в настоящее время, выделяют:

- систему ассимиляционного осушения;
- систему осушения, основанную на применении гигроскопичных материалов;
- систему осушения, основанную на конденсации влаги.

Наиболее перспективной системой для процесса замкнутой конвективной сушки, на наш взгляд, является третья. Её главным достоинством можно считать возможность использования выделяемой теплоты от системы теплового насоса для нагрева сушильного агента. Таким образом, снижение энергоёмкости процесса сушки можно добиться путём частичной или полной замены тепла

от электронагревателя на тепло, выделяемое нагреваемой частью системы охлаждения осушителя.

Система физического (конденсационного) осушения воздуха построена на основе теплового насоса. В процессе сушки перги в замкнутом сушильном контуре происходит постепенное увеличение влагосодержания в массе теплоносителя (воздуха). Удаление влаги происходит путём уменьшения температуры воздуха до температуры образования насыщенного пара, при которой начинается конденсация. Если воздух повторно подогреть до необходимой температуры, его влажность уменьшится, а интенсивность сушки возрастет. Для разработки системы конденсационного осушения воздуха можно применить два наиболее распространённых устройства: парокомпрессионный тепловой насос и полупроводниковый преобразователь.

Парокомпрессионный тепловой насос наиболее часто встречается в системах бытовых холодильных установок (холодильниках) и работает по принципу конденсации и испарения газа, близкого к идеальному. В парокомпрессионном насосе наиболее часто используется фреон. Основной недостаток таких систем – необходимость использования массивного компрессора, что приводит к существенному увеличению веса и габаритов установки для энергосберегающей конвективной сушки пчелиной перги практически в два раза усложняет ее обслуживание [12, 13].

Полупроводниковая система перекачки тепловой энергии основана на эффекте Пельтье: если через полупроводниковую пару р-п типа пропускать постоянный электрический ток, то со стороны положительного контакта теплота будет выделяться, а отрицательного – поглощаться. Если сделать сборку из множества таких переходов, то получится мощный и компактный охладитель, наглядная схема которого показана на рисунке 1.

Данная система обладает существенным преимуществом по сравнению с парокомпрессионной благодаря простоте и компактности. Единственный недостаток заключается в низком КПД полупроводникового преобразователя, который в лучшем случае достигает 25 %. Например, если необходимая мощность охлаждения должна составлять приблизительно 100 Вт, то мощность выделяемой таким охладителем теплоты составит приблизительно 400 Вт. В то же время данная мощность в случае с конвективной сушильной установкой замкнутого типа может быть использована для нагрева теплоносителя в процессе работы [14, 15].

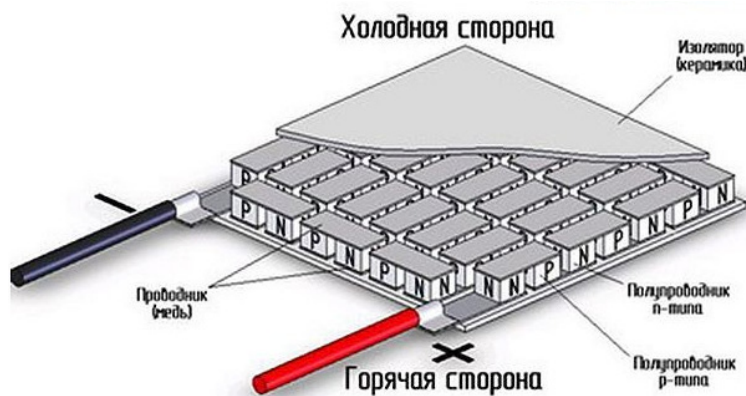


Рисунок 1 – Наглядная схема элемента Пельтье

Выводы. При применении полупроводниковой системы для физического обезвоживания теплоносителя в конвективных сушильных установках с замкнутой циркуляцией существует возможность использования выделяемой тепловой энергии при нагреве теплоносителя до температуры, близкой к требуемым для процесса сушки значениям. При этом масса и габариты сушильной установки останутся в допустимых пределах.

Список литературы

1. Бышов, Д. Н. Анализ перспективных направлений повышения качества и выхода сортового пчелиного воска / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: материалы Нац. науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 г. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 77–81.
2. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: лабораторное исследование процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 79–83. – DOI 10.36508/RSATU.2020.26.75.014.
3. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья: модель процесса диспергирования органических загрязнений / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 3 (47). – С. 84–88. – DOI 10.36508/RSATU.2020.59.83.015.
4. Исследование производительности процесса вибрационной очистки пчелиных сотов / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 9 (174). – С. 192–199. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-9-192-199.

5. Исследование прочностных свойств перговых гранул при их сжатии / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2016. – № 1 (29). – С. 59–62.
6. Обоснование рациональных конструктивно-технологических параметров измельчителя воскового сырья / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, М. Н. Чаткин, И. И. Гришин // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2017. – № 4. – С. 96–103.
7. Бышов, Д. Н. К вопросу исследования зависимости выхода пчелиного воска от качества воскового сырья / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 1 (10). – С. 81–85.
8. Теоретическое исследование процесса очистки воскового сырья от загрязнений при интенсивном механическом перемешивании в воде / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 94–99.
9. Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939–2007), Рязань, 12 ноября 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 205–209.
10. К вопросу совершенствования методов электротехнических измерений / Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, В. В. Павлов // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 121–123.
11. К вопросу снижения потерь мощности в распределительной электрической сети / В. В. Павлов, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 216–219.
12. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участии-

ем, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 г. Том Часть I. – Рязань: Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2021. – С. 350–353.

13. Совершенствование условий эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики в низковольтной электрической сети / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта : материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2021. – С. 124–127.

14. Каширин, Д. Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы XII Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 г. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 93–98.

15. Каширин, Д. Е. Вариационный анализ работоспособности линий электропередач напряжением 0,4 КВ / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 14–15 октября 2021 г. Том Часть 2. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ им. В. М. Кокова, 2021. – С. 272–276.

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ, ОТРАСЛЯМИ АПК

УДК 519.852:330.112.2

Е. Н. Дик, И. И. Багаутдинова
Башкирский ГАУ

МЕТОД ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЗАДАЧЕ О ПОЛУЧЕНИИ ПРИБЫЛИ

Решена задача методом линейного программирования математических моделей, представлены результаты получения прибыли способом вложения в предприятия содействующего типа.

Актуальность. Задачи производственных процессов решают различными математическими методами. Одним из важных требований полученных решений является поиск оптимальных решений [1]. Это может быть максимальная прибыль по объему и денежному эквиваленту предприятия, наименьшие затраты при транспортировке при заданных ограничениях на ресурсы и материал. Авторами рассмотрено решение задачи о частичном вложении в агропромышленный комплекс и строительную организацию эффективным математическим методом линейного программирования. Линейная оптимизация позволяет достичь наилучшего результата (в данном случае, максимальной прибыли и наименьших затрат) при помощи математической модели, требования к которой представлены линейными соотношениями [2, 3].

Цель: достижение требований федерального государственного образовательного стандарта к образованию по различным направлениям в системе высшего образования. Реализация методики решения практико-ориентированных задач и задач профессиональной направленности при изучении математических дисциплин.

Задачи: изучить требования федерального государственного образовательного стандарта к образованию по различным направлениям в системе высшего образования. Теорию метода линейного программирования, графический способ поиска оптимального

решения обосновать и связать с задачами профессиональной деятельности. Получить решение задачи о частичном вложении в агропромышленный комплекс и строительную организацию математическим методом линейного программирования.

Материалы и методика. ФГОС ВО, научно-методическая литература и источники по исследуемому вопросу, анкетирование студентов о задачах общей и практико-ориентированной направленности.

Результаты исследований. Владелец животноводческого комплекса, располагающий в 300 тысяч денежных единиц, имеет вложения своего капитала в предприятие кормозаготовительной техники А и строительное предприятие В, ведущее ремонт его корпусов. В целях уменьшения инвестиционного риска, акций предприятия А нужно приобрести не меньше, чем акций строительного предприятия В, причем последних купить можно не более чем на 100 тысяч денежных единиц. Дивиденды по акциям А составляют 8 %, а по акциям В – 10 % в год. Необходимо определить максимально возможную прибыль для получения от вложений владельцем животноводческого комплекса в первый год [4].

Построим экономико-математическую модель задачи. Введём обозначения: x_1 и x_2 – количество денежных единиц, которые будут вложены в предприятие кормозаготовительной техники и в строительное предприятие соответственно. Критерий оптимальности в данной задаче – максимум прибыли от вложенных средств. Составляем целевую функцию и находим ее максимум, что определит максимальную прибыль и наименьшие затраты: $f(x) = 0,08x_1 + 0,1x_2 \rightarrow \max$ при ограничениях согласно условиям задачи

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 300, \\ x_1 - x_2 \geq 0, \\ x_2 \leq 100, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2. \end{cases}$$

Далее изображается допустимое множество X на координатной плоскости и проводятся граничные прямые $x_1 + x_2 = 300$ (l_1), $x_1 - x_2 = 0$ (l_2), $x_2 = 100$ (l_3) и определяются полуплоскости, соответствующие ограничениям-неравенствам.

Для этого для каждого ограничения нужно выбрать точку (например, начало координат (0; 0), не лежащую на соответству-

ющей граничной прямой, и проверить выполнение неравенства. Например, для ограничения $x_1 + x_2 \leq 300$ подставить координаты $(0; 0)$. Неравенство выполняется – это ограничение описывает множество точек, лежащих ниже (левее) относительно прямой $x_1 + x_2 = 300$. В результате получается множество допустимых решений (рис. 1).

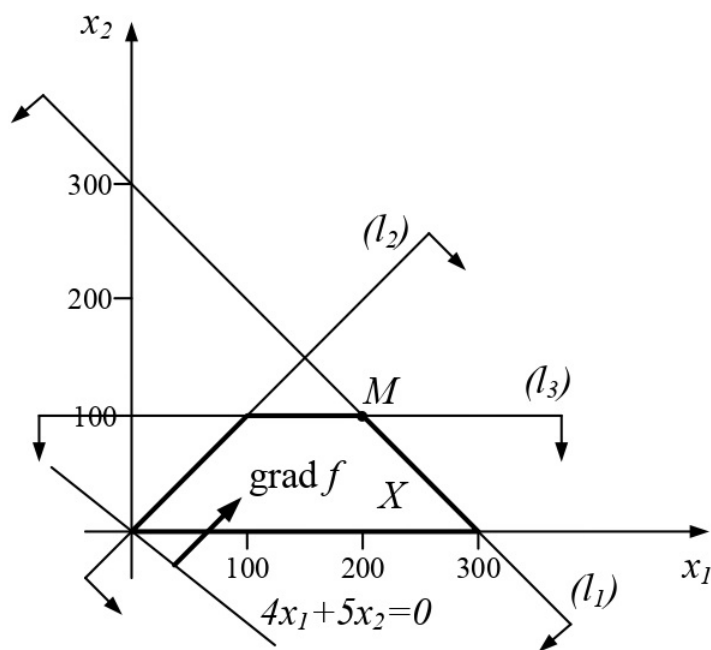


Рисунок 1 – Графическое решение системы неравенств

Далее строится линия целевой функции $0,08x_1 + 0,1x_2 = 0$ и вычисляется градиент $\text{grad } f = (0,08; 0,1)$. Для удобства построений можно умножить целевую функцию на 50, чтобы получить целые значения коэффициентов при переменных. Отметим, что достаточно только определить направление градиента при построении, не придерживаясь вычислительным расчетам [5, 6].

Параллельным переносом линию уровня определяем в направлении вектора $\text{grad } f$, и находим её крайнее положение, точку выхода. В этом положении прямая проходит через точку M – точку пересечения граничных прямых (l_1) и (l_3) . Таким образом, целевая функция достигает максимума в точке $x_{\max} = (200; 100)$ и максимальное значение, равное $f_{\max} = 26$.

Выводы и рекомендации. Задача о частичном вложении в агропромышленный комплекс и строительную организацию решена эффективным математическим методом линейного программирования. Владельцу животноводческого комплекса следует вложить 200 тысяч денежных единиц в предприятие кормозаготови-

тельной техники и 100 тысяч денежных единиц в строительное предприятие, ведущее создание и ремонт его корпусов. При этом максимальная прибыль в первый год будет составлять 26 тысяч денежных единиц. Наличие дополнительных условий и ограничений на начальные данные, такие, как ресурсы и материал, позволит прогнозировать и рассчитывать следующий этап получения прибыли производителя.

Реализована методика решения практико-ориентированных задач и задач профессиональной направленности при изучении математических дисциплин. Последнее является одним из требований федерального государственного образовательного стандарта к образованию по различным направлениям в системе высшего образования.

Список литературы

1. Арсланбекова, С. А. Основные направления совершенствования обучения математике / С. А. Арсланбекова // Современное вузовское образование: теория, методология, практика: материалы Междунар. учебно-методической конф. – Башкирский ГАУ. – 2013. – С. 110–112.
2. Арсланбекова, С. А. Инструментальное управление учебной познавательной деятельностью студента / С. А. Арсланбекова // Инженерное обеспечение в АПК: научный сборник. – Уфа, 2015. – С. 3–5.
3. Арсланбекова, С. А. Блог как форма успешной организации информационного взаимодействия преподавателя и студента в вузе / С. А. Арсланбекова, Л. Н. Титова, Е. П. Жилко // Инновации в образовании. – 2019. – № 4. – С. 122–129.
4. Бережная, Е. В. Математические методы моделирования экономических систем: учеб. пособ.: рек. УМО вузов / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – Москва: Финансы и статистика, 2001, 2002, 2003, 2005. – 368 с.
5. Зиянгирова, С. Р. Использование информационных технологий при изучении математики в вузе / С. Р. Зиянгирова // Реализация образовательных программ высшего образования в рамках ФГОС ВО: материалы Всерос. научно-методической конф. в рамках выездного совещания НМС по природообустройству и водопользованию Федерального УМО в системе ВО. – 2016. – С. 131–134.
6. Зиянгирова, С. Р. О состоянии межпредметных связей: математика – логистика в сфере общественного питания – практическое обучение / С. Р. Зиянгирова, А. А. Нигматьянов, А. Н. Гусев // Реализация образовательных программ высшего образования в рамках ФГОС ВО: материалы Всерос. научно-методической конф. в рамках выездного совещания НМС по природообустройству и водопользованию Федерального УМО в системе ВО. – 2016. – С. 134–137.

О. А. Донскова, Е. В. Ягупова

Волгоградский ГАУ

ФИНАНСОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОРГАНИЗАЦИЙ АПК: ОСОБЕННОСТИ И ПОРЯДОК ДИАГНОСТИКИ

В работе представлена методика расчета показателей финансовой устойчивости агропредприятия, которая позволяет выявить финансовое положение предприятия согласно балльной системе, проанализированы фактические показатели финансовой составляющей, обобщены результаты расчета итогового индикатора финансовой устойчивости.

Актуальность. Каждая стадия функционирования и развития хозяйствующих субъектов подразумевает эффективное вложение финансовых ресурсов для формирования оптимальной величины отдачи на инвестируемый капитал. Товаропроизводитель сталкивается с вероятностью неплатежей со стороны контрагентов, поэтому объективная и своевременная оценка финансовой устойчивости компаний является приоритетным направлением. Для недопущения наступления банкротства следует уделять внимание диагностике финансовой устойчивости, ликвидности, платежеспособности, кредитоспособности, именно от этого будет зависеть финансовое состояние и результативность в целом.

Анализ устойчивости финансового положения предприятия целесообразно проводить непрерывно, а не только в случаях экономических затруднений, но и для прогноза, чтобы наиболее рационально использовать долгосрочные, нематериальные, текущие (оборотные) активы, собственный и заемный капитал. Как известно, основными требованиями к хозяйственной, инвестиционной и другой предпринимательской деятельности субъектов хозяйствования в условиях рыночных отношений являются сохранение и приумножение реальной стоимости капитала, повышение эффективности использования экономического потенциала [1–3].

Цель: оценить показатели финансовой устойчивости предприятия (на примере ООО «КХ Скиф» Урюпинского района Волгоградской области) как фактора экономической безопасности предприятия.

Задачи: в ходе исследования следует сформировать систему коэффициентов, оказывающих наибольшее влияние на финансо-

вую устойчивость, а также на основе экспертного анализа оценить положение компании.

Материалы и методика. Основой расчетов послужили фактические данные годовой бухгалтерской отчетности ООО «КХ Скиф» Урюпинского района Волгоградской области. Одним из методов оценки финансовой стабильности является экспертный метод, предложенный Л. С. Васильевой и М. В. Петровской [4–5]. Этот подход строится на выборе определенных критериев, характеризующих текущую устойчивость компании, при этом устанавливается значимость отдельного критерия и формируется комплексный индикатор финансовой устойчивости.

Результаты исследований. Предприятие на протяжении всего анализируемого периода не обладает абсолютно устойчивым финансовым состоянием. В 2018, 2020 и 2021 гг. можно установить тип как нормальная финансовая устойчивость, так как существует недостаток собственных оборотных средств в размере 3,2 млн руб., 1,4 млн руб. и почти 12 млн руб., чтобы покрыть все производственные запасы. В 2017 и в 2019 гг. наблюдается неустойчивое финансовое состояние в результате динамических изменений отдельных статей баланса. Соотношение заемных и собственных средств входило в оптимальное соотношение (меньше 1), что заявляет о благоприятной тенденции. В период с 2017–2021 гг. процент финансовой независимости сельскохозяйственных предприятий составлял от 74 до 68 % при нормативном значении 60–70 %. Коэффициент текущей ликвидности имеет тенденцию к снижению и в 2021 г. составил 3,33 (при нормативном значении не меньше 2), что говорит о наличии низкой степени финансового риска. Положительные значения коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами свидетельствуют о финансовой устойчивости сельхозпредприятия. Значение коэффициента общей ликвидности несколько раз превышает нормативные цифры. ООО «КХ Скиф» в 2017–2021 гг. является платежеспособной и финансово устойчивой организацией, не зависящей от внешних источников финансирования запасов. В период с 2017–2021 гг. процент финансовой независимости сельскохозяйственного предприятия составлял от 74 до 68 % при нормативном значении 60–70 %. Значения показателя устойчивости входит в оптимальное соотношение (меньше 1) и означает, что финансирование деятельности происходит за счет собственных источников, хотя в последний год прослеживается рост заемного капитала.

В таблице 1 приведены исходные показатели для включения в модель по оценке финансовой устойчивости.

Таблица 1 – Исходные данные для установления финансовой устойчивости экспертным методом ООО «КХ Скиф» за 2017–2021 гг.

Показатели	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Коэффициент оборачиваемости запасов	1,284	2,675	1,879	1,440	2,487
Коэффициент покрытия краткосрочных пассивов оборотными активами	3,47	11,5	2,6	4,56	3,33
Коэффициент структуры капитала	2,88	5,65	2,32	4,04	2,15
Коэффициент общей рентабельности активов	0,0107	0,0064	-0,1942	0,2225	0,2305
Рентабельность продаж по балансовой прибыли	0,0189	0,0066	-0,2874	0,3188	0,3183

Согласно используемой методике, коэффициент оборачиваемости запасов не достигает нормативного критерия, равного 8, за весь период исследования. Отношение оборотных средств к сумме краткосрочных пассивов находится в рекомендуемом диапазоне (больше 2). Отметим превышение нормативного значения по коэффициентам структуры капитала к величине заемных средств (больше 1,5). Показатели рентабельности, рассчитанные по балансовой прибыли за 2017–2019 гг. ниже критического (больше 0,3), а в 2019 г. полученный убыток привел вообще к отрицательным значениям.

После расчета коэффициентов, описанных выше, оцениваем соотношение частных критериев с установленными значениями поступательно по годам исследования, и результаты представим в таблице 2.

Для формирования итогового индикатора финансовой устойчивости необходимо воспользоваться формулами 1 и 2.

$$J = W(X_1)K1 + W(X_2)K2 + W(X_3)K3 + W(X_4)K4 + W(X_5)K5. \quad (1)$$

$$J = 15 \cdot K1 + 20 \cdot K2 + 20 \cdot K3 + 20 \cdot K4 + 25 \cdot K5. \quad (2)$$

Оценка финансовой устойчивости базируется на расчете комплексного индикатора, который может колебаться менее или более 100. Превышение над 100 будет говорить о благоприятной финансовой ситуации организации. Значение менее от 100 укажет на сложности в хозяйственной деятельности и о вероятности в перспективе финансовых трудностей.

Оценка финансовой устойчивости базируется на расчете комплексного индикатора, который может колебаться менее или более 100. Превышение над 100 будет говорить о благоприятной финансовой ситуации организации. Значение менее от 100 укажет на сложности в хозяйственной деятельности и о вероятности в перспективе финансовых трудностей.

Таблица 2 – Исходные данные для расчета интегрального показателя по экспертному методу ООО «КХ Скиф» за 2017–2021 гг.

Показатели	Значения коэффициентов			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Коэффициент оборачиваемости запасов	2,083	0,702	0,766	1,727
Коэффициент покрытия краткосрочных пассивов оборотными активами	3,314	0,226	1,754	0,730
Коэффициент структуры капитала	1,961	0,412	1,739	0,531
Коэффициент общей рентабельности активов	0,601	-30,178	-1,146	1,036
Рентабельность продаж по балансовой прибыли	0,349	-43,547	-1,109	0,998

Таблица 3 – Значение интегрального показателя по экспертному методу ООО «КХ Скиф» за 2017–2021 гг.

Показатели	Значения J			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Коэффициент оборачиваемости запасов	31,245	10,53	11,49	25,91
Коэффициент покрытия краткосрочных пассивов оборотными активами	66,28	4,52	35,08	14,6
Коэффициент структуры капитала	39,22	8,24	34,78	10,62
Коэффициент общей рентабельности активов	12,02	-603,56	-22,92	20,72
Рентабельность продаж по балансовой прибыли	8,725	-1088,675	-27,725	24,95
Итого	157,49	-1668,95	30,71	96,80

Из произведенных расчетов видно, что по ООО «КХ Скиф» экспертный анализ показал хорошее устойчивое положение компании только в 2018 г. В 2019 г. итоговый индикатор для оценки финансовой устойчивости имеет отрицательное значение, что свидетельствует о сложности в финансовом плане в этот период. Показатель J за отчетный год увеличился на 66 пункта или в 3 раза. Данный прирост стал результатом увеличения коэффициента оборачиваемости запасов, а также показателя рентабельности. На ин-

дикатор устойчивости в финансовом плане оказали влияние и коэффициенты общей рентабельности активов на 20 % и на 25 % рентабельности продаж возросли.

Согласно данным экспертного анализа, в 2018 г. компания имела стабильную устойчивость в финансах. Однако существенное снижение важнейших показателей деятельности говорит о возможном снижении продаж и объемов производства в будущем, что негативно отразится на уровне собственного капитала в структуре финансирования предприятия и повысит уровень риска.

Выводы и рекомендации. Цель диагностирования ухудшения финансового состояния состоит в том, чтобы руководство быстро и своевременно смогло принять стратегические управленческие решения, предупреждающие возникновение отрицательных процессов. Для частичной локализации проблемных зон рекомендуем ООО «КХ Скиф» разработать и внедрить алгоритм отслеживания больных точек в деятельности компании, учитывающий следующие направления:

1. Обеспечение оптимального уровня кредиторской задолженности и снижение долговой нагрузки по кредитам и займам по средствам разработанных внутренних нормативных документов, с учетом механизмов предотвращения искусственного банкротства, а также дополнительного источника финансовых ресурсов.

2. Повышение операционной эффективности и рентабельности путем применения гибкой ценовой политики, учитывающей приоритетность в рыночном сегменте и безубыточность продаж, сокращения товарных запасов, утверждения нормативов переменных и постоянных расходов, в зависимости от выручки.

3. Трансформация этапов планирования и анализа текущей деятельности для оперативной и качественной работы по принятию управленческих решений в ходе управленческого учета, путем унификации статей доходов и расходов в бухгалтерском, налоговом и управленческом учетах, всех видах бюджетов, формирования центров финансовой ответственности.

Для достижения стабильности в финансовом плане хозяйственных предприятий необходимо своевременно осуществлять мониторинг их финансового состояния, разрабатывать мероприятия по оптимизации их финансово-хозяйственной деятельности, эффективно использовать финансовые ресурсы, выделенные государством для поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Список литературы

1. Алексеева, Н. А. Методы оценки финансовой устойчивости предприятия по балансу и денежным потокам / Н. А. Алексеева // Наука и образование: новое время. – 2017. – № 3 (20). – С. 292–296.
2. Коробейников, Д. А. Принципы оценки финансовой составляющей экономической безопасности предприятия / Д. А. Коробейников, О. М. Коробейникова // Аудит и консалтинг: перспективы развития, роль в обеспечении экономической безопасности организаций и государства: материалы VII Нац. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2020. – С. 69–75.
3. Информационная безопасность как фактор экономической безопасности предприятия / Е. А. Немкина, О. А. Донскова, Д. В. Немкин, Й. Пришенк // Аудит и консалтинг: перспективы развития, роль в обеспечении экономической безопасности организаций и государства: материалы VII Нац. науч.-практ. конф. Волгоград, 2020. – С. 38–44.
4. Шаповал, Е. В. Исследование методик анализа финансового состояния организации / Е. В. Шаповал, К. М. Якиманская // Вестник университета. – 2014. – № 9. – С. 111–115.
5. Юдина, Л. В. Финансовая устойчивость организации и условия ее обеспечения / Л. В. Юдина, О. А. Герасименко // Актуальные вопросы современной экономики. – 2020. – № 2. – С. 325–336.

УДК 004.774

**Г. Р. Иванова, Г. Г. Исламова,
С. В. Прокофьева, Т. М. Шамсутдинова**
Башкирский ГАУ

ПУТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НАПРАВЛЕНИЯ «БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА»

В ходе работы рассмотрена актуальность направления «Бизнес-информатика». Показано преимущество этого направления перед другими. На примере компетенции разработчика веб-сайтов приведен алгоритм создания и корректировки сайтов.

Актуальность. На сегодняшний день количество знаний удваивается каждый год. В будущем эта цифра будет только расти. Поэтому необходимо уметь работать с большим массивом данных [1, 7]. На сегодняшний день бизнес-информатика лучше любого другого направления обучения способна удовлетворить эту про-

блему. Бизнес-информатика – междисциплинарное направление практической и теоретической деятельности, исследований и обучения, затрагивающее вопросы бизнес-управления, информационных технологий и информационных систем [8]. На программе бизнес-информатики студенты получают знания по экономике и менеджменту. Но помимо этого также студентов учат работе с базами данных и проектированию информационных систем. Таким образом, студент направления бизнес-информатики будет более конкурентно способен на рынке труда, чем выпускник направления менеджмента или экономики, так как помимо полученных знаний по этим областям студент, бизнес-информатик, обладает также дополнительными знаниями, которые так нужны в век информационных технологий [2, 3, 6].

Рассмотрим на примере компетенции Веб-разработка, которая нужна для создания новых и поддержания уже существующих сайтов. Веб-разработчик помогает заказчику решить задачу оптимальным способом, пишет код, тестирует его и оценивает результаты [4, 5, 9].

Цель: привить обучающимся навыки создания веб-сайтов.

Задачи: средствами приложения PhotoShop создать макеты главной и типовой страниц сайта по варианту задания. На основе макета создать web-сайт средствами языка HTML и каскадных таблиц стилей.

Материалы и методика: файл с таблицей стилей (расширение .css) имеет следующее содержание:

```
.BODY {background-color:#EEEEEE}
.H1 {text-align:center; font-size:24; color:#0000FF; font-family:Arial}
.H2 {text-align:left; font-size:18; color:#0000AA}
.P {color: #000000; font-size:14; font-family:Times New Roman}
```

В этом случае определяется светло-серый цвет фона документа; для заголовка 1-го уровня задается выравнивание по центру, синий шрифт гарнитуры Arial размера 24 пт; для заголовка 2-го уровня задается выравнивание по левому краю, светло-синий шрифт размера 18 пт; для текста абзаца шрифт чёрного цвета, гарнитуры TimesNewRoman, размер шрифта 14.

В контейнере <HEAD> web-страницы указываем тег <LINKREL="STYLESHEET" type="text/css" href="style.css ">, здесь style.css – файл таблицы стилей.

Создаваемые web-документы должны удовлетворять следующим требованиям:

- web-документы не должны содержать лишних тегов и лишних параметров внутри тегов;
- в контейнере <HEAD> рекомендуется указать тег <metahttpequiv=Content-Typecontent="text/html; charset=windows-1251">;
- заголовок текста следует оформить как заголовок 1 уровня (контейнер <H1>);
- подзаголовки следует оформить как заголовки 2 уровня (контейнер <H2>);
- в контейнере <TITLE> указать текст – «РГР_Web» и свою фамилию;
- для рисунков определить альтернативный текст (параметр ALT тега);
- на страницах должны присутствовать сценарии на языке JavaScript.

Предпочтительнее применять блочную верстку (теги DIV).

Результаты исследований. Прделали следующие операции:

1. Зашли в Конструктор сайтов – бесплатный конструктор <https://legkobiznesait.nethouse.ru/> и регистрируемся.
2. Перейти на электронную почту и перейдите по ссылке из письма от Nethouse. Если письма от Nethouse нет во "Входящих", проверьте папку СПАМ.
3. Выбрать тарифный план. Например, тариф "Сайт" идеально подойдет для сайтов-визиток, сайтов компаний и специалистов, лендингов. Стоимость – от 320 рублей в месяц. Тариф "Магазин" необходим интернет-магазинам. Стоимость – от 680 рублей в месяц. Оплатить можно как онлайн, так и по счету.
4. После истечения тарифа сайт переводится на бесплатный тариф "Старт" с ограниченными возможностями, например, нельзя подключить свой домен, использовать статистику и прием платежей, добавить более 5 товаров в каталоге и 20 фотографий. Начать с настройки дизайна сайта. Добавить логотип. Отредактировать копирайтсайта. Сформулировать меню, наполнить нужные разделы сайта и скрыть ненужные: Заполнить мета-теги для главной страницы сайта (SEO-настройки). Заполнить мета-теги для всех страниц сайта. Если вы не уверены в том, что сможете правильно подготовить сайт к продвижению, обратитесь к на-

шим специалистам и закажите услугу "Первичная оптимизация" или "Заполнение SEO-настроек сайта".

После проведения всех операций получаем готовый сайт (рис. 1).

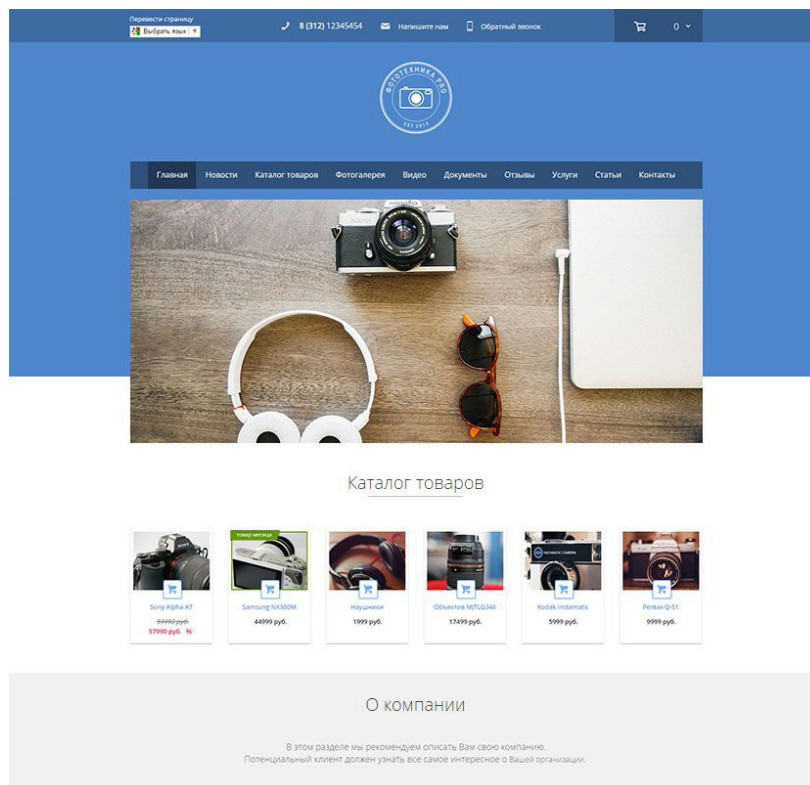


Рисунок 1 – Пример созданного сайта

Сайт состоит из разделов: представления компании, каталога товаров компании, автора.

Выводы и рекомендации. Подводя итог, можно сказать, что многие профессии потеряют свою актуальность, а обучающиеся по направлению бизнес-информатики смогут найти себе работу практически в любой сфере деятельности. К тому же это направление одно из самых молодых и лишь находится на стадии своего развития и имеет значительные перспективы.

Список литературы

1. Дистанционное образование / Л. А. Аюпова, Л. В. Минниханова, В. А. Поленок, Г. Г. Исламова // Студент и аграрная наука: материалы XVI Всерос. студ. науч. конф. – Уфа, 2022. – С. 206–208.
2. Иванова, Г. Р. Перспективы развития направления подготовки бизнес-информатика (на примере кафедры информатики и информационных технологий Башкирского ГАУ) / Г. Р. Иванова // Электронный бизнес. Управление бизнес-

процессами в производстве: сборник научных статей и тезисов преподавателей, магистров и студентов. – Уфа, 2018. – С. 27–30.

3. Исламова, Г. Г. Практико-ориентированный подход к организации самостоятельной работы обучающихся при формировании компетенций / Г. Г. Исламова // Трансформация системы управления бизнес-процессами предприятия в условиях цифровизации экономики: материалы Всерос. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистров и студентов. – Уфа, 2019. – С. 10–12.

4. Ниязгулова, Л. М. Web-сайты учебных заведений: сравнительный анализ / Л. М. Ниязгулова, Г. Г. Исламова // Студент и аграрная наука: материалы IX Всерос. студ. науч.-практ. конф. (в рамках научной сессии студентов). – Уфа, 2015. – С. 52–53.

5. Пример реализации программы профессиональной переподготовки в рамках проекта «цифровые профессии» / Т. М. Шамсутдинова, Г. Р. Иванова, Г. Г. Исламова, С. В. Прокофьева // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. в рамках 32-й Междунар. специализированной выставки «Агрокомплекс-2022». – Уфа, 2022. – С. 275–280.

6. Шамсутдинова, Т. М. Оценка профессиональных компетенций студентов: междисциплинарный аспект на примере направления подготовки бакалавров «бизнес-информатика» / Т. М. Шамсутдинова, С. В. Прокофьева // Открытое образование. – 2014. -№ 2 (103). – С. 39–45.

7. Шамсутдинова, Т. М. К вопросу формирования информационных компетенций студентов / Т. М. Шамсутдинова, С. В. Прокофьева // Российский электронный научный журнал. – 2015. – № 4 (18). – С. 166–173.

8. Шамсутдинова, Т. М. О роли электронных учебных курсов в системе аграрного образования / Т. М. Шамсутдинова, Г. Г. Ахметшина // Перспективы агропромышленного производства регионов России в условиях реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК»: материалы Всерос. науч.-практ. конф. в рамках XVI Междунар. специализированной выставки АгроКомплекс-2006. – 2006. – С. 198–200.

9. Шамсутдинова, Т. М. Пример формирования профессиональных компетенций студентов с использованием системы moodle / Т. М. Шамсутдинова, С. В. Прокофьева // Информатика и образование. – 2016. – № 1 (270). – С. 29–32.

УДК 631.115.1 (470+571)

В. И. Макаров

Удмуртский ГАУ

КРЕСТЬЯНСКИЕ (ФЕРМЕРСКИЕ) ХОЗЯЙСТВА И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛИ В СИСТЕМЕ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА РОССИИ

На основе материалов сельскохозяйственных переписей проведен анализ трансформации числа фермерских хозяйств и индивидуальных предпринимателей. Дана характеристика и значение их производственной деятельности.

Актуальность. В 2015 г. Генеральной Ассамблеей ООН была принята программа «Цели устойчивого развития на период до 2030 г.». Второй целью программы является ликвидация голода и улучшение питания населения. Однако число голодающих в мире не только не уменьшается, но и увеличивается [3]. Особенно обострился вопрос продовольственного обеспечения населения с началом пандемии коронавируса в 2020 г. из-за ведения ограничений на перемещение грузов и рабочей силы между странами, а также в 2022 г. в связи с засухой и геополитическим кризисом. ФАО с 2020 г. рекомендует национальным государствам придерживаться инклюзивного подхода к развитию сельскохозяйственного производства и в целом продовольственных систем. Для России инклюзивный подход предполагает развитие всех категорий сельскохозяйственных товаропроизводителей, равные возможности доступа к рынкам сбыта и государственной поддержке, что предопределяет равные экономические возможности развития.

Цель: исследование трансформации функционирования крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ) и индивидуальных предпринимателей (ИП).

Задачи: провести анализ развития КФХ и ИП и раскрыть значение их в продовольственном обеспечении населения страны.

Материалы и методика. Исследование проводилось на основании материалов Росстата, использовались методы системного анализа.

Результаты исследований. В последние годы внимание к развитию малых форм хозяйствования на селе, а это личные подсобные хозяйства населения, КФХ и ИП, снизилось, что в свою

очередь обусловило уменьшение числа хозяйств, осуществляющих сельскохозяйственное производство, о чем свидетельствуют данные сельскохозяйственных переписей.

Полномасштабные Всероссийские сельскохозяйственные переписи (ВСХП) проводились в июле 2006 г. и 2016 г. Информация, полученная в ходе переписей, послужила основой для формирования национальной аграрной политики. После 2016 г. в агропродовольственном комплексе страны прошли структурные изменения, увеличилась государственная поддержка сельскохозяйственных товаропроизводителей. По базовым продуктам питания было проведено импортозамещение в продовольственном обеспечении населения страны, увеличился уровень самообеспеченности по молоку и молочным продуктам. В целях формирования новой базы данных в 2021 г. была проведена сельскохозяйственная микроперепись (СХМП).

Переписные листы СХМП содержали меньше разделов, чем переписные листы предыдущих ВСХП. Для фермеров предусматривалось заполнение следующих сведений:

- наличие сельскохозяйственных угодий и их использование;
- площади посевов сельскохозяйственных культур;
- численность поголовья сельскохозяйственных животных и птицы;
- наличие мощностей для хранения продукции растениеводства;
- число хозяйств, получавших кредиты и субсидии в 2020 г.

В мае 2022 г. Росстат опубликовал предварительные ее итоги по сельскохозяйственным предприятиям, а также по КФХ и ИП по выборочному кругу показателей. Окончательные итоги по полному кругу показателей будут опубликованы в конце декабря 2022 г.

Итоги переписей свидетельствуют о значительных трансформациях деятельности КФХ в межпереписной период. Первые фермерские хозяйства начали создаваться в России в 1989 г. Однако массовое формирование КФХ началось с принятием закона РСФСР от 22 ноября 1990 г. 348-1 «О крестьянском (фермерском) хозяйстве». В 1991 г. через Фонд «Российский фермер» на развитие КФХ России было направлено субсидий в размере одного млрд руб. Кроме того, в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 29.12.1991 г. № 86 «О порядке реорганизации

колхозов и совхозов» граждане при формировании КФХ получали от колхозов и совхозов земельные и имущественные паи. Осуществлялось льготное кредитование [8]. Формирование фермерских хозяйств стало привлекательным не только для сельских жителей, но и для горожан.

С 1991 г. по 1996 г. число зарегистрированных КФХ увеличилось с 4,4 тыс. до 280,1 тыс. Площадь, предоставленная им земельных участков за этот период, возросла в 66,4 раза и составила в 1996 г. 12 011 тыс. га. Однако с 1994 г. государственная поддержка фермерского движения в стране стала сокращаться при ухудшении экономических условий функционирования. При значительном диспаритете цен и массовом поступлении на российский рынок субсидируемого иностранными государствами продовольствия выдержать конкурентную борьбу за рынки сбыта отечественным сельскохозяйственным товаропроизводителям было сложно [13]. С 1996 г. количество прекративших свою деятельность КФХ превышало число вновь организованных хозяйств.

В начале рыночных реформ считалось, что КФХ являются наиболее эффективными хозяйствующими субъектами, и они способны накормить страну [5]. Однако этого не произошло. Отсутствие опыта работы в сельскохозяйственном производстве и предпринимательской деятельности, низкий уровень материально-технической базы не способствовали повышению конкурентных позиций фермеров на рынке. Ретроспективный анализ свидетельствует, что хозяйства, организованные бывшими специалистами сельскохозяйственных организаций, были более устойчивыми и смогли успешнее адаптироваться к изменяющимся внешним условиям [4].

Следует также подчеркнуть, что многие фермеры владели земельными участками в размере 3–5 га и были вынуждены их сдавать в аренду или продавать. Это свидетельствует, что «в ходе земельной реформы не удалось объединить в одном лице собственника и землепользователя» [7]. По данным ВСХП 2006 г., за период с 1991 г. по 2006 г. в России прекратили сельскохозяйственную деятельность 40,1 % зарегистрированных КФХ. Занятие фермерством не стало престижным для молодежи. По данным ВСХП 2006 г., в основном КФХ возглавляли люди в возрасте от 30 до 49 лет, их доля в общем количестве составила 56,2 % [17]. Удельный вес глав фермерских хозяйств в возрасте до 30 лет составил 4,3 %, а старше 50 лет – 39,5 %. По данным ВСХП 2016 г., доля глав КФХ и ИП в возрасте 50 лет и старше увеличилась до 48,0 %.

Следует отметить, что программы переписей КФХ и ИП сгруппированы в единый блок, то есть в итоговые показатели включаются данные по фермерам и индивидуальным предпринимателям. Несмотря на это, число хозяйствующих субъектов сокращается. Если по состоянию на начало 2000 г. в стране было зарегистрировано 442,9 тыс. фермерских хозяйств, то на 1 июля 2006 г. насчитывалось 185,1 тыс. КФХ и ИП. С 2006 г. по 2021 г. количество зарегистрированных фермерских хозяйств и индивидуальных предпринимателей уменьшилось в 2,4 раза (табл. 1). При этом количество КФХ уменьшилось в 2,5 раза, а ИП – на 43,1 %.

Кроме числа зарегистрированных хозяйств уменьшается и количества хозяйств, осуществлявших сельскохозяйственную деятельность. Если число КФХ уменьшилось на 33,2 %, то ИП – на 44,6 %. Удельный вес фермерских хозяйств, занимающихся производством сельскохозяйственной продукции, вырос с 49,9 % в 2006 г. до 84,2 % в 2021 г., а ИП за этот период уменьшился с 66,5 % до 64,6 %. При сокращении числа хозяйствующих субъектов увеличилась общая площадь сельскохозяйственных угодий, находящихся в собственности, во владении и пользовании КФХ и ИП, а также площади, используемые в аграрном производстве. Это свидетельствует о том, что мелкие хозяйства прекращают свою деятельность, а оставшиеся увеличивают размеры земельных угодий. В среднем на одно фермерское хозяйство в 2006 г. приходилось 85,3 га сельскохозяйственных угодий, а в 2021 г. – 475,9 га, ИП, соответственно, 79,9 га и 307,1 га.

Данные группировки хозяйств по размеру сельскохозяйственных угодий свидетельствуют, что 5,5 % хозяйств имели сельхозугодья до 4,1 га. В этой группе хозяйств в среднем на одно хозяйство приходилось 1,7 га, что в большей степени соответствует семейным фермам.

Таблица 1 – Основные итоги сельскохозяйственных переписей по крестьянским (фермерским) хозяйствам и индивидуальным предпринимателям [11]

Показатель	На 1 июля		На 1 августа 2021 г.*
	2006 г.	2016 г.	
Число хозяйств, тыс.	285,1	174,8	118,3
из них осуществлявшие сельскохозяйственную деятельность в I полугодии	147,5	115,6	96,0
в % от общего числа	51,7	66,1	81,2
Площадь сельскохозяйственных угодий, тыс. га	24 143,0	39 578,0	41 643,8

Показатель	На 1 июля		На 1 августа 2021 г.*
	2006 г.	2016 г.	
из нее фактически использовались	20 094,6	36 288,7	39 198,4
в % от общей площади	83,2	91,7	94,1
Посевная площадь сельскохозяйственных культур, тыс. га	12 927,5	22 002,3	25 363,1
Поголовье сельскохозяйственных животных, тыс. гол.			
крупный рогатый скот	979,5	2564,3	3056,0
из них коровы	393,7	1167,4	1 412,6
свиньи	595,9	497,0	293,5
овцы и козы	4735,1	9772,8	8785,1
птица всех видов	3056,7	11 208,1	9898,0
Доля хозяйств, имевших			
посевные площади, %	79,6	67,4	58,3
посевы зерновых культур, %	49,7	49,1	45,0
поголовье крупного рогатого скота, %	24,1	35,5	28,1
поголовье свиней, %	22,6	7,0	2,7
Приходится в среднем одно хозяйство, имевшее:			
сельскохозяйственные угодья, га	124,5	303,9	455,8
посевные площади, га	110,1	282,5	367,8
посевы зерновых культур, га	122,9	260,4	309,8
поголовье крупного рогатого скота, гол.	28	62	92
поголовье свиней, гол.	12	61	92

Примечание: *Предварительные итоги.

Поэтому говорить о высоком уровне товарного производства в этих хозяйства не приходится. Наибольшую группу составляли хозяйства (18,8 %), имевшие сельскохозяйственные угодья в размере от 200,1–500 га, в среднем на одно хозяйство в этой группе приходилось 327,7 га. У 6,9 % хозяйствующих субъектов находилось в распоряжении 49,0 % сельскохозяйственных угодий.

Около 350 КФХ и ИХ владели сельскохозяйственными угодьями в размере от 6000,1 га до 10 000 га. В среднем на одно хозяйство в этой группе приходилось 7578,9 га сельхозугодий. Около 10 хозяйств владели сельскохозяйственными угодьями свыше 40 000 га. В расчете на одно хозяйство в этой группе приходилось 47 409,9 га площадей. Это в 14,6 раз больше, чем в среднем приходится на одну сельскохозяйственную организацию России. Таким образом, отмечается концентрация земель у наиболее крупных фермерских хозяйств и индивидуальных предпринимателей.

Из опубликованных материалов пока остается неясным, как используются сельскохозяйственные угодья в этих хозяйствах. Группировка КФХ и ИП по размеру общей посевной площади свидетельствует, что в среднем на одно хозяйство из 1,07 тыс. хозяйств, входящих в наивысшую группу с площадью свыше 3000 га, приходится всего 5249,4 га посевных площадей. Группировка КФХ и ИП по численности скота и птицы также не отражает концентрацию поголовья в хозяйствах. Это предопределяет необходимость решения вопросов о целевом использовании земель в сельскохозяйственном производстве. Президентом России 5 декабря 2022 г. подписан закон № 507-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» и отдельные законодательные акты Российской Федерации». Законом предусмотрен упрощенный порядок изъятия земельных участков при их ненадлежащем использовании.

После 2014 г. Россия смогла провести импортозамещение в продовольственном обеспечении населения страны [15]. И в этом немалый вклад КФХ и ИП. Этой категорией хозяйств в 2021 г. произведено более 30 % зерна (табл. 2). Существенным является их вклад в производство овощей, картофеля и молока.

Таблица 2 – Динамика производства основных видов сельскохозяйственной продукции крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и индивидуальными предпринимателями России, тыс. т [10]

Показатель	2006 г.	2016 г.	2021 г.	2021 г. в % к производству в хозяйствах всех категорий
Зерно	15 658	33 474	36 760	30,3
Картофель	1146	2660	2550	13,9
Овощи	994	2381	2741	20,3
Молоко	1123	2174	2944	9,1
Скот и птица на убой, в убойном весе	138	292	368	3,2
Яйца, млн шт.	273	452	517	1,2

Одним из факторов, сдерживающих развитие КФХ и ИП, являются трудности с реализацией произведенной продукции. Если местные торговые точки сотрудничают с фермерами, то федеральные торговые сети предпочитают работать с крупными поставщиками продукции [9]. Поэтому в соответствии с внесенными изменениями в 2021 г. в Федеральные законы «О кре-

стьянском (фермерском) хозяйстве» и «О сельскохозяйственной кооперации» фермерским хозяйствам и сельскохозяйственным потребительским кооперативам разрешается реализовывать сельскохозяйственную продукцию собственного производства на принадлежащих им земельных участках, не относящихся к сельхозугодьям.

Кроме того, в декабре 2021 г. в России стартовал пилотный проект, который предусматривает выделение в магазинах торговых сетей «Магнит» и «Пятерочка» торговых зон под названием «Фермерский островок» для реализации фермерами своей продукции. Однако активности фермеров в этом вопросе пока не видно. Одной из причин может быть высокая арендная плата.

В условиях санкций и волатильности цен на энергоносители для экономики страны возрастает значение несырьевого неэнергетического экспорта. Если мировой рынок промышленной продукции является высококонкурентным, то сельскохозяйственная продукция и продовольствие востребованы на глобальном рынке [14]. Поэтому увеличение производства продукции сельского хозяйства всеми категориями хозяйств является актуальным [12]. Фермерские хозяйства имеют значительные земельные ресурсы для расширения своей производственной деятельности. Однако им необходима государственная поддержка. По данным СХМП, в 2020 г. субсидии из федерального и регионального бюджетов получили 29,3 тыс. КФХ и ИП, что составляет 30,5 % от числа хозяйств, осуществлявших сельскохозяйственную деятельность.

В настоящее время большое внимание государство уделяет развитию интегрированных структур. Это способствует ускоренному импортозамещению и росту экспортного потенциала отечественных АПК [1]. Так, в 2021 г. доля 20-ти крупнейших агрохолдингов в производстве свиней на убой в общем объеме производства в целом по России составила 66,5 %, бройлеров – 63,9 %. Кроме того, интегрированные структуры являются основными экспортёрами сельскохозяйственной продукции и продовольствия. Однако концентрация производства и экспорта в одних и тех же агрохолдингах имеет серьезные недостатки. Они при высоких мировых ценах на продукцию начинают повышать оптово-отпускные цены для внутреннего рынка, что ведет к росту цен на продукты питания [2]. Поэтому формирование ресурсов продовольствия для внутреннего потребления не должно зависеть от экспортных поставок. В этих целях

необходимо увеличивать производство сельскохозяйственной продукции хозяйствами всех категорий.

Выводы и рекомендации. КФХ и ИП вносят существенный вклад в формирование продовольственных ресурсов страны. Кроме того, они играют немаловажную роль в повышении территориального рассредоточения аграрного сектора, а, следовательно, возможности административного и социального контроля над территорией [6, 16] и спасают от уничтожения малые поселения.

Список литературы

1. Боткин, И. О. Концептуальные положения системности вертикальной интеграции промышленных предприятий / И. О. Боткин, Т. Н. Тополева // Проблемы региональной экономики. – Ижевск. – 2019. – № 1–2. – С. 141–149.
2. Боткин, О. И. Корпоративная экономика в системе продовольственной безопасности региона / О. И. Боткин, А. И. Сутыгина, П. Ф. Сутыгин // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 1. – С. 7–12.
3. Боткин, О. И. Особенности конкуренции в агропродовольственной системе региона / О. И. Боткин, А. И. Сутыгина, П. Ф. Сутыгин. – Екатеринбург-Ижевск, 2018. – 172 с.
4. Боткин, О. И. Особенности функционирования регионального рынка продовольствия в глобализирующейся экономике / О. И. Боткин, А. И. Сутыгина, П. Ф. Сутыгин // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2014. – № 1. – С. 12–23.
5. Боткин, О. И. Продовольственная безопасность в глобализирующейся экономике / О. И. Боткин, А. И. Сутыгина, П. Ф. Сутыгин. – Екатеринбург; Ижевск, 2016. – 122 с.
6. Боткин, О. И. Региональная аграрная экономика в условиях ВТО / О. И. Боткин, А. И. Сутыгина, П. Ф. Сутыгин. – Екатеринбург, 2013. – 83 с.
7. Боткин, О. И. Совершенствование системы управления земельными ресурсами / О. И. Боткин, А. И. Сутыгина, П. Ф. Сутыгин // Аграрная наука. – 2009. – № 3. – С. 2–3.
8. Боткин, О. И. Бюджетная поддержка как фактор устойчивого развития сельского хозяйства / О. И. Боткин, А. И. Сутыгина, П. Ф. Сутыгин, А. П. Цыпляков // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 6 (124). – С. 88–92.
9. Гоголев, И. М. Особенности формирования и развития регионального продовольственного рынка / И. М. Гоголев, А. И. Сутыгина, К. И. Гоголев // Менеджмент: теория и практика. – 2016. – № 1. – С. 37–45.
10. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. – URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy.

11. Сельскохозяйственная микроперепись 2021 г. Предварительные итоги по крестьянским (фермерским) хозяйствам и индивидуальным предпринимателям. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SXMP_2021_predv_KFH_IP.pdf.
12. Сутыгина, А. И. Национальная продовольственная независимость в условиях кризиса / А. И. Сутыгина // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 6. – С. 2–8.
13. Сутыгина, А. И. Управление региональным агрокомплексом в конкурентной среде / А. И. Сутыгина. – Екатеринбург: Институт Экономики УрО РАН, 2003. – 240 с.
14. Тополева, Т. Н. Государственная поддержка предприятий в системе импортозамещения / Т. Н. Тополева, М. С. Ишманова // Проблемы региональной экономики. – Ижевск. – 2016. – № 3-4. – С. 42–49.
15. Тополева, Т. Н. Экономическая сущность стратегии импортозамещения / Т. Н. Тополева, М. С. Ишманова // Проблемы региональной экономики. – Ижевск. – 2016. – № 1-2. – С. 83–90.
16. Централизованный подход к информатизации агропромышленного комплекса / Н. В. Хохряков, П. Л. Максимов, В. И. Макаров, А. А. Юскин // Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Оренбург, 27–28 мая 2013 г. – Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2013. – С. 70–73.
17. Экономический базис развития регионального агрокомплекса (Научный доклад по результатам Всерос. сельскохозяйственной переписи 2006 г. в Удмуртской Республике) / Под ред. О. И. Боткина / О. И. Боткин, М. В. Гоголев, И. М. Гоголев, Е. А. Данилов [и др.]. – Екатеринбург-Ижевск: Институт экономики УрО РАН, 2008. – 269 с.

УДК 657.6:004

Е. П. Поликарпова
ФГБОУ ВО РГАТУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ АУДИТОРСКИХ ПРОЦЕДУР

Описан порядок применения цифровых возможностей для оформления результатов аудиторских процедур, в частности, представлены особенности формирования рабочего документа аудитора согласно запланированной и проведенной работе.

Актуальность. Работа аудитора, как и почти любой современный вид экономической деятельности, осуществляется с использованием цифровых технологий. При этом применяются универсальные и специальные компьютерные программы как для выполнения аудиторских функций, так и программное обеспечение аудируемого лица, используемое для ведения бухгалтерского учета, контроля, управления, коммуникации с партнерами и другими внешними пользователями информации [1–3]. В этой связи одним из актуальных направлений изучения выступает порядок применения цифровых технологий при проведении аудиторских процедур.

Материалы и методика. Очевидно, что при любом уровне развития цифровой экономики полностью автоматизировать аудиторскую работу невозможно, а цифровизация деятельности встречается со множеством сложностей [2, 4].

Все этапы организации и проведения аудита основываются на принципах профессионального суждения и профессионального скептицизма, которые невозможно перевести в цифровой формат. Аудит в своем роде особенно обусловлен моральными характеристиками, присущими сугубо человеческой сущности, без которых проверка полностью теряет смысл. Строго установленные этические принципы аудита – честность, объективность, профессиональная компетентность и должная тщательность, конфиденциальность, профессиональное поведение – не могут быть обеспечены компьютерными информационными технологиями.

Цифровой аудит подразумевает в основном вспомогательный процесс, позволяющий аудитору осуществить поиск, структурирование, сопоставление информации, расчет сумм, формирование возможных вариантов аналитических объектов и результатов их оценки для формирования профессиональных выводов.

Результаты исследований. Полезное применение цифровых возможностей в работе аудита предполагает оптимальную настройку элементов информационной системы. При проведении определенной аудиторской процедуры в конкретной аудируемой организации, информация систематизируется в соответствующих рабочих документах аудитора. Формирование общих данных об аудиторской организации, аудируемом лице, необходимых сведений из плана аудита, показателе уровня существенно-

сти, как для финансовой отчетности в целом, так и для проведения соответствующих конкретному объекту аудита процедур, должно быть автоматизировано.

В рабочем документе аудитора следует отразить проверяемые источники информации и нормативные документы, соблюдение которых анализируется, а также указать применяемые методы проверки, что также может быть предварительно настроено в компьютерной программе. Саму суть проводимой процедуры и результаты нужно раскрыть в специальных графах (реквизитах) тремя состояниями:

- «как должно быть» (согласно требованиям нормативных документов, нормам, по расчетам аудитора и т.п.),
- «как по факту учтено» (согласно источникам информации);
- «в чем отличие» (соответствие или не соответствие, величина отклонения, сумма превышения и т.п.).

Согласно примеру в таблице 1, это графы, отражающие результат расчета себестоимости одного центнера зерна в проверяемом экономическом субъекте, полученную величину себестоимости 1 центнера зерна с учетом рекомендаций нормативных документов и разницу в указанных величинах, которая составляет размер выявленного искажения учетной информации. Ошибка может привести к искажению величины себестоимости продаж и финансовых результатов.

Также в рабочем документе аудитора могут быть сформулированы выводы, раскрывающие суть выявленного нарушения, величину искажения, ожидаемые последствия, рекомендации по исправлению ошибки и т.д. Соответствующий текст аудитор должен вносить самостоятельно, однако, возможно предусмотреть предварительные гибкие настройки текста для выводов по распространенным на практике ошибкам.

При проверке состояния бухгалтерских записей отражаются записи из проверяемого учетного регистра, записи согласно правилам (на основе первичной информации) и корректировочные записи, которые не только показывают расхождения, но и формируют рекомендации по их исправлению (табл. 2).

Для заполнения рассматриваемых граф в работе с базой данных должны быть соответствующие настройки, позволяющие аудитору выбирать из стандартных вариантов, вносить данные для расчета, выгружать из других баз данных, добавлять и менять элементы групп.

Таблица 1 – Рабочий документ аудитора «Результаты проверки правильности расчета себестоимости продукции зерновых культур и определения калькуляционных разниц» (фрагмент)

Источники информации	Нормативные документы	Показатели для расчета себестоимости 1 ц озимой пшеницы	Расчет себестоимости 1 ц озимой пшеницы согласно источникам информации		Расчет себестоимости 1 ц зерна с учетом рекомендаций нормативных документов		Отклонение в результатах расчета (+, -)		Выводы	
			Кол-во, ц.	Сумма, руб.	Кол-во, ц.	Сумма, руб.	Кол-во, ц.	Сумма, руб.		
Учетная политика	ПБУ 10/99	Общая сумма затрат	-	23 872 525	-	23 872 525	-	-	В хозяйстве не учитываются затраты на побочную продукцию, а также количество полноценного зерна в зерноотходах. Выявлено непропорциональное завышение себестоимости одного центнера зерна на 49,33 руб.	
		Оприходовано после доработки и сушки	14 278	-	14 278	-	-	-		
		Побочная продукция	-	-	956	189 625	+956	+189 625		-
		Плановая себестоимость 1 ц	-	1609	-	1609	-	-		-
Карточка счета 20	«Расходы организации»; «Методические рекомендации по бухгалтерскому учету затрат и выхода продукции в растениеводстве» (утв. Минсельхозом РФ 22.10.2008); ФЗ № 402 «О бухгалтерском учете»	Полноценное зерно в зерноотходах	Не определяется		(20%) 317,2	-	-	-		
		Общее количество полноценного зерна	14 278	-	14 595,2	-	+317,2	-		
Анализ счета 20		Себестоимость 1 ц	-	1671,98	-	1622,65	-	-49,33		
Оборотно-сальдовая ведомость по счету 20										
Расчет себестоимости, результаты устного опроса		Калькуляционная разница	-	+62,98	-	+13,65	-	-49,33		

Таблица 2 – Рабочий документ аудитора «Результаты проверки составления бухгалтерских записей по расчетам с покупателями и заказчиками» (фрагмент)

Источник информации	Наименование хозяйственной операции	Действующие на предприятии бухгалтерские записи			Рекомендованные бухгалтерские записи, согласно Плану Счетов			Корректировка бухгалтерской записи			Выводы	
		Дебет	Кредит	Сумма, руб.	Дебет	Кредит	Сумма, руб.	Дебет	Кредит	Сумма, руб.		
Карточка счета 62 за сентябрь 2020 г.	Отражена выручка от продажи зерна населению	62.01	90.01.1	1200,00	50.01 рекм	90.01.1	1200,00	-	-	-	В хозяйстве нереальные к взысканию долги покупателей списываются непосредственно на прочие расходы	
	Получены денежные средства авансом от покупателя А за продажу зерна	62.02	51.01	168 000	62.02	51.01	168 000	-	-	-		
	Реализовали зерно покупателя А	90.01	62.01	168 000	90.01	62.01	168 000	-	-	-		
	Зачтен аванс от покупателя А за продажу зерна	62.01	62.02	168 000	62.01	62.02	168 000	-	-	-		
	Поступили в кассу денежные средства авансом от населения за проданные зерноотходы озимой пшеницы	62.02	50.01	300	62.02	50.01	300	-	-	-		
	Реализованы зерноотходы озимой пшеницы населению	90.01	62.01	300	90.01	62.01	300	-	-	-		
	Зачтен аванс покупателя (населения) за зерноотходы озимой пшеницы	62.01	62.02	300	62.01	62.02	300	-	-	-		
	Произведено списание нереальной к взысканию задолженности покупателя Б на расходы	62.01	91.02	8815,80	91.02 63.01 (при списании)	63.01 (ранее) 62.01	8815,80 8815,80	-	-	-		Следует создавать резерв по сомнительным долгам и списывать нереальную к взысканию задолженность за счет него
	Начислен резерв по сомнительному долгу покупателя В	-	-	-	91.02	63.01	15 820	91.02	63.01	15 820		63.01

Выводы и рекомендации. Таким образом, для проведения конкретной аудиторской процедуры в цифровой среде должна быть обеспечена возможность формирования рабочего документа аудитора согласно запланированной и проведенной работе. Для дальнейшей систематизации и оценки результатов аудиторских процедур также следует определить основу порядка использования цифровых возможностей, что представляется предметом дальнейших исследований. Кроме того, важно рассмотреть особенности планирования проверки, построения и оценки системы внутреннего контроля и системы бухгалтерского учета, формирования информации для руководства аудируемого лица, выбор и обоснование мнения аудитора в условиях цифровой среды.

Список литературы

1. Давлатзода, Д. А. Совершенствование бухгалтерского учета с целью трансформации переход а от классического аудита в цифровой аудит / Д. А. Давлатзода // Chronos. – 2021. – Т. 6. – № 1 (51). – С. 73–77.
2. Рублева, А. В. Аудит в условиях цифровой экономики / А. В. Рублева, Е. П. Поликарпова // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. – Курган, 2022. – С. 566–569.
3. Трифонова, Ю. В. Аудит в условиях цифровой экономики / Ю. В. Трифонова // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 88–2. – С. 80–81.
4. Юсупов, Р. М. Аудит в цифровой экономике / Р. М. Юсупов // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. – 2020. – № 5 (30). – С. 73–75.

УДК 314.1 (470.1/.2-22)

И. К. Родин

Рязанский ГАТУ

ТЕНДЕНЦИИ В ИЗМЕНЕНИИ ЧИСЛЕННОСТИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В СУБЪЕКТАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РФ

Описаны основные особенности изменения численности сельского населения в субъектах Северо-Западного федерального округа Российской Федерации за период 2000–2020 гг., выявлены региональные различия в развитии демографической ситуации на селе.

Актуальность. Разработка месторождений топливно-энергетических и минерально-сырьевых ресурсов севера Европейской части России, наряду с активной проработкой перспективных транспортных маршрутов вдоль арктического побережья страны подразумевает, помимо всего прочего, решение задачи по стабилизации хозяйственной структуры субъектов Северо-Западного федерального округа. Одним из важнейших направлений совершенствования экономического потенциала территорий является укрепление продовольственной безопасности, стимулирование аграрного комплекса, эффективность развития которого связана с количественными и качественными параметрами проживающего здесь сельского населения [2, 9, 10].

Цель: выявить тенденции изменения численности сельского населения в субъектах Северо-Западного федерального округа Российской Федерации за период с 2000 по 2020 гг.

Задачи: определить параметры и направленность изменения численности сельского населения Северо-Западного федерального округа РФ, выявить региональные различия в изменении численности селян, сопоставить тенденции изменения численности сельского населения в федеральном округе и России в целом.

Материалы и методика. Анализ проводился на материалах Федеральной службы государственной статистики РФ.

Результаты исследований. К 2020 г. Северо-Западный федеральный округ РФ имел самый малый удельный вес сельского населения в общей численности населения – 15,0 %. Это в несколько раз меньше, чем в лидирующих Северо-Кавказском (49,6 %) и Южном (37,0 %) федеральных округах. Северо-Запад оказался более урбанизированным, чем даже Уральский (18,3 %) и Центральный (17,6 %) федеральные округа [5].

Следует также учитывать тенденцию изменения показателей. В течение анализируемого периода 2000–2020 гг. численность сельского населения снижалась как в целом по Российской Федерации, так и во всех без исключения федеральных округах [7]. Однако темпы снижения количества селян в Северо-Западном федеральном округе были большими, чем в масштабах всей страны. Так, за исследуемый промежуток времени численность сельских жителей в субъектах Северо-Западного федерального округа уменьшилась на 17,2 %, в то время как в целом по РФ только на 5,9 %.

В таблице 1 приведены данные анализа динамики численности сельского населения в Северо-Западном федеральном округе и в целом по РФ [5].

Таблица 1 – Динамика численности сельского населения в Северо-Западном федеральном округе и Российской Федерации

Показатели	Годы			Изменения в 2020 г. в сравнении с 2000 г., ±
	2000	2010	2020	
Численность сельского населения, тыс.чел.:				
Российская Федерация	39 232	37 444	36 919	-2313
Северо-Западный федеральный округ	2527	2239	2092	-435
Численность сельского населения округа в % к численности сельского населения в целом по РФ	6,44	5,98	5,67	-0,77
Доля сельского населения в общей его численности, %:				
Российская Федерация	26,8	26,2	25,3	-1,5
Северо-Западный федеральный округ	17,8	16,4	15,0	-2,8

На рисунке 1 наглядно отображены тенденции изменения численности сельского населения в Северо-Западном федеральном округе и РФ в целом.

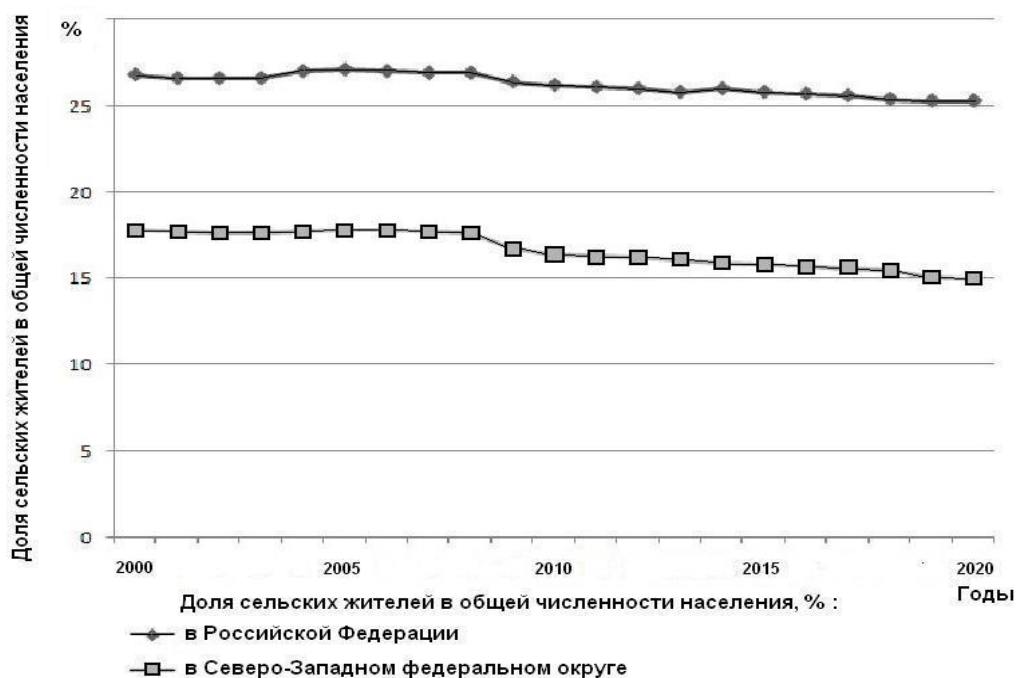


Рисунок 1 – Динамика доли сельского населения в общей численности населения по Северо-Западному федеральному округу и РФ за период 2000–2020 гг., %

Вместе с тем по отдельным субъектам Северо-Западного федерального округа РФ за период 2000–2020 гг. складывалась неодинаковая ситуация с изменением численности сельского населения. Большие темпы уменьшения числа селян наблюдались в субъектах федерального округа, относимых к районам Крайнего Севера и приравненных к ним местностям [11]. С другой стороны, в двух субъектах Северо-Запада – Ленинградской и Калининградской областях, наблюдался рост численности сельского населения (табл. 2).

Таблица 2 – Группировка субъектов Северо-Западного федерального округа по величине коэффициента роста численности сельского населения за период 2000–2020 гг. *

Группы субъектов по величине коэффициента роста численности сельского населения	Число субъектов в группе	Средняя величина коэффициента роста численности сельского населения в группе	Уменьшение доли сельского населения в общей его численности, %
I. Свыше 1,00	2	1,072	-0,6
II. 0,75–1,00	3	0,790	-2,0
III. Менее 0,75	5	0,678	-6,1
Итого и в среднем	10	0,828	-2,2

Примечание: * – из расчетов таблицы исключено население города С.-Петербурга

Располагающие самыми благоприятными природно-экономическими условиями на Северо-Западе России Ленинградская и Калининградская области однозначно улучшили демографическую ситуацию в сельской местности. Способствовали этому не только благоприятные природно-климатические условия, но и лучшая обеспеченность элементами социальной инфраструктуры, инвестиционными ресурсами для регионального развития [1, 6]. Формирование демографически стабильных по типу сельских территорий предопределяет увеличение агропроизводства и улучшение снабжения городского населения картофелем, овощами, молочными продуктами [3, 4]. Это актуально как для укрепления продовольственной безопасности 5-миллионного Санкт-Петербурга, так и для анклава Калининградской области Российской Федерации.

Рост численности сельского населения в Ленинградской и Калининградской областях происходил на фоне ещё более выраженного роста общей численности населения данных субъектов.

Так, за период 2000–2020 гг. общая численность населения Ленинградской области выросла на 12,7 %, а сельского только на 9,4 %. Аналогично в Калининградской области имел место рост общей численности населения на 6,4 %, а сельского – только на 5,1 %. В результате, несмотря на увеличение числа селян в Ленинградской и Калининградской областях, имело место снижение доли сельского населения в общей его численности соответственно на 1,0 % и 0,2 %.

Входящие в третью группу субъекты Северо-Западного федерального округа с наибольшим уровнем деградации сельского населения практически все (кроме Псковской области) относятся к районам Крайнего Севера и приравненных к ним местностям. Худшая ситуация на всем Северо-Западе России складывалась в сельской местности Республики Карелия. Здесь за период 2000–2020 гг. число селян сократилось на 38,7 %. Между тем процесс глобального потепления климата обусловил рост летних температур, стимулирующих агропроизводство на всей территории севера Европейской части России. Максимальный прирост летних температур наблюдался как раз в Республике Карелия – +1,27 °С за период 2000–2019 гг. Кроме того, в группу регионов Крайнего Севера России с самым большим приростом летних температур за двадцатилетний период вошли Ненецкий АО +1,20 °С, Мурманская область +1,18 °С, Архангельская область +1,04 °С [8]. В таких условиях задача стабилизации численности сельского населения Северо-Запада России становится не только возможной, но и необходимой. И пример Мурманской области, единственной на Северо-Западе РФ, где за анализируемый промежуток времени выросла доля сельского населения в общей его численности (на 0,2 процентных пункта) является показательным.

Выводы и рекомендации. Выявленное за период 2000–2020 гг. уменьшение численности сельского населения в республиках, национальном округе и областях Северо-Западного федерального округа РФ вступает в очевидное противоречие с политикой ускоренного освоения природно-ресурсного потенциала северных регионов России, с процессом глобального потепления климата (наиболее активно проявляющимся на приполярных территориях) и дестабилизирует экономический потенциал субъектов севера Европейской части страны. Для улучшения демографической ситуации здесь необходимо подготовить и реализовать комплекс действенных мер по всесторонней социально-

экономической поддержке сельских жителей, всемерному росту инвестиционного потенциала региональных агрокомплексов, развитию инфраструктурных проектов на сельских территориях. Эти и ряд других мер могли бы стабилизировать демографическую ситуацию в сельской местности субъектов Северо-Западного федерального округа РФ.

Список литературы

1. Козлов, А. А. Инвестиционная политика и социально-экономическое развитие российских регионов / А. А. Козлов, И. К. Родин // Современные проблемы экономики и менеджмента: сборник научных трудов, посвященный 50-летию кафедры экономики и менеджмента. – Рязань, 2017. – С. 214–220.
2. Комаров, А. А. К вопросу о необходимости осуществления мониторинга и создания системы управления экономической безопасностью региона / А. А. Комаров, И. К. Родин // Проблемы регионального социально-экономического развития: тенденции и перспективы: материалы студенческой науч.-практ. конф. – Рязань: Рязанский ГАТУ, 2017. – С. 208–216.
3. Мажайский, Ю. А. К проблеме типологизации сельских территорий / Ю. А. Мажайский, В. Н. Минат, И. К. Родин // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора с.х. наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника ВПО РФ В. М. Макаровой. – 2019. – С. 305–312.
4. Марков, Д. А. Анализ региональной структуры посевных площадей и урожайность картофеля (на материалах муниципальных районов Удмуртской Республики) / Д. А. Марков, А. Г. Иванов, Р. Р. Шакиров // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых, в 3 т. – 2020. – С. 246–250.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021: Стат. сб. / Росстат. – М., 2021. – 1112 с.
6. Родин, И. К. Значение инвестиций в социально-экономическом развитии региона. / И. К. Родин, В. Н. Минат // Актуальные проблемы современной науки: сборник научных трудов. – Рязань, 2018. – С. 194–202.
7. Родин, И. К. Об особенностях развития демографической ситуации в России / И. К. Родин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: материалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н. В. Бышова. – Рязань, 2021. – С. 285–289.
8. Родин, И. К. Особенности развития агросферы районов Крайнего Севера РФ в условиях глобального потепления климата / И. К. Родин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: мате-

риалы I Нац. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н. В. Бышова. – Рязань, 2021. – С. 289–295.

9. Родин, И. К. Сущность и задачи продовольственной безопасности в системе экономического механизма хозяйствования / И. К. Родин, В. Н. Минат // Актуальные проблемы современной науки: сборник научных трудов. – Рязань, 2018. – С. 266–275.

10. Сутыгина, А. И. Стратегические направления развития региональных агропродовольственных систем в контексте обеспечения продовольственной безопасности населения / А. И. Сутыгина, А. В. Овчинникова, А. А. Брацихин // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. 2021. Т. 31. № 6. С. 1001–1009.

11. Экономические и социальные показатели районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей в 2000–2021 гг. Стат. сб. / Федеральная служба государственной статистики. Главный межрегиональный центр обработки и распространения статистической информации. – М., 2022. – 196 с.

УДК 336.221

Л. И. Солдатова

Костромская ГСХА

АНАЛИЗ НАЛОГОВОЙ НАГРУЗКИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ

Описана методика расчета налоговой нагрузки, представлены анализ влияния НДС на выручку, анализ влияния налоговых платежей и страховых взносов на себестоимость, совокупное влияние налоговых платежей на финансовые результаты, проведен расчет эффективности системы налогообложения.

Актуальность. Уровень налоговой нагрузки влияет на финансовое положение каждого налогоплательщика. В связи с этим данный показатель является очень важным для любой организации, особенно для организации со сложными корпоративными структурами или вновь созданной. Расчет налоговой нагрузки необходим для выработки альтернативных управленческих решений в рамках инвестиционных проектов, более выгодного вложения средств, эффективного размещения производства, а также для анализа результатов деятельности при составлении бизнес-планов

на краткосрочный и долгосрочный периоды. Особенно важно исчислять этот показатель для расчета возможных финансовых последствий в случае изменения налогового законодательства.

Цель: проведение анализа налоговой нагрузки и определение эффективности налогообложения.

Задачи: изучить методики расчета налоговой нагрузки; методику анализа расчетов с бюджетом по налогам и сборам, провести анализ налоговой нагрузки и определить эффективность налогообложения.

Материалы и методика. Информационной базой послужили действующее законодательство РФ в области налогообложения, данные аналитического и синтетического учета по счету 68 «Расчеты по налогам и сборам», 19 «Налог на добавленную стоимость по приобретенным ценностям», труды российских ученых-экономистов по анализу налогов, сборов и налоговой нагрузки [8, с.42–46; 9, с.422–425].

Результаты исследований. Анализ влияния налогообложения на финансово-хозяйственную деятельность экономического субъекта осуществляется с помощью показателя налоговой нагрузки [3, с. 930].

Анализ налоговой нагрузки осуществляют по абсолютному значению, относительным общему и частным показателям [11, с. 25].

Абсолютные показатели являются недостаточно информативными, поскольку не отражают взаимосвязь налоговых обязательств и масштабов деятельности [9, с. 423].

Существует много способов расчетов относительного показателя налоговой нагрузки организации, которые отличаются составом включаемых налогов в расчет и показателями, с которыми их соотносят [8, с. 44].

Характеристика методик расчета налоговой нагрузки представлена на рисунке 1.

Методика анализа расчетов с бюджетом по налогам и сборам в организации представляет собой систему приемов и способов сбора и обработки информации, необходимой для получения объективных данных о влиянии налоговой нагрузки на финансовые результаты работы организации [2, с. 90]. Схема проведения анализа налогообложения на рисунке 2.

Расчеты с бюджетом по налогом влияют на основные показатели деятельности экономического субъекта [4, с. 313; 6, с. 87].

Авторство методики	Основная формула расчета	Характеристика расчета налоговой нагрузки
Департамент налоговой политики Минфина России	$НБ = \frac{Н_{\text{общ}}}{В_{\text{общ}}} \cdot 100\%$ где: НБ – налоговая нагрузка; $N_{\text{общ}}$ – общая сумма налогов; $V_{\text{общ}}$ – общая сумма выручки от реализации	Отношение всех уплачиваемых организацией налогов к выручке от реализации продукции и выручке от прочей реализации
Крейнина М. Н.	$НБ = \frac{В - C_p - П_ч}{В - C_p} \cdot 100\%$ где: В – выручка от реализации; C_p – затраты на производство реализованной продукции (работ, услуг) за вычетом косвенных налогов; $П_ч$ – фактическая прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия	Сопоставление налога и источника его уплаты, где интегральным показателем выступает прибыль экономического субъекта
Лазутина Д. В.	$НБ = \frac{(D - P) \cdot C_{д-р} + ПФ \cdot (1 - C_{д-р})}{(D - P)} \cdot 100\% \quad (5)$ где: НБ – налоговое бремя; Д – сумма полученных доходов; Р – сумма произведенных расходов; $C_{д-р}$ – ставка налога; ПФ – сумма уплаченных страховых взносов в государственные внебюджетные фонды	Методика разработана специально для специальных налоговых режимов, учитывая сумму уплаченных страховых взносов в государственные внебюджетные фонды
Островенко Т.К.	$НН = \frac{НИ}{\text{Источник}}$ где: НИ – налоговые издержки	Соотношение налоговых издержек и соответствующей группы по источнику покрытия (обобщающие и частные показатели)

Рисунок 1 – Характеристика методик расчета налоговой нагрузки



Рисунок 2 – Методы и методика налогового анализа

Выручка с НДС в 2020 г. по сравнению с 2019 г. возросла на 62,19 %, а в 2021 г. по сравнению с 2020 г. рост составил 5,04 %. Изменение налоговых платежей, которые прямо пропорционально зависят от объема продаж, т.е. когда налоговой базой является объем реализации товаров свидетельствуют, что при снижении темпов роста выручки на 59,42 п.п., темп снижения уплаченного

НДС составил 30,58 п.п., что говорит о тенденции повышения налогового бремени организации.

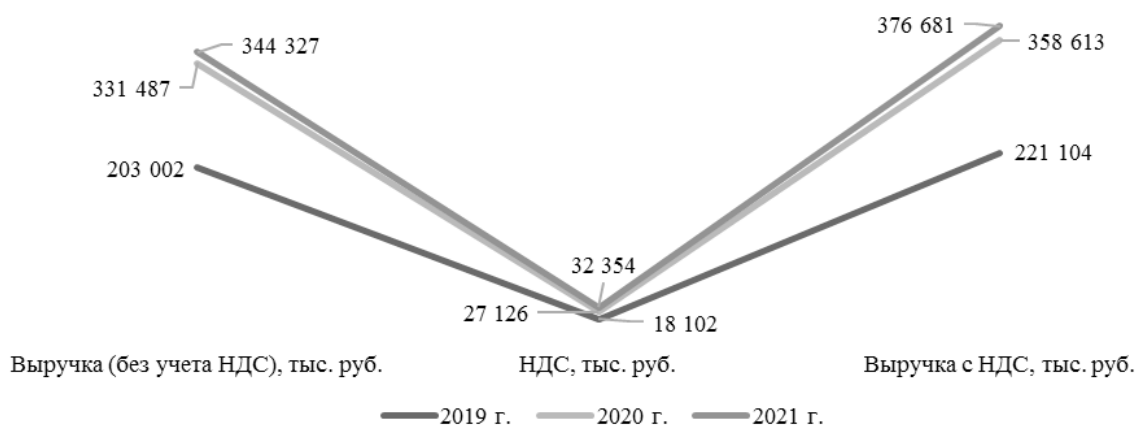


Рисунок 3 – Анализ влияния НДС на выручку

Налоговые платежи, увеличивающие себестоимость продукции – это земельный налог, транспортный налог и др. [12, с. 47]. Рассмотрим их влияние на себестоимость продукции (работ, услуг) в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ влияния налоговых платежей и страховых взносов на себестоимость

Показатель	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г. от 2019 г. (+;-)
Себестоимость продаж, тыс. руб.	199 317	324 340	337 425	138 108
Транспортный налог, тыс. руб.	0	0	3	3
Страховые взносы, тыс. руб.	7 412	8 762	10 547	3 135
Изменение себестоимости, %	-3,72	-2,70	-3,13	0,59

В структуре налоговых платежей транспортный налог и отчисления во внебюджетные фонды оказывают негативное влияние на себестоимость продукции (работ, услуг), увеличивая ее на 3,13 % в 2021 г., что ниже показателя 2019 г. на 0,59 п.п.

В таблице 2 рассмотрено совокупное влияние налоговых платежей на финансовые результаты организации.

Налоговые платежи сокращают чистую прибыль организации, так уплата налогов в 2021 г. привела к сокращению чистой прибыли на 73,82 %, что на 3,11 п.п. ниже показателя 2019 г.

Методика определения налоговой нагрузки экономического субъекта, разработанная Департаментом налоговой политики Минфина РФ, предлагает оценивать тяжесть налогового бремени

отношением всех уплачиваемых налогов к выручке от реализации, включая выручку от прочей реализации [10, с. 218].

Таблица 2 – Совокупное влияние налоговых платежей на финансовые результаты, тыс. руб.

Показатель	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г. от 2019 г. (+;-)
Выручка (без НДС)	203 002	331 487	344 327	141 325
Себестоимость продаж	199 317	324 340	337 425	138 108
в т.ч. транспортный налог	0	0	3	3
страховые взносы	7 412	8 762	10 547	3 135
Прибыль от продаж	2 934	5 853	4 901	1 967
Прибыль от продаж без уплаты налогов	10 346	14 615	15 451	5 105
Прибыль до налогообложения	3 000	1 810	5 519	2 519
Прибыль до налогообложения без уплаты налогов	10 412	10 572	16 069	5 657
Налог на прибыль	598	383	1 104	506
Чистая прибыль	2 402	1 426	4 207	1 805
Чистая прибыль без уплаты налогов	10412	10572	16069	5 657
Изменение чистой прибыли, %	-76,93	-86,51	-73,82	3,11

В основу расчетов положены данные из Книги учета доходов и расходов субъектов малого предпринимательства, применяющих общую систему налогообложения, и данные аналитического учета [7, с. 849].

Таблица 3 – Исходные данные для расчета налогового бремени, тыс. руб.

Показатель	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г. от 2019 г. (+;-)
Выручка	203 002	331 487	344 327	141 325
Прочие доходы	6 726	13 798	16 365	9 639
НДС	18 102	27 126	32 354	14 252
Транспортный налог	0	0	3	3
Отчисления во внебюджетные фонды	7 412	8 762	10 547	3 135
Налог на прибыль	598	383	1 104	506
Сумма налогов	26 112	36 271	44 008	17 896

На рисунке 4 представлена динамика налогового бремени.

Налоговое бремя увеличилось в 2021 г. по сравнению с 2019 г. на 17 896 тыс. руб. и составило в отчетном году 44 008 тыс. руб.

Это связано с ростом денежной выручки и сумм налогов и сборов, уплачиваемых в бюджет.

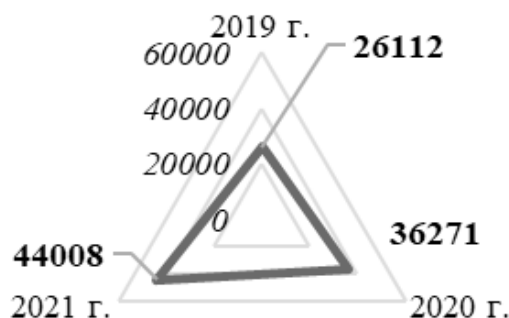


Рисунок 4 – Динамика налогового бремени, тыс. руб.

Расчет нагрузки в соответствии с методикой Департамента налоговой политики Министерства финансов РФ проводится следующим образом:

$$СНН = \frac{\text{Совокупные налоговые платежи}}{\text{Доходы}} \times 100\%, \quad (1)$$

где *СНН* – совокупная налоговая нагрузка, руб.

Рассчитаем совокупную налоговую нагрузку:

$$СНН_{2019} = \frac{26\ 112}{209\ 728} \times 100\ \% = 12,45\ \%;$$

$$СНН_{2020} = \frac{36\ 271}{345\ 285} \times 100\ \% = 10,5\ \%;$$

$$СНН_{2021} = \frac{44\ 008}{360\ 692} \times 100\ \% = 12,2\ \%.$$

Более наглядно налоговая нагрузка представлена на рисунке 5.

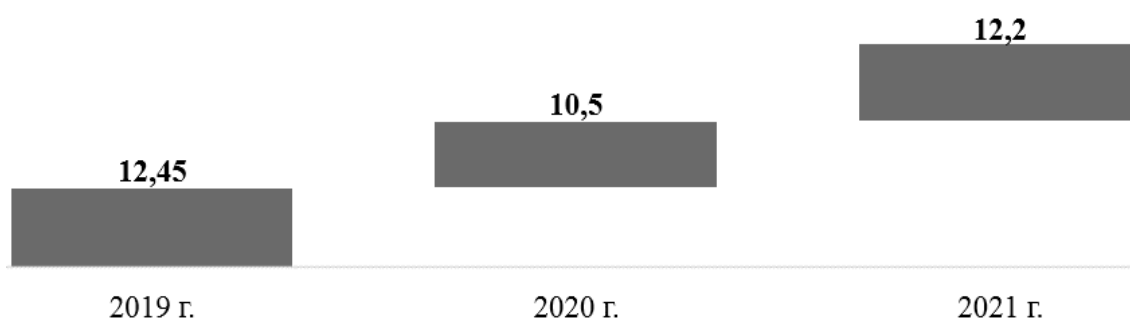


Рисунок 5 – Динамика и изменение налоговой нагрузки, %

Совокупная налоговая нагрузка с 2019 г. сократилась на 0,25 п.п. и составила 12,2 % в 2021 г.

Если удельный вес налогов, уплачиваемых организацией, не превысил 15 % общего дохода организации, то потребность в налоговом планировании. При уровне налогового гнета в пределах 17–35 % целесообразна работа специалиста [1, с. 905].

Таким образом, можно сделать следующий вывод: при использовании данной методики налоговое бремя в отчетном году составило 12,2 %, следовательно, потребность в оптимизации налогообложения минимальна.

Существенный недостаток такого расчета состоит в том, что данный показатель, хотя и выявляет долю налогов в выручке от реализации, не характеризует влияние налогов на финансовое состояние предприятия [5, с. 28].

Проведем анализ эффективности системы налогообложения на рисунке 6.

Коэффициент эффективности налогообложения за анализируемый период изменялся незакономерно, принимая наименьшее значение в 2020 г. – 0,039 пункта, а в 2021 г. составил 0,096, что свидетельствует о достаточно стабильной налоговой нагрузке. Налоговый процесс в организации улучшился в 2021 г. по сравнению с 2019 г., о чем свидетельствует снижение значения налоговой емкости на 0,001 пункта. Коэффициент налогообложения прибыли также показывал, что в 2020 г. 5,4 % валовой прибыли уплачивалось в виде налога на прибыль, а в 2021 г. показатель возрос до 16 %. Это же подтверждает и анализ совокупной налоговой нагрузки, которая в 2020 г. составляла 10,5 %, а к 2021 г. возросла до 12,2 %.



Рисунок 6 – Анализ эффективности системы налогообложения

Сумма налоговых платежей увеличилась на 17 896 тыс. руб., что в первую очередь обусловлено ростом уплаты НДС

на 14 252 тыс. руб., что обусловлено увеличением объемов закупок материалов, увеличивается налог на прибыль на 506 тыс. руб. за счет роста налогооблагаемой прибыли, а также за счет роста числа работников увеличиваются отчисления во внебюджетные фонды на 3135 тыс. руб. В 2021 г. в структуре налоговых платежей появляется транспортный налог в сумме 3 тыс. руб., за счет приобретения автомобиля.

Выводы и рекомендации. Налоговые платежи сокращают чистую прибыль организации, так, уплата налогов в 2021 г. привела к сокращению чистой прибыли на 73,82 %, что на 3,11 п.п. ниже показателя 2019 г.

Налоговая нагрузка в 2021 г. составила 12,2 %, следовательно, потребность в оптимизации налогообложения минимальна.

Список литературы

1. Иванова, О. Е. Цифровая трансформация сельскохозяйственных организаций / О. Е. Иванова, Ю. И. Шмидт, И. В. Жуплей // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 10 (135). – С. 903–908. – DOI 10.34925/EIP.2021.135.10.172.
2. Импортзамещение в АПК России: проблемы и решения / О. В. Абашева, Т. Л. Безрукова, К. Е. Вахневич [и др.]. – Москва: Русайнс, 2018. – 412 с. – ISBN 978-5-4365-3348-3.
3. Методические аспекты анализа финансового состояния сельскохозяйственной организации / Ю. И. Шмидт, И. В. Жуплей, Л. И. Солдатова [и др.] // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 5 (130). – С. 927–934. – DOI 10.34925/EIP.2021.130.5.182.
4. Орлова, Н. Н. Направления повышения эффективности труда научно-педагогических работников в цифровой экономике / Н. Н. Орлова, С. Ю. Цехла // Цифровизация высшего образования в России: перспективы и проблемы: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Москва, 17 февраля 2022 г. – Москва: Московский университет им. С. Ю. Витте, 2022. – С. 312–317.
5. Остаев, Г. Я. Учет затрат, калькулирование и бюджетирование в отраслях народного хозяйства: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям «Экономика», «Менеджмент» / Г. Я. Остаев, Б. Н. Хосиев, Н. Д. Эриашвили. – Тбилиси: Издательство «Юнити-Дана», 2022. – 247 с.
6. Симченко, Н. А. Развитие экономики труда в цифровую эпоху: методы и технологии / Н. А. Симченко, Ф. В. Зиновьев, А. К. Ганиева. – Симферополь: ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», 2022. – 260 с. – ISBN 978-5-6047623-6-3.
7. Солдатова, Л. И. Учет труда, его оплаты и использование системы грейдов как инструмента повышения эффективности работы персонала / Л. И. Солда-

това, Ю. И. Шмидт // Экономика и предпринимательство. – 2020. – № 9 (122). – С. 846–853. – DOI 10.34925/EIP.2020.122.9.163.

8. Солдатова, Л. И. Актуальные вопросы расчетов по налогу на добавленную стоимость / Л. И. Солдатова, А. П. Солдатова // Бухучет в здравоохранении. – 2014. – № 3. – С. 42–46.

9. Солдатова, Л. И. Отложенные налоговые активы и обязательства: налоговый эффект / Л. И. Солдатова // Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., Курган, 26 марта 2020 г. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2020. – С. 422–425.

10. Федорова, Н. П. Оценка управления кредиторской задолженностью организации на основе анализа деятельности / Н. П. Федорова, З. А. Миронова // Тенденции экономического развития в XXI веке: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 01 марта 2022 г. / Редколлегия: А. А. Корольва (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Белорусский государственный университет, 2022. – С. 217–220.

11. Шамсутдинов, Р. Ф. Управление минимизацией затрат при хранении запасов / Р. Ф. Шамсутдинов, О. В. Абашева // Наука и практика в студенческих исследованиях: материалы студенческой науч.-практ. конф., Ижевск, 21–22 марта 2014 г. / Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования центрсоюза Российской Федерации «Российский университет кооперации», Ижевский филиал. – Ижевск: Шелест, 2014. – С. 24–26.

12. Управление АПК как важной составляющей продовольственной безопасности России / О. В. Абашева, М. А. Барбашова, Т. Л. Безрукова [и др.]. – Москва: Русайнс, 2022. – 260 с. – ISBN 978-5-4365-8938-1.

УДК 339.13:631.3

Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина
РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ESG-ПРИНЦИПОВ

Рассмотрены проблемы российского рынка сельскохозяйственной техники. Определены перспективы и реальные возможности соблюдения ESG-принципов в работе техники и оборудования в аграрном секторе. Обозначены перспективные направления развития российского рынка сельскохозяйственной техники.

Актуальность. Многие крупнейшие российские компании АПК переходят на соблюдение ESG-принципов в своей деятельности.

Цель. Анализ и оценка новых тенденций в трансформации рынка сельскохозяйственной техники с учетом соблюдения принципов ESG.

Задача: обозначить перспективные направления развития российского рынка сельскохозяйственной техники.

Материалы и методика. Материалами послужили статистические данные государственной статистики РФ, публикации отечественных ученых по теме исследований. В исследовании используются методы анализа, синтеза информации, общенаучные и специальные подходы исследования, в том числе абстрактно-логический, монографический, экспериментальный.

Результаты исследований. Основные регионы, поставляющие на мировой рынок сельскохозяйственную технику, – Европа и Северная Америка, а внутри данных регионов доминирующее положение занимают Германия и США, Италия и Франция. В Азиатско-Тихоокеанском регионе являются Япония, Республика Корея и Китай.

Спрос на сельскохозяйственную технику:

- имеет циклический характер;
- склонен расти по мере роста цен на сельскохозяйственную продукцию;
- рост доходов сельскохозяйственных организаций увеличивает инвестиционную активность и закупку новой техники [3, 6, 7].

Данная отрасль сильно фрагментирована и имеет много национальных брендов в различных странах мира (рис. 1).



Рисунок 1 – Мировые производители сельскохозяйственной техники

Из-за срыва логистических цепочек, ухода мировых производителей техники, перебои с поставками комплектующих и запчастей, появление новых поставщиков оказали серьезное влияние на отрасль материально-технического обеспечения российского агропромышленного комплекса (АПК) [4].

На мировом рынке сельскохозяйственной техники вектор поставок смещается в сторону производителей из дружественных стран: СНГ, Латинской Америки и Азии (средняя Азия – Турция, юго-восточная Азия – Китай). В 2022 г. было аккредитовано 239 поставщиков из России, Беларуси, Китая, Турции, Индии, Ирана, Бразилии, Аргентины.

Анализ исследования рынка сельскохозяйственной техники показал, что за последние годы в отношениях между дилерами и покупателями техники произошли кардинальные изменения. Ранее спрос на современные технологии и технику формировали дилеры, теперь сельскохозяйственные предприятия формируют спрос на современные технологии вследствие достижения ими высокого уровня технологического развития.

На рынке сельхозтехники в России в 2022 г. по направлению тракторы и комбайны уменьшилось количества сделок на 70 %. По итогам 6-ти месяцев 2022 г. продажи тракторов и комбайнов из США и Канады снизились на 13–16 %. Но возросли продажи российской техники (рис. 1), в частности, Петербургского тракторного завода, за 6 месяцев 2022 г. завод нарастил производство на 25 % и планирует на конец года выпустить 4300 тракторов (табл. 1).

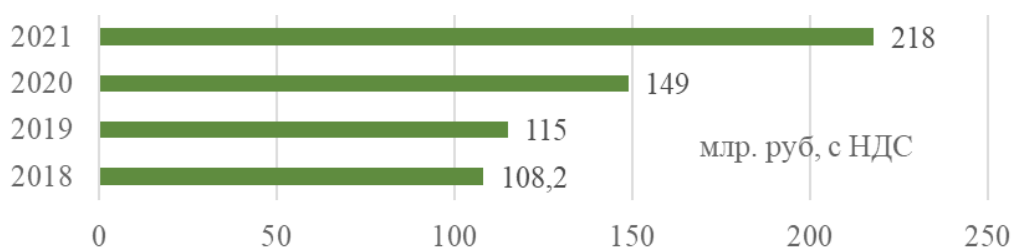


Рисунок 2 – Производство российской сельскохозяйственной техники [1]

Причины сокращения продаж:

- снижение товарного предложения;
- крупнейшие американские и европейские производители тракторов и комбайнов вышли из торговых отношений с Россией;
- частичная потеря платежеспособности российских сельскохозяйственных организаций.

Таблица 1 – Продажи сельскохозяйственной техники (тыс. руб.)

Вид техники	6 мес. 2022	6 мес. 2021	%
Тракторы не полноприводные	14 404	15 479	-6,9
до 40 лс	4 423	4 608	-4,0
40–100 лс	7 537	6 591	14,4
более 100 лс	2 444	4 280	-42,9
Тракторы полноприводные	2 067	1 962	5,4
Всего всех тракторов	16 471	17 441	-5,6
Самоходные комбайны	2 822	4 466	-36,8

Снижения предложения сельскохозяйственной техники, из-за санкций произошла трансформация рынка продаж:

- по закону спроса и предложения сокращение предложения при том же уровне спроса привело к росту цен в целом на рынке (по некоторым видам техники цены повысились на 30–50 %);

- дилеры зарубежных производителей сменили логистику поставок импортных запчастей на «запрещенную» технику, тем самым сохранили около 1/3 своего оборота;

- многие дилеры для сохранения своей репутации и бизнеса переориентировались на поставки техники из восточных стран.

Сейчас в России ежегодно производится 8 тыс. тракторов, а потребность оценивается в 50 тыс. ед. ежегодно. Динамика поставок тракторов и комбайнов на российский рынок представлена на рисунке 2 и рисунке 3.

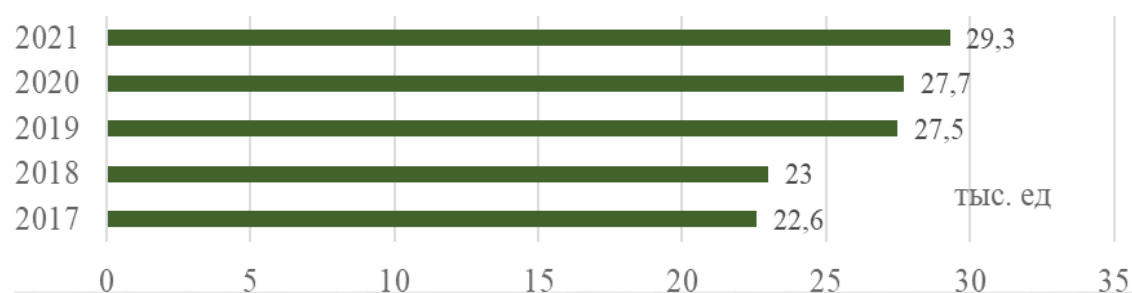


Рисунок 3 – Поставки тракторов на российский рынок (отечественные и зарубежные) [1]

Доля российской сельскохозяйственной техники на внутреннем рынке России в 2021 г. составила 52 %, и на рынок было выведено 170 новых моделей машин и оборудования (рис. 4).

Международная выставка сельхозтехники «Агросалон» (г. Москва – 2022) продемонстрировала технические и техноло-

гические возможности для ведения эффективного сельскохозяйственного производства.

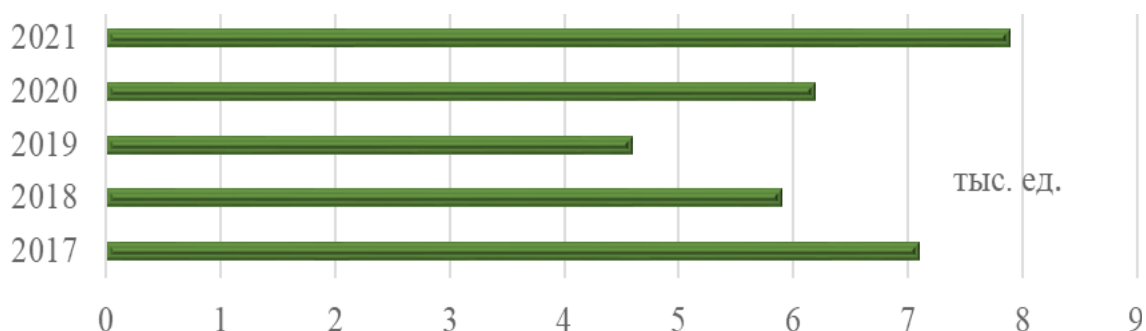


Рисунок 4 – Поставки комбайнов на российский рынок (отечественные и зарубежные)

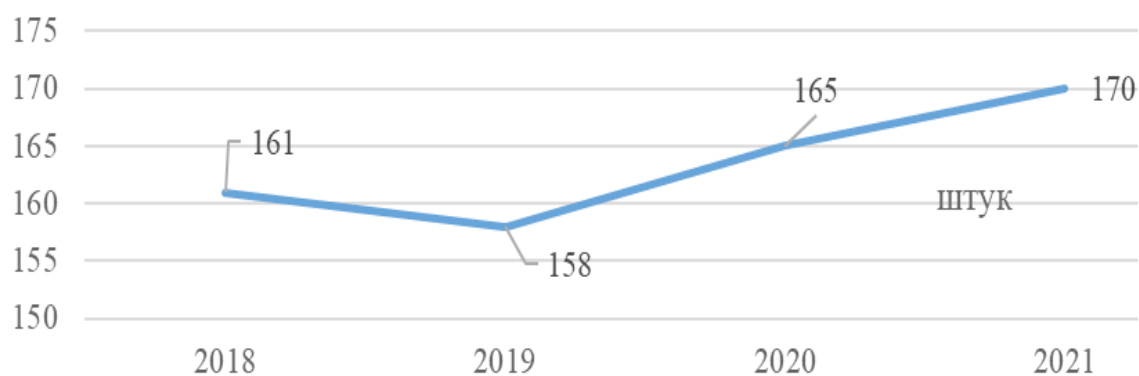


Рисунок 5 – Новые модели отечественной сельскохозяйственной техники [2]

В условиях санкций в России могут выпускать качественную высокопроизводительную сельскохозяйственную технику и в перспективе технику, которая соответствует принципам зеленой аграрной экономики.

Многие машиностроительные компании совместно с государством и научным центром ФГУП НАМИ (ведущая научная организация РФ в области развития автомобилестроения) работают над созданием инновационной сельскохозяйственной техники на водороде, газомоторном топливе.

В 2023 г. пройдут испытания опытных образцов водородной техники, а к 2024 г. Минпромторг планирует начать серийный выпуск тракторов, работающих на водородном топливе [5].

Выводы и рекомендации. Тенденции, которые определяют развитие российского рынка сельскохозяйственной техники в 2023 г. и на перспективу:

– замена ушедших мировых производителей сельхозтехники на российские аналоги и технику из «дружественных стран»;

- параллельный импорт мировых брендов и развитие российского производства запасных частей;
- техника, работающая на альтернативных видах топлива (метан, электроэнергия, водород, пропан, биодизельное топливо и др.).

Рынок сельхозтехники на фоне кризиса лишился стабильных поставок техники от западных компаний, но их место в сегменте целенаправленно занимают другие компании. К концу 2023 г. имеются все предпосылки удовлетворить спрос на отдельную технику за счет увеличения выпуска отечественной техники и ее поставок из дружественных стран.

В перспективе стремление аграрных компаний к ESG-принципам окажет влияние и на мировой рынок сельскохозяйственной техники.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики. – URL: www.gsk.ru.
2. Министерство промышленности и торговли. – URL: <http://government.ru/department/54/events/>.
3. Шакиров, Р. Р. Цифровые технологии в животноводстве и растениеводстве / Р. Р. Шакиров, А. В. Костин, А. Г. Иванов // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию засл. раб. сельского хозяйства РФ, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора А. И. Любимова. В 2-х т. – 2020. – С. 147–149.
4. Косов, П. Н. Воспроизводство машинно-тракторного парка аграрного сектора в условиях ESG-трансформаций / П. Н. Косов, Ю. В. Чутчева // Экономика сельского хозяйства. – 2022. – № 9. – С. 25–30.
5. Боднарчук, Ю. Д. Влияние инженерно-исследовательской деятельности на техническое развитие в АПК / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской ГСХА. – Ижевск. – 2021. – С. 26–29.
6. Цифровые трансформации в аграрном секторе экономики / Т. И. Ашмарина, В. Т. Водяников, Ю. М. Гладыш, А. В. Голубев, Е. И. Залтан, А. А. Кирица, Е. А. Яшина [и др.]. – Москва: Сам Полиграфист, 2021. – 340 с.
7. Стратегическое направление инновационного развития сельскохозяйственной техники / А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев, О. П. Васильева, Е. А. Михеева // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 224–231.

УДК 51:378.016

С. А. Арсланбекова

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

ОБ ИЗУЧЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Рассматривается использование прикладных программ как составляющая учебного процесса. Приводятся конкретные примеры работы в прикладных программах в преподавании дисциплины «Математика».

Актуальность. Большое внимание всегда уделялось и, несомненно, будет уделяться приложению математического аппарата к решению производственных задач. Смоделировать производственные ситуации на занятиях математики довольно сложно, так как назначение этой дисциплины иное [1]. Однако рассматривать примеры таких задач возможно и нужно. Качественное формирование профессиональных компетенций невозможно без внедрения приложений теории в практику [2].

Цель: считаем необходимым освоение на занятиях математики прикладных программ.

Задачи: рассматривать на занятиях математики задачи с практическим содержанием; использовать для решения задач прикладные программы.

Материалы и методика. Занятия проводились со студентами первого и второго курсов энергетического факультета. На занятиях рассмотрены задачи с содержанием, относящимся к будущей профессиональной деятельности обучающихся [3]. Для решения заданий применялся прикладной программный пакет Mathcad 14. Для статистической обработки результатов использовались анкетирование, опрос, методы обработки экспериментальных данных [3].

Результаты исследований. При изучении темы «Комплексные числа» обучающимся предлагается решить такую задачу: методом двух узлов определить комплексные величины действующих значений токов (рис. 1).

Дано

$$\begin{aligned}
 R1 &:= 7 & R2 &:= 15 & R3 &:= 0 \\
 L1 &:= 21 & L2 &:= 36 & L3 &:= 0 \\
 C1 &:= 211 & C2 &:= 340 & C3 &:= 160 \\
 E1 &:= 0 & E2 &:= 150 & E3 &:= 145 \\
 \phi1 &:= 0 & \phi2 &:= 20 & \phi3 &:= 10
 \end{aligned}$$

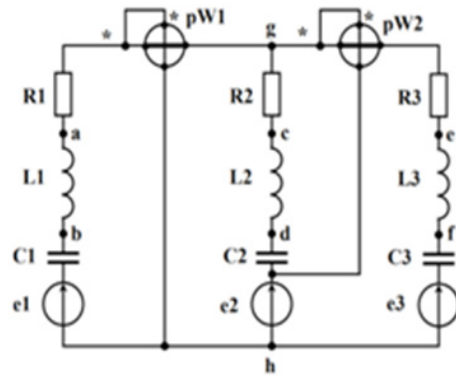


Рисунок 1 – Расчетная схема

В программном пакете Mathcad 14 решение этой задачи представляется следующим образом (рис. 2, рис. 3).

$$\begin{aligned}
 X_{c1} &:= \frac{1}{\omega \cdot C_1} & X_{c2} &:= \frac{1}{\omega \cdot C_2} & X_{c3} &:= \frac{1}{\omega \cdot C_3} & X_{L(1)} &:= \omega \cdot L_1 & X_{L(2)} &:= \omega \cdot L_2 \\
 X_{c1} &= 15.093 & X_{c2} &= 9.367 & X_{c3} &= 19.904 & X_{L(1)} &= 6.594 & X_{L(2)} &= 11.304
 \end{aligned}$$

Рисунок 2. – Определение условия

$$\begin{aligned}
 E_2 &:= 150 \cdot (e)^{(j \cdot 20)} & E_3 &:= 145 \cdot (e)^{(j \cdot 10)} \\
 E_2 &= 61.496 + 136.815i & E_3 &= -121.747 - 78.757i
 \end{aligned}$$

$$U := \frac{-(140.953 + j \cdot 51.3)(0.066 - j \cdot 0.008469) - (142.797 + j \cdot 25.179)(j \cdot 0.05)}{(0.058 + j \cdot 0.07) + (0.066 - j \cdot 0.008469) + (j \cdot 0.05)}$$

$$U = -75.215 - 7.606i$$

$$\begin{aligned}
 G_1 &:= \frac{1}{7 + j(6.594 - 15.093)} & G_2 &:= \frac{1}{15 + j(11.304 - 9.367)} & G_3 &:= \frac{1}{0 + j \cdot (0 - 19.904)}
 \end{aligned}$$

$$G_1 = 0.058 + 0.07i$$

$$G_2 = 0.065573 - 0.008468i$$

$$G_3 = 0.05i$$

$$\begin{aligned}
 I_1 &:= \frac{-75.13 - j \cdot 7.606}{7 + j \cdot (6.594 - 15.093)} & I_2 &:= \frac{140.953 + j \cdot 51.3 - 75.13 - j \cdot 7.606}{15 + j \cdot (11.304 - 9.367)} & I_3 &:= \frac{142.797 + j \cdot 25.179 - 75.13 - j \cdot 7.606}{0 + j \cdot (0 - 19.904)}
 \end{aligned}$$

$$I_1 = -3.805 - 5.706i$$

$$I_2 = 4.686 + 2.308i$$

$$I_3 = -0.883 + 3.4i$$

Рисунок 3 – Решение задачи

Конечно, для решения таких задач требуется знание не только математики, но и специальных дисциплин [4].

На занятии по теме «Приложение дифференциального исчисления к практическим задачам» обучающиеся решают задачу: рассчитать наименьшую площадь поверхности цилиндра при заданной величине объема. Как варианты этой задачи можно рассмотреть площадь поверхности параллелепипеда, пирамида. Практически эту задачу можно интерпретировать так: подобрать наименьший расход материала или наименьшие затраты на сварочные работы для емкости при перевозке жидкого топлива. Мы приводим пример функции для одной переменной, однако, на занятии рассматриваем и функцию двух переменных.

В программном пакете Mathcad 14 решение этой задачи представляется следующим образом (рис. 4).

$$\begin{array}{l}
 \underline{V} := 16 \qquad \qquad \qquad h(r) := \frac{V}{\pi r^2} \qquad \qquad \underline{s}(r) := 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h(r) + 2 \cdot \pi \cdot r^2 \\
 \\
 \underline{ds}(r) := \frac{d}{dr} s(r) \rightarrow 4 \cdot \pi \cdot r - \frac{32}{r^2} \qquad \qquad \text{Given } r := 1 \\
 \qquad \qquad \qquad \underline{r} := \text{Find}(r) = 1.366 \\
 \qquad \qquad \qquad h(r) = 2.731 \\
 \qquad \qquad \qquad s(r) = 35.15
 \end{array}$$

Рисунок 4 – Расчет наименьшей площади

Обучающимся предлагается построить график функциональной зависимости S , иллюстрирующий решение поставленной задачи (рис. 5).

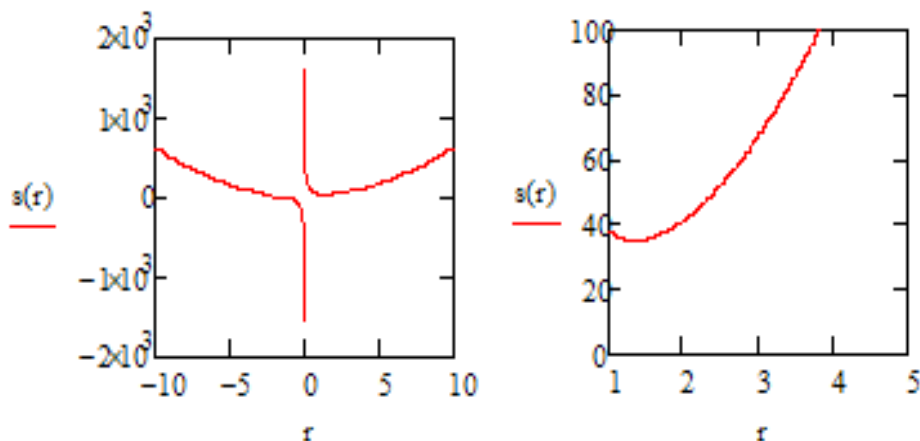


Рисунок 5 – График функциональной зависимости

Выводы и рекомендации. При проведении подобных занятий обучающиеся проявляют знания математики, умение применять математический аппарат в решении задач специальных дис-

циплин и навыки владения прикладными программами, что полностью соответствует требованиям, предъявляемым ФГОС к выпускнику вуза [5].

Список литературы

1. Дик, Е. Н. Математическая модель термической обработки продукта / Е. Н. Дик // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию Башкирского государственного аграрного университета. – 2020. – С. 272–275.
2. Дик, Е. Н. Соотношение энергетики биологически активных точек и интеллекта в системе индивидуальности: дис. ... канд. психол. наук / Е. Н. Дик. – Уфа: БГАУ, 1999. – 150 с.
3. Дик, Е. Н. Организация модульно-рейтинговой системы при обучении математике / Е. Н. Дик, Н. А. Костенко // Инновационные методы преподавания в высшей школе: материалы Всерос. научно-методической конф. с международным участием. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Башкирский государственный аграрный университет. – 2012. – С. 68–71.
4. Дик, Е. Н. Анализ математических способностей с применением методов психофизиологии / Е. Н. Дик // Фундаментальные основы научно-технической и технологической модернизации АПК (ФОНТиТМ-АПК-13): материалы Всерос. науч.-практ. конф. – 2013. – С. 118–122.
5. Дик, Е. Н. Формирование профессиональных компетенций в период освоения современных стандартов / Е. Н. Дик // Качество продукции, технологий и образования: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 260–263.

УДК 378.663.015.3

Е. А. ВострокнUTOва, А. Г. Иванов

Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МОТИВАЦИОННОЙ СФЕРЫ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ АГРАРНОГО ВУЗА

Представлены результаты проведённого исследования структуры мотивационной сферы студентов, обучающихся на инженерных направлениях аграрного университета. Выявлены наиболее значимые мотивы учебной деятельности.

Актуальность. Изучение факторов, влияющих на учебную мотивацию студентов, имеет большое значение для повышения эффективности высшего образования. При анализе мотивации студентов важно не только выявить доминирующий мотив, но и учесть структуру мотивационной сферы.

Целью исследований являлось изучение структуры мотивационной сферы студентов Удмуртского ГАУ. Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ научной литературы по теме исследования.
2. Провести опрос для исследования структуры мотивационной сферы.
3. Проанализировать результаты и сделать выводы.

Материалы и методика исследования. Объектом исследования являлись студенты первых и четвертых курсов очной формы обучения в Удмуртском ГАУ. Для обработки результатов использовались Microsoft Excel и другие программы компьютерных и автоматизированных систем.

В качестве диагностического инструментария были использованы методика «Мотивация обучения в вузе», предложенная Т. И. Ильиной [3], и методика для диагностики учебной мотивации студентов (А. А. Реан и В. А. Якунин, модификация Н. Ц. Бадмаевой) [1].

Результаты исследований. Основой образования сегодня должны стать не столько учебные дисциплины, сколько способы мышления и деятельности. Необходимо не только выпустить специалиста, получившего подготовку высокого уровня, но и включить его уже на стадии обучения в разработку новых технологий, адаптировать к условиям конкретной производственной среды, сделать его способным к принятию новых решений. Востребованными являются те выпускники, у которых сформированы компетенции заинтересованно и грамотно выполнять свои трудовые функции, а также способности к самостоятельности, творческому саморазвитию и достижению успешной организации своей деятельности в современном информационном обществе [7, 9].

Анализ научной литературы показал, что вопрос исследования в области мотивации сферы является очень актуальным [5]. Однако, как показывают результаты исследований, интерес к обучению у студентов падает, несмотря на работу по совершенствованию учебного процесса на инженерном факультете [11]. В связи

с этим проблема мотивации студентов в период их обучения требует дополнительных исследований и систематизации.

Также по результатам исследования методов повышения познавательной мотивации студентов аграрного вуза в смешанной образовательной среде выявлено, что обучающиеся ориентированы в большей степени на получение практических знаний. О. А. Жученко отмечает «...пассивное восприятие информации, отсутствие критического начала в этом процессе» [2, с. 3]. Снижена креативная составляющая в обучении, редок обмен творческими идеями. И. Т. Русских, изучая мотивацию учебной деятельности среди студентов разных направлений, отмечает, что в структуре мотивационной сферы наблюдаются различия по направлениям обучения студентов: «... студенты первого курса инженерного факультета на первое место ставят учебно-познавательные мотивы, а студенты лесохозяйственного факультета – профессиональные» [10, с. 288].

В ходе обучения у студента (особенно на ранних этапах обучения в университете) формируется профессиональная ментальность, являющаяся базисом для дальнейшей успешной реализации в выбранной профессии. Поскольку мотивационная сфера студенчества является важной составляющей дальнейшей успешной профилитации и удовлетворённости профессиональной деятельностью, существует необходимость изучения специфики их мотивационной сферы, а именно доминирующих мотивов и мотивационных профилей.

Вовлечь молодого человека в обучающий процесс, развить учебную мотивацию возможно при живом участии опытного и лично зрелого преподавателя. Это проявляется в первую очередь способностью обеспечить эффективную когнитивно-эмоциональную обратную связь со студентом, являющуюся основой для развития профессиональных компетенций и гармонии личности в целом в условиях цифровизации системы образования [9]. В. С. Идиатулин рассматривает дидактические игры как один из эффективных методов вовлечения студентов в процесс обучения, развития у них познавательной мотивации к предмету [4, 10], а также рассматривает способы формирования структуры мотивационной сферы [3].

Методика «Мотивация обучения в вузе» имеет три шкалы:

– «приобретение знаний» (стремление к приобретению знаний, любознательность);

– «овладение профессией» (стремление овладеть профессиональными знаниями и сформировать профессионально важные качества);

– «получение диплома» (стремление приобрести диплом при формальном усвоении знаний, стремление к поиску обходных путей при сдаче экзаменов и зачетов).

Преобладание мотивов по первым двум шкалам свидетельствует об адекватном выборе студентом профессии и удовлетворённости ею. Методика позволяет выразить доминирование того или иного мотива количественно.

Обработка результатов тестирования проводилась с применением программы Excel и других методов компьютерных и автоматизированных систем, применяемых в образовательном процессе Удмуртского ГАУ на инженерном факультете [9].

Результаты опроса по методике «Мотивация обучения в вузе» представлены в таблице 1. Представленные данные свидетельствуют о том, что для студентов первого курса доминирующим показателем мотивации является приобретение знаний, при этом студенты практически не связывают своё обучение в вузе с овладением будущей профессией.

Таблица 1 – Результаты тестирования по методике «Мотивация обучения в вузе»

Показатель	1 курс		4 курс		Максимальное значение
	Значение	% от максимального	Значение	% от максимального	
«приобретение знаний»	8,14	65	7,74	61,4	12,6
«овладение профессией»	4,71	47,1	5,6	56	10
«получение диплома»	3,75	37,5	6,35	63,5	10

Для студентов выпускного курса все три показателя выше среднего значения, при этом наибольшим показателем является получение диплома, что свидетельствует о ложности мотива выбора данной конкретной специальности.

Методика для диагностики учебной мотивации студентов разработана на основе опросника А. А. Реана и В. А. Якунина [3]. К 16 утверждениям вышеназванного опросника добавлены утверждения, характеризующие мотивы учения, выделенные В. Г. Леонтьевым, а также утверждения, характеризующие мотивы учения, полученные Н. Ц. Бадмаевой в результате опро-

са студентов. Это коммуникативные, профессиональные, учебно-познавательные, широкие социальные мотивы, а также мотивы творческой самореализации, престижа и избегания неудачи [1].

Наиболее эффективным способом развития личности студентов, их коммуникативных навыков является вовлечение молодых людей в коммуникативное пространство «студент – социум» и «студент – вуз» при условии учета их психологических особенностей [7].

Результаты опроса респондентов по методике для диагностики учебной мотивации студентов представлены на рисунке 1.

Из анализа рисунка 1 видно, что в структуре мотивационной сферы студентов первого курса преобладают профессиональные и коммуникативные мотивы. Для студентов четвертого курса выделяются значительно только профессиональные мотивы. Для студентов первого курса важно общение, о том, что про них будут говорить другие, также они равняются на своих однокурсников и не хотят быть хуже. Для студентов старших курсов важнее всего получить диплом, стать квалифицированным специалистом и найти себе достойную работу после окончания вуза.

По результатам исследования выявлена разница в мотивах обучения между первым и четвертым курсами. Также в ходе исследования установлено, что в целом для студентов большое значение имеют профессиональные мотивы. Наименьшим показателем являются мотивы избегания.

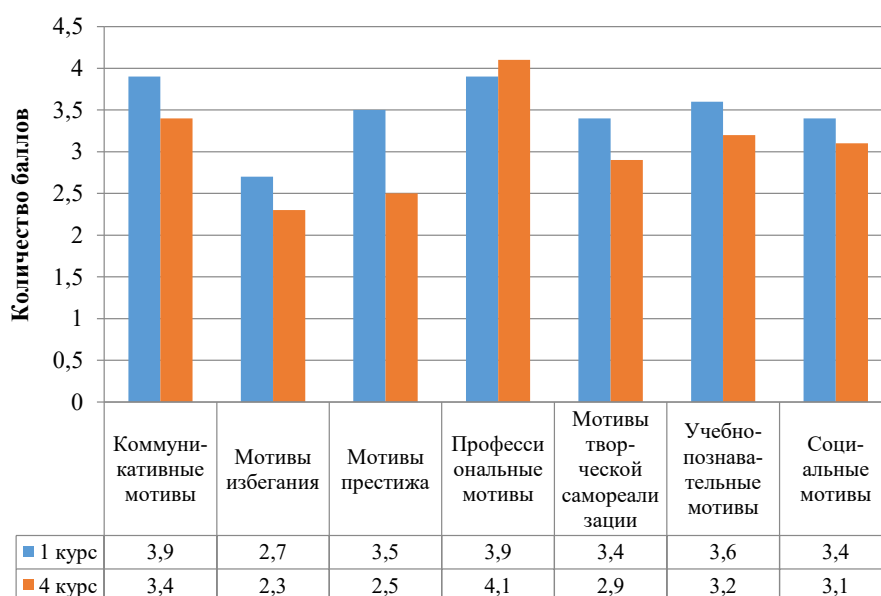


Рисунок 1 – Результаты опроса по методике «Изучение мотивов учебной деятельности»

В целом можно сделать **вывод**, что студенты не осознанно делают свой выбор при поступлении в вуз на ту или иную специальность, но при этом не имеют желания поменять место учебы и доучиваются до конца либо отчисляются. Видно, что к четвертому курсу студенты так и не приходят к пониманию, что их профессия будет для них значимой в жизни. С этим можно связать и плохую посещаемость студентами занятий, так как у них нет мотивации в получении данной профессии.

Список литературы

1. Бадмаева, Н. Ц. Влияние мотивационного фактора на развитие умственных способностей / Н. Ц. Бадмаева. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005. – 203 с.
2. Жученко, О. А. Повышение уровня познавательной мотивации будущих профессионалов аграрного вуза в смешанном обучении / О. А. Жученко, О. Н. Малахова // Пензенский психологический вестник. – 2020. – № 1 (14). – С. 3–16. DOI: 10.17689/psy-2020.1.1.
3. Ильин, Е. П. Мотивация и мотивы. – СПб.: Питер. – 2002. – 512 с.
4. Идиатулин, В. С. Дидактические игры на основе тестового контроля / В. С. Идиатулин, И. Т. Русских // Новые образовательные технологии и педагогические новации в системе высшего образования: материалы VIII науч.-метод. регион. конф., 28–30 мая 1996. – Ижевск: ИжГСХА, 1996. – С. 29–30.
5. Кузьминых, В. Д. Исследование иерархии мотивов учебной деятельности у студентов первого курса аграрного вуза / В. Д. Кузьминых // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / Отв. за вып. Н. М. Итешина. – Ижевск: ИжГСХА, 2022. – С. 1901–1904.
6. Малахова, О. Н. Особенности коммуникативного опыта в современной студенческой среде: психолого-педагогический аспект / О. Н. Малахова, В. И. Иманов // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2021. – № 94. – С. 66–69.
7. Малахова, О. Н. Развитие учебной мотивации в высшей школе: исследовательский аспект / О. Н. Малахова, Л. С. Мосина // *Studia Humanitatis*. – 2022. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-uchebnoy-motivatsii-v-vysshey-shkole-issledovatelskie-aktsenty> (дата обращения: 1.12.2022). DOI: 10.24412/2308-8079-2022-1-11.
8. Малахова, О. Н. Саморазвитие студента в структурах дистанционных образовательных технологий: к вопросу об успешности / О. Н. Малахова // Образовательная среда сегодня и завтра: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., 30–31 октября 2014. – Москва: НОУ ВО МТИ, 2014. – С. 135–136.
9. Применение компьютерных и автоматизированных систем в образовательном процессе / А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов [и др.] // Аграрная

наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 12–15 февраля 2019. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 214–218.

10. Русских, И. Т. Исследование мотивации учебной деятельности среди студентов первого курса аграрного вуза / И. Т. Русских, В. Д. Кузьминых // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 15–18 февр. 2022. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 288–293.

11. Совершенствование учебного процесса на инженерном факультете в Ижевской ГСХА / Р. Р. Шакиров, А. В. Костин, А. Б. Спиридонов, К. Л. Шкляев, К. В. Анисимова // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 16–17 декабря 2021. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 510–512.

УДК 378.663.015.3

А. Н. Гуляева, С. П. Басс

Удмуртский ГАУ

ИССЛЕДОВАНИЕ МОТИВАЦИОННОЙ СФЕРЫ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ 36.03.02 ЗООТЕХНИЯ УДГАУ

Приведены данные по исследованию мотивов обучения у студентов 4 курса зооинженерного факультета с использованием методов социологического опроса и практического занятия в игровой форме. В результате отмечается, что доминирующими мотивациями студентов являются менее желательные внешние мотивы, основанные на денежном вознаграждении. Игровой вариант проведения практического занятия наиболее желателен и эффективен в процессе образовательной деятельности для 100 % обучающихся.

Актуальность. Зоотехния – одна из самых интересных наук, заключающаяся в направленном воздействии человека на все сферы жизнедеятельности животного, а также на интенсификацию животноводства в целом. К сожалению, на сегодняшний день ситуация такова, что поступление абитуриента на данное направление происходит не целенаправленно, необдуманно, или же понимание профессии – зоотехник – поступающий интерпретирует неверно, чаще всего относя его профессиональную деятельность к разряду ветеринарии. Однако даже незаинтересованного человека всегда можно мотивировать.

Проблемам повышения мотивации учебной деятельности студентов и выявлению их особенностей посвящены работы множества исследователей, таких, как Волосатова К. Н., Гладков А. В., Жученко О. А., Лапшова А. В., Квон Г. М., Малахова О. Н., Машин В. А., Миракян К. Ф., Русских И. Т., Филатова Е. В., Филатова О. Ф. [2, 3, 6, 9, 10, 12–14, 16–18]. В процессе успешной учебной деятельности мотивация играет большую роль, нежели интеллект, при этом начало своего формирования она берет ещё со школьных времён [17]. Именно поэтому учебная мотивация представляет особый интерес для её изучения. Помимо этого Т. Д. Дубовицкая, например, отмечает, что на современном этапе обучения «...характер мотивации учения и особенности личности являются, по сути, показателями качества образования...» [5, с. 42].

В связи с этим **целью** исследований является изучение мотивации студентов зооинженерного факультета, направления подготовки 36.03.02 Зоотехния. Для достижения данной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Провести анализ научной литературы и других источников информации по теме исследования.
2. Провести социальный опрос среди студентов.
3. Проанализировать результаты и сделать выводы.

Материал и методика исследования. Для анализа мотивационной сферы обучающихся объектом исследования были выбраны студенты 4 курса зооинженерного факультета в количестве 40 человек. В исследовании применяли методы анализа релевантной литературы, а также методы сравнения и обобщения. Для выявления мотивов обучения была использована авторская методика.

Результаты исследования. Изучение мотивационной сферы широко представлено исследованиями [4, 6, 10–12]. Среди многообразия мотивов принято выделять внутренние и внешние, положительные и отрицательные, а также устойчивые и неустойчивые [9]. Л. М. Фридман охарактеризовал основные отличительные особенности внутренней и внешней мотивации следующим образом: «...Если мотивы, побуждающие данную деятельность, не связаны с ней, то их называют внешними по отношению к этой деятельности; если же мотивы непосредственно связаны с самой деятельностью, то их называют внутренними...» [5, с. 43].

В период обучения наиболее важными с точки зрения освоения образовательной программы являются внутренние мотивы. Благодаря им студент в процессе образовательной деятельно-

сти получает удовлетворение от открытия новых знаний. То есть обучение для студента становится его целью, приносящей удовольствие. Таким образом, при доминировании внутренней мотивации студент принимает активное участие и проявляет собственную инициативу в обучении. Как отмечает И. Т. Русских, «...студенты инженерных направлений на первое место ставят учебно-познавательные мотивы, а гуманитарных направлений обучения – профессиональные...» [16, с. 288].

Внешняя мотивация наблюдается в случае, когда студент предпочитает ставить целью своего обучения не получение знаний, опыта и умений, а лишь внешние стимулы – оценки, рейтинг, похвалу, денежное вознаграждение и др. При данном виде мотивации у студента теряется интерес к образовательному процессу.

Для того, чтобы разобраться в существующих мотивах студентов Удмуртского ГАУ, был проведён социологический опрос студентов 4-го курса, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты опроса студентов зооинженерного факультета

Мотивы	Студенты из города		Студенты из села	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Внутренние	4	26,7	10	40
Внешние, в т.ч.	11	73,3	15	60
Оценки	-	-	-	-
Похвала	-	-	-	-
Денежное поощрение	11	100	15	100
Престижность профессии	-	-	-	-

Исходя из полученных данных, наиболее желательными для образовательного процесса внутренними мотивами руководствуются 26,7 % студентов из города и 40 % из сельской местности, при этом оставшаяся часть опрошенных мотивирована лишь денежным поощрением. Стоит отметить, что обучающиеся из сельской местности более заинтересованы в качественном обучении и осознанно подошли к выбору будущей профессии.

Современное общество требует и соответствующего уровня образовательного процесса, адаптированного под современного студента. На сегодняшний день на федеральном уровне принято, что программа любого изучаемого предмета должна иметь различные активные методы подачи материала [15]. Это доказано положительным мотивационным эффектом множества иссле-

дований [8]. Одним из активных вариантов может быть, например, «Круглый стол» [1]. Также активно внедряется педагогическая технология – «геймификация» – использование элементов компьютерных игр в неигровых ситуациях. По данным авторов С. Д. Липатова, Е. А. Хохолева: «...геймификация оказывает комплексное влияние на основную группу учебных мотивов (творческую самореализацию, профессиональные и учебно-познавательные, социальные, коммуникативные мотивы)...» [11, с. 44].

При всем многообразии активных педагогических технологий, одной из лидирующих и наиболее любимой студентам является игра. Игра – это неотъемлемая часть человеческой жизни. Знаменитый учёный Йохан Хёйзинг даже написал книгу в 1938 г. «*Homo ludens*» («Человек играющий»), в которой он размышляет о роли игры в жизни отдельного человека и в жизни всей человеческой цивилизации. Существует огромное разнообразие игр – спортивные, интеллектуальные, компьютерные и др. О роли дидактических игр для мотивации обучения по физике отмечает в своей работе В. С. Идиатуллин [8]. Однако наибольшее число исследовательских работ посвящено изучению мотивации обучающихся иностранным языкам [7].

Для выявления уровня мотивации к обучению путём проведения практического занятия в игровой форме был разработан авторский игровой материал по теме «Воспроизводство животных».

Цели игры: закрепление знаний по пройденному материалу о воспроизводстве животных, в частности, о технике искусственного осеменения; развитие логического мышления; сплочение коллектива; умение выделять основной смысл из аудио-видео источников, мотивация обучения.

Перед игрой группа обучающихся случайным способом была распределена на три команды, и сама игра проходит в три этапа.

Правила игры:

1-й этап: правда-ложь. Вам будет представлено 10 высказываний, и нужно решить, правдивое оно или же это ложь. Время: 20 секунд. За каждый правильный ответ – 1 балл.

2-й этап: где логика? Вам будут проиллюстрированы картинки, наводящие на верный ответ. Кто первым даст правильный ответ – того и баллы. За угаданное слово – 2 балла.

3-й этап: тезисы по фильму. Вам будет предоставлен фильм на тему «Искусственное осеменение КРС». После просмотра нужно будет выделить основные тезисы фильма. За каждый тезис – 5 баллов.

Вопросы первого этапа:

1. Искусственное осеменение как физиологический опыт в 1763 г. впервые провели на собаках (Ложь).

2. Воспроизводство стада – сложный производственный процесс, включающий комплекс организационно-хозяйственных, биологических, зооветеринарных и технологических мероприятий, направленных на получение здорового приплода, его сохранение, выращивание и создание животных, обладающих высокой продуктивностью (Правда).

3. Для нормальной работы воспроизводительных функций у КРС сахаро-протеиновое отношение должно быть 1:1,5 (Ложь).

4. Нарушение воспроизводительной функции животных на 50 % обусловлено генетическими факторами, остальное – внешняя среда (Ложь).

5. Стадо обеспечено ремонтным молодняком при коэффициенте воспроизводства (КВ), равном 1 (Правда).

6. Первый телёнок в результате применения сексированного семени был получен в 1992 г. (Правда).

7. С помощью проточной цитометрии происходит технологическое разделение спермиев с X и Y хромосомами (Правда).

8. Синхронизация простагландином (PG-протокол) не допускается при наличии персистентного жёлтого тела (Ложь).

9. Для получения суперовуляции наиболее широко распространено во многих странах мира использование ГСЖК с простагландином (Правда).

10. Трансплантация эмбрионов – биотехнологический метод разведения животных, при котором эмбрионов на ранней стадии развития пересаживают от животного-реципиента к животному-донору для получения большего количества потомков от одной особи (Ложь).

Картинки второго этапа представлены на рисунках 1–5.



Рисунок 1 – Суперовуляция



Рисунок 2 – Синхронизация



Рисунок 3 – Трансплантация



Рисунок 4 – Искусственное осеменение



Рисунок 5 – Сексированное семя

Проведение на практическом занятии игры по воспроизводству животных показало, что студенты умеют работать в команде,

у них хорошо развиты логические способности. В конце занятия у 100 % участвующих был выявлен позитивный настрой и мотивация к последующему обучению.

Выводы и рекомендации. В заключение хочется привести цитату американского предпринимателя, мотивационного оратора Джима Рона: «...Одной лишь мотивации недостаточно. Если взять идиота и мотивировать его, получится мотивированный идиот...» и отметить, что не только мотивация является руководством к действию, но и множество различных факторов, влияющих на познание и усвоение учебного материала [19].

Список литературы

1. Круглый стол как метод интерактивного обучения, развивающий мотивационную сферу личности современного студента / А. К. Брель, Н. Н. Складановская, К. Р. Жарова, Н. А. Танкабекян, Е. Н. Жогло // *Современные проблемы науки и образования*. – 2018. – № 3. – С. 117–123.
2. Волосатова, К. Н. Формирование учебной мотивации студентов в вузах / К. Н. Волосатова // *Наука и молодежь: новые идеи и решения: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей, 20–22 марта, 2018*. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018. – С. 281–286.
3. Гладков, А. В. Современные педагогические технологии как средство повышения учебной мотивации / А. В. Гладков, О. И. Ваганова, М. П. Прохорова // *Балтийский гуманитарный журнал*. – 2019. – Т. 8. – № 1 (26). – С. 274–276.
4. Губанова, Я. С. Динамика профессиональной мотивации студентов от первого к четвертому курсу / Я. С. Губанова // *Актуальные проблемы и перспективы развития современной психологии*. – 2020. – № 1. – С. 88–94.
5. Дубовицкая, Т. Д. Методика диагностики направленности учебной мотивации / Т. Д. Дубовицкая // *Психологическая наука и образование*. – 2002. – № 2. – С. 42–45.
6. Жученко, О. А. Повышение уровня познавательной мотивации будущих профессионалов аграрного вуза в смешанном обучении / О. А. Жученко, О. Н. Малахова // *Пензенский психологический вестник*. – 2020. – № 4. – С. 197–200. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-urovnya-poznavatelnoy-motivatsii-buduschih-professionalov-agrarnogo-vuza-v-smeshannom-obuchenii> (дата обращения: 2.12.2022). DOI: 10.17689/psy-2020.1.1.
7. Закотнова, П. В. Использование игр при обучении иностранному языку в вузе / П. В. Закотнова // *Современные методы и технологии преподавания иностранных языков: сборник научных статей*. – Чебоксары: ЧГПУ. – 2019 – С. 88–93.
8. Идиатулин, В. С. Дидактические игры на основе тестового контроля / В. С. Идиатулин, И. Т. Русских // *Новые образовательные технологии и педагоги-*

ческие новации в системе высшего образования: материалы VIII науч.-метод. региональной конф., 28–30 мая 1996 г. – Ижевск: ИЖГСХА, 1996. – С. 29–30.

9. Квон, Г. М. Использование шкалы Лайкерта при исследовании мотивационных факторов обучающихся / Г. М. Квон, В. Б. Вакс, О. Г. Поздеева // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2018. – № 11. – С. 84–96.

10. Лапшова, А. В. К вопросу об особенностях формирования профессиональной мотивации студентов вуза / А. В. Лапшова, П. А. Грашина, Е. А. Уракова // Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – № 62 (2). – С. 163–166.

11. Липатова, С. Д. Геймификация как педагогическая технология активизации учебной мотивации студентов вуза / С. Д. Липатова, Е. А. Хохолева // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2020. – № 1 (37). – С. 44–51.

12. Малахова, О. Н., Мосина, Л. С. Развитие учебной мотивации в высшей школе: исследовательские акценты // Studia Humanitatis. – 2022. – № 1. (эл журнал). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-uchebnoy-motivatsii-v-vysshey-shkole-issledovatel'skie-aktsenty> (дата обращения: 2.12.2022). DOI: 10.24412/2308-8079-2022-1-11.

13. Машин, В. А. К вопросу классификации функциональных состояний человека / В. А. Машин // Экспериментальная психология. – 2011. – Том 4. – № 1. – С. 40–56.

14. Миракян, К. Ф. Особенности мотивации у студентов: взаимосвязи между интеллектуальной лабильностью и учебной мотивацией у студентов / К. Ф. Миракян // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2022. – № 1 (61). – С. 336–340.

15. Муссауи–Ульянищева, Е. В. Игровые методы на занятиях английского языка как способ повышения мотивации студентов к обогащению специального словарного запаса / Е. В. Муссауи–Ульянищева, Л. В. Ульянищева // Мир науки, культуры, образования. – 2022. – № 4 (95). – С. 138–140.

16. Русских, И. Т. Исследование мотивации учебной деятельности среди студентов первого курса аграрного вуза / И. Т. Русских, В. Д. Кузьминых // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 15–18 февр. 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 288–293.

17. Филатова, Е. В. Учебно-профессиональная мотивация студентов разных направлений подготовки / Е. В. Филатова, С. Б. Ксенофонтова // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2019. – Том 11. – № 1. – С. 57–65.

18. Филатова, О. Ф. Психологическая характеристика учебной мотивации / О. Ф. Филатова // Обзор педагогических исследований. – 2019. – Т. 1. – № 3. – С. 33–39.

19. Todobit. – URL: https://todobit.org/run/gid_49b0e0568f49/goal_19c063201bd7/task_bdb576a988da/ (дата обращения: 1.12.2022).

О. И. Иванова, Г. Ю. Березкина

Удмуртский ГАУ

РОЛЬ ПЕДАГОГА И ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТА

Исследуются социальный, культурологический, образовательный, социальный и профессиональный аспекты педагогической деятельности как необходимые для подготовки педагогов профессионального обучения. Выделена основная психологическая структура личности педагога и студента. Приведены требования, предъявляемые к личности педагога.

Актуальность. Термин «личность» происходит от лат. «*persona*» – это социальный субъект, обладающий определённым набором психологических свойств, на которых основываются его поступки, имеющие значение для общества; человек, который сам может выстроить, проконтролировать свою жизнь и нести за неё полную ответственность [7, 8].

Цель: изучение роли педагога и педагогической деятельности в формировании деятельности студента.

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие **задачи:**

1. Изучить психологическую структуру личности.
2. Определить роль преподавателя в становлении личности студента.
3. Разобрать подготовку педагогов профессионального обучения.
4. Ознакомиться с педагогическим общением во взаимоотношениях преподавателя и студента.

Материалы и методика. В ходе изучения материала были использованы такие методы исследования, как описание и сравнительно-сопоставительный анализ.

Результаты исследований. Психологическая структура личности в основном состоит из четырех компонентов, которые включают в себя:

1. Направленность, которая может включать в себя интерес и потребности, либо какой-то один из этих доминирующих компонентов.

2. Способности – данный компонент говорит о направленности, то есть человек имеет определенную способность.

3. Характер – данный компонент очень важен для человека, так как с «хорошим» характером будет проще влиться в общество, чем человеку с «плохим» характером.

4. Самоконтроль – показывает, насколько способен человек контролировать свои мысли, поступки [6, 7].

Профессионально-педагогическая деятельность преподавателей и обучающихся – это взаимосвязанные компоненты процесса профессионального обучения.

В педагогике профессионального образования за последние годы произошли большие изменения, что связано с развитием информационных технологий. Несмотря на то, что сейчас всю необходимую информацию можно найти в сети Интернет, педагог играет важную роль в современном профессиональном образовании, он участвует в становлении личности студента, в развитии его профессиональных качеств [5, 9]. Педагог помогает узнавать всё необходимое о профессии, определяет цели и задачи, которые помогут студенту в дальнейшем развитии в выбранной сфере деятельности. Все вышесказанное зависит от личности и деятельности педагога, от уровня развития его профессиональных качеств [3, 4].

Подготовка педагогов профессионального обучения играет важную роль, она необходима для дальнейшей подготовки специалистов разных сфер деятельности и включает в себя следующие аспекты:

– образовательный, при помощи которого гарантируется качественная подготовка педагога;

– профессиональный, который ориентируется на подготовку в учебно-профессиональной, научно-экспериментальной, образовательно-проектировочной деятельности специалистов;

– культурологический аспект, который гарантирует представление культурных ценностей и общепризнанных норм в профессиональной работе педагога;

– социальный аспект, ориентированный на формирование коммуникативных возможностей специалиста [1, 10].

Требования, предъявляемые к личности педагога, играют важную роль в формировании личности студентов:

– профессиональные способности, к которым относятся коммуникативные, конструктивные, организаторские, исследовательские факторы;

– профессиональная компетентность, которая состоит из нескольких видов компетенций (социально-нормативная, персональная, специальная компетентность, аутокомпетентность, экстремальная компетентность);

– личные и профессиональные качества (ответственность, толерантность, честность, справедливость, общительность, педагогический оптимизм и др.) [2, 11].

Одно из главных взаимоотношений между преподавателем и студентом – это педагогическое общение, имеющее специфическую форму. Оно несет в себе совокупность методов и средств, обеспечивающих реализацию целей и задач воспитания и обучения, которые определяют характер взаимодействия педагога и учащихся [12].

В первую очередь от педагога зависит, будет ли педагогическое общение оптимальным. Это можно проследить на таких факторах, как уровень развития у педагога педагогического мастерства и коммуникативной культуры. Для установления положительных взаимоотношений со студентами преподаватель должен проявлять доброжелательность и уважение к каждому из участников учебного процесса, быть сопричастным к победам и поражениям, успехам и ошибкам обучаемых, сопереживать им.

Само по себе общение между обучающимся и преподавателем выступает в трех аспектах:

- как средство решения каких-либо учебных задач;
- как система социально-психологического обеспечения воспитательного процесса;
- как способ организации взаимных отношений между преподавателем и студентом, в котором сочетаются обучение и воспитание.

Также педагогическое общение включает в себя четыре этапа:

- прогностический этап – моделирование педагогом общения с группой, потоком в процессе подготовки к педагогической деятельности;
- начальный период общения – организация непосредственного общения с аудиторией, группой;
- управление общением в развивающемся педагогическом процессе;
- анализ осуществленной системы общения и моделирование общения в предстоящей деятельности [7].

Выводы и рекомендации. В заключение хотелось бы сказать, что главную роль в педагогической деятельности играет пе-

дагогическое общение. В свою очередь, педагогическое общение может быть обречено на неудачу или же, наоборот, на успех, что зависит от личности педагога. Таким образом, профессионально важные качества педагога оказывают большое влияние на результативность педагогического процесса и успех освоения студентами учебного материала.

Список литературы

1. Ахметжанова, Г. В. Развитие профессионально-личностного компонента мотивационной компетенции в вузе / Г. В. Ахметжанова, О. А. Толчев // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2021. – № 3 (36). – С. 280–284.
2. Гараева, Е. А. Опыт использования индивидуальных творческих заданий в образовательном процессе университета / Е. А. Гараева // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 4. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31946> (дата обращения: 1.12.2022). DOI: 10.17513/spno.31946.
3. Гусев, Е. Н. Роль педагога в становлении личности студента / Е. Н. Гусев // Мир науки, культуры, образования. – 2018. – № 4 (71). – С. 264–267.
4. Емельянов, П. В. Об определении эффективности педагогической деятельности преподавателя высшей школы: аксиологический аспект / П. В. Емельянов, О. Н. Малахова, И. Т. Русских // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 11–1 (74). – С. 151–155. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-11-1-151-15.
5. Жигалова, К. В. Значение личности и деятельности педагога в современной высшей школе / К. В. Жигалова, О. Н. Малахова // Современное образование: содержание, технологии, качество: материалы I Всерос. (Нац.) науч.-практ. конф., Уссурийск, 18–20 мая 2022 г. – Владивосток, 2022. – С. 6–7.
6. Кодзоева, М. М. Формирование профессиональных качеств будущих педагогов в условиях образовательной среды вуза / М. М. Кодзоева // Мир науки, культуры, образования. – 2020. – № 1 (80). – С. 180–182.
7. Колесов, С. Г. Структура и психологическое поле личности / С. Г. Колесов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 11. – С. 335–340.
8. Кондратова, Н. А. Психологическая структура жизненного пространства личности / Н. А. Кондратова // Вестник Новгородского государственного университета. – 2018. – № 48. – С. 70–72.
9. Малахова, О. Н. Аутентичность в мультикультурных структурах образования третичного уровня / О. Н. Малахова // Коммуникативные стратегии информационного общества: труды VI Междунар. науч.-практ. конф. 20–23 ноября 2013. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского политех. ун-та, 2013. – С. 135–136.

10. Манапова, Н. М. Формирование взаимоотношений между преподавателем и студентами в высших учебных заведениях / Н. М. Манапова, М. Д. Есекешова // Достижения и перспективы современной науки: материалы Междунар. (заочной) науч.-практ. конф., 7 февр. 2017 г. – Астана, Казахстан, 2017. – С. 237–245.

11. Никитина, Г. В. Особенности подготовки студентов к профессионально-педагогической деятельности в условиях изменения профессиональной деятельности педагога: влияние социокультурных факторов / Г. В. Никитина // Мир науки, культуры, образования. – 2018. – № 4 (71). – С. 165–166.

12. Танкаян, Н. Г. Взаимоотношения «преподаватель – студент» как фактор повышения активности студентов в учебном процессе / Н. Г. Танкаян, Л. М. Ображей, В. А. Скорых [и др.] // Инновации – в здоровье нации: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург, 09–10 ноября 2016 г. – Санкт-Петербург, 2016 г. – С. 61–64.

УДК 378.013

К. С. Иксанова, А. Ю. Закиров, Н. С. Кравченко
Удмуртский ГАУ

ПЕДАГОГИКА И ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ

Исследуется состояние современных педагогических процессов. Выделены основные тенденции, педагогические проблемы, а также намечены пути их решения.

Актуальность. Одним из приоритетных направлений стратегического развития РФ до 2030 г. является возрождение и совершенствование системы образования и вхождение России в ТОП–10 стран по качеству образования [10]. Глобальные геополитические мировые тенденции диктуют цели развития образования, кроме того они определяют ряд проблем и противоречий, также требующих решения [1, 2, 4–7, 9], так как качество человеческих ресурсов в государстве напрямую зависит от качества образования.

Целью работы является исследование специфики педагогики и педагогического процесса в современном образовании. В соответствии с целью были определены следующие **задачи**:

1. Провести анализ научной литературы по теме исследования.
2. Проанализировать результаты и сделать выводы.

Результаты исследований. Педагогике и педагогическому процессу отводится одна из ключевых ролей в процессе развития российской образовательной системы. Именно педагогика определяет качество образования на всех его уровнях (дошкольное, начальное, среднее, высшее).

Е. А. Матанова отмечает, что «... в современной России социальная педагогика трактуется как социально-гуманитарная наука, которая исследует проблемы взаимосвязи между личностью и обществом, является одним из ключевых направлений развития современной педагогической науки». Педагогическая деятельность в современном образовании переживает значительные изменения. В частности, мы можем стать свидетелями переориентации к парадигме личности, подкрепленной гуманистическими ценностями. Ключевой аспект образования заключается в том, чтобы побудить детей найти ориентиры в жизни, в области самоорганизации, а не приобретать фактические знания в различных предметных областях [8, с. 9].

Важно также привести трактовку понятия педагогического процесса. Педагогический процесс – целостный учебно-воспитательный процесс в единстве и взаимосвязи воспитания и обучения, характеризующийся совместной деятельностью, сотрудничеством и сотворчеством его субъектов, способствующий наиболее полному развитию и самореализации личности [3].

В классической системе педагогика включает в себя три основных элемента: обучение, воспитание, образование. Они формируют собой фундаментальную основу, но при этом имеют тенденцию изменений, определяя функции педагогики в конкретный исторический момент. Наиболее значимые из них сводятся к следующим (табл. 1).

Таблица 1 – **Функции современной педагогики**

Функция	Характеристика
Регулятивная	Направленная на выработку стандартов поведения в обществе
Образовательная	Направленная на формирование системы знаний
Воспитательная	Направленная на формирование целостного мировоззрения, которое базируется на нормах нравственности и морали
Развивающая	Направленная на развитие интеллекта и творческих способностей
Инновационная	Направленная на развитие научных идей, прогрессивного опыта
Реляционная	Направленная на освоение социальных ролей и статусов
Аксиологическая	Направленная на формирование отношения к предметам и явлениям

В общей структуре педагогического процесса каждая из перечисленных выше функций значима, она нацелена на реализацию главной задачи – формирование гармоничной самостоятельной личности. Современная педагогика подразумевает два основных подхода к формированию педагогического процесса:

1. Социальный подход, который подразумевает исследование влияния общественных установок, рамок, моделей на процесс формирования человека и, соответственно, базируется на достижении результата через социум, социализацию.

2. Психологический подход, связанный с пониманием главенствующей роли личностных черт человека, его индивидуальных (врожденных) особенностей [5].

Подчеркнем, что оба подхода определяют современное образование и его методы: поведенческом методе воспитания, который включает в себя развитие индивидуальных особенностей как научных, так и творческих, обучение свободе мысли, создание атмосферы сотрудничества и взаимного интереса к предмету [11, 13].

Модернизация системы образования определяет тенденции и процессы, оказывающие влияние на современную педагогику и педагогический процесс. Важными среди них С. В. Варфоломеева определяет:

- основной задачей становится создание оптимальных условий для развития личности, стимулирование оригинального мышления, стремление к самостоятельному анализу явлений, а центр образования перемещается на личностные и запросы ученика;

- у учебных заведений появился выбор способов и условий организации педагогического процесса;

- антропоцентризм говорит о необходимости выстраивания индивидуального вектора в обучении (в том числе благодаря тьюторам), а функция педагога сводится к консультированию;

- у педагогов появился выбор и возможности самостоятельно решать, как выстроить педагогический процесс;

- наблюдается тенденция к сокращению сроков и объема обучения;

- процесс образования должен учитывать этнокультурный аспект [3].

Несмотря на развитие образовательной системы и государственную поддержку, педагогика в России в последнее время сталкивается с широким кругом проблем. К ним можно отнести:

- проблемы личной и социальной дезадаптации к постоянно меняющимся условиям жизни;
- отсутствие гармонии в отношениях между человеком и обществом;
- межэтническое напряжение и конфликты межнационального характера;
- низкий уровень культуры;
- дегуманизация общественной жизни;
- отсутствие преемственности в разных отраслях промышленности и социальной сферы;
- преодоление молодежного инфантилизма;
- деформированные отношения в семьях и разрыв добрососедских связей;
- социальное неблагополучие детей и семейные проблемы [10, с. 10].

Решение данных проблем является необходимым для дальнейшего развития образовательной системы. Основные направления решений данных проблем:

- сохранение и укрепление единства образовательного пространства России с учетом национально-региональных, экономических и других интересов её народов и регионов;
- реформирование содержания образования;
- подготовка и переподготовка кадров;
- реформа управления образования;
- нормативно-правовое обеспечение функционирования и развития системы образования;
- массовая профессионализация молодёжи, проблемы занятости молодёжи [10].

Исследователи говорят о необходимости перехода к системе «Образование 2.0». Они заявляют, что переход к открытому постинформационному обществу изменит саму модель образования, которая уже сейчас получила название «Образование 2.0». В этой новой парадигме акцент сместится от «авторитарности» между преподавателем и обучающимся к сотрудничеству [12].

Вывод. Таким образом, можно отметить, что сегодня общие стратегические цели развития РФ определяют необходимость коренных изменений в образовании и, как следствие, в педагогике и педагогическом процессе. Данные тенденции формируют основу для формирования отличных от предыдущих принципов, применяемых в педагогической науке. Отличительной чертой всех

изменений, происходящих в современной педагогической науке, можно считать историческую неразрывность этих процессов, их корреляцию и преемственность. Современные тенденции педагогики частично, а иногда и полностью базируются на принципах, которые прошли проверку временем.

Список литературы

1. Дуняшева, А. Д. О своевременности продумывания смыслов понятий педагогики в цифровую эпоху / А. Д. Дуняшева, О. Н. Малахова, И. Т. Русских // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 10–1 (73). – С. 176–179. DOI 10.24412/2500-1000-2022-10-1-176-179.
2. Жигалова, К. В. Значение личности и деятельности педагога в современной высшей школе / К. В. Жигалова, О. Н. Малахова // Современное образование: содержание, технологии, качество: материалы I Всерос. (Нац.) науч.-практ. конф., Усурийск, 18–20 мая 2022. – Владивосток, 2022. – С. 6–7.
3. Варфоломеева, С. В. Особенности современной педагогики // Гуманитарные и социальные науки. – 2021. – № 1.
4. Емельянов, П. В. Об определении эффективности педагогической деятельности преподавателя высшей школы: аксиологический аспект / П. В. Емельянов, О. Н. Малахова, И. Т. Русских // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 11–1 (74). – С. 151–155. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-11-1-151-15.
5. Ильина, Т. А. Педагогика. Учебное пособие / Т. А. Ильина. – Москва: Просвещение, 2018. – 217 с.
6. Кравченко, А. И. Психология и педагогика / А. И. Кравченко. – Москва: ИНФРА–М, 2019. – 400 с.
7. Малахова, О. Н. Опыт теоретического осмысления и практического применения дистанционных технологий в реализации стандартов образования в сельскохозяйственном вузе / О. Н. Малахова, О. А. Осколкова // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., 10 ноября 2021. – Нижневартовск: НГУ, 2021. – С. 379–385. DOI: <https://doi.org/10.36906/KSP-2021/54>.
8. Матанова, Е. А. Педагогика сегодня: проблемы и решения / Е. А. Матанова // Педагогика сегодня: проблемы и решения: материалы V Междунар. науч. конф., июль 2019. – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2019. – С. 9–12.
9. Педагогика и современное образование: традиции, опыт и инновации: сборник статей XVI Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза: МЦНС «Наука и просвещение». – 2021. – 198 с.
10. Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 N 1642 (ред. от 26.09.2022) "Об утверждении государственной программы Российской Федера-

ции "Развитие образования". – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286474/ (дата обращения: 12.12.22).

11. Сборник педагогических ситуаций и задач: сб. задач / М-во науки и высш. образования РФ, ФГБОУ ВО УдГУ, Ин-т педагогики, психологии и соц. технологий, каф. теории и методики технол. и проф. образования. – Ижевск: УдГУ, 2020. – 62 с.

12. Сальникова, Т. П. Педагогические технологии / Т. П. Сальникова. – Москва: Сфера, 2018. – 88 с.

13. Щербинина, Ю. В. Введение в педагогический дискурс. Учебник / Ю. В. Щербинина. – Москва: Форум, Инфра-М, 2017. – 163 с.

УДК 378.147.091.33-028.22

Т. Г. Королева

Удмуртский ГАУ

ИНКЛЮЗИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ КУРСОВ

Представлена практика применения электронных курсов в обучении студентов с ОВЗ по слуху, получающих образование в вузе, разработаны рекомендации по улучшению качества процесса обучения слабослышащих студентов.

Актуальность. Важное значение имеет введение системы мер по адаптации инвалидов с ОВЗ по слуху. Для того чтобы организовать всестороннее развитие таких учащихся, подготовить их к трудовой деятельности, необходимо дать им возможность продолжить свое образование после окончания школы [1, 2].

На начальном этапе обучения студентов с ОВЗ по слуху необходимо учитывать возможности и школьную подготовку обучаемых. Лекционные и практические занятия следует проводить в сопровождении сурдопереводчика. Это поможет в понимании материала, представляемого преподавателем на занятиях.

Лекции для студентов с ОВЗ по слуху проводятся в специально оборудованной аудитории с проектором, что позволяет выводить учебный материал на экран и максимально визуализировать его подачу [3]. Для этого удобно использовать электронные курсы, которые разрабатываются с учетом специфики обучения студентов с ОВЗ по слуху.

Материалы и методика. Приступая к разработке электронного курса, целесообразно начать с создания организационного блока. Ниже приводится пример такого блока.

Предлагается следующая структура учебного курса:

- Теоретическая часть (лекции в виде файла или элемента «Лекция»).
- Практическая часть (практические занятия в виде файла).
- Самостоятельная работа студентов.
- Контрольные задания для проверки усвоенных знаний.
- Гиперссылки на литературу.

Математика 2 для слабослышащих преп.

Королева Т.Г.



Курс сертифицирован

Математика 2 семестр Описание курса

Курс «Математика 2 для слабослышащих» нацелен на формирование представлений о курсе математики соответствующих второму семестру обучения в техническом вузе; отработку умений и приобретение навыков решения математических задач.

Курс соответствует учебному плану 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (очное, 2019)

Количество часов: 180 ч. (в том числе лекции – 48, практические занятия – 32, самостоятельная работа – 100), форма контроля: экзамен.

Автор ЭУК: Королева Татьяна Георгиевна, доцент кафедры «Высшая математика», кандидат педагогических наук

Курс состоит из следующих разделов:

- Дифференциальное исчисление функций одной переменной.
- Исследование функций и построение графиков.
- Неопределенные интегралы.
- Определенные и несобственные интегралы.
- Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.
- Кратные и криволинейные интегралы

 [Метаданные](#)

 [Вводная презентация курса](#)

 [Типовая рабочая программа ОФО](#)

 [Фонд оценочных средств](#)

 [Информационное обеспечение](#)

 [Расписание консультаций](#)

Рисунок 1 – Описание курса


Ниже в качестве примера приводится один из обучающих блоков курса.

Дифференциальное исчисление функций одной переменной


Недели 1 - 3


Количество часов: 22 ч. (в том числе лекции – 8, практические занятия – 6, самостоятельная работа – 8)


Теория

 Список литературы, использованной при создании лекций


 Презентация к лекциям по теме "Производная и дифференциал"


 Лекция №1. Понятие производной функции, ее механический и геометрический смысл. Правила дифференцирования. Таблица производных основных элементарных функций

 Лекция №2. Дифференциал функции. Производные и дифференциалы высших порядков

 Лекция №3. Основные теоремы дифференциального исчисления. Правило Лопиталю. Формула Тейлора и ее применение

Практика

 Практическое занятие №1. Производная и дифференциал функции

 Практическое задание по теме "Производная и дифференциал"

Выполнить задания и прислать ответ в виде файла в формате .pdf

Рисунок 2 – Обучающий блок курса

Результаты исследований. Для усвоения и запоминания теоретического материала предлагается использовать словарь математических понятий в виде глоссария. Например:

А

Алгебраическое дополнение

Алгебраическим дополнением элемента называется произведение минора этого элемента на $(-1)^{i+j}$

Б

Базисный минор

Базисным минором называется любой из отличных от нуля миноров матрицы, порядок которого равен рангу матрицы.

В

Вырожденная матрица

Матрица, определитель которой равен нулю, называется вырожденной; соответственно, матрица, определитель которой не равен нулю, называется невырожденной.

Выводы и рекомендации. Закреплять пройденный материал после каждого занятия предлагается с помощью вопросов и тестовых заданий, которые также представлены в электронном курсе по всем темам.

При изучении нового материала целесообразно акцентировать внимание на рассмотрении задач, приводящих к появлению данного понятия. Например, тему «Определенный интеграл» начинать с рассмотрения задачи о нахождении площади криволинейной трапеции.

Важной составляющей структуры электронного курса является самостоятельная работа студентов. Для правильной организации самостоятельной работы необходимо научить студентов работать с источниками и добывать нужную информацию с помощью интернет-ресурсов.

Список литературы

1. Малахова, О. Н. Цифровая педагогика в высшей школе как современный педагогический дискурс и профессиональный вызов // Актуальные вопросы энергетики АПК: материалы Нац. науч.-практ. конф., 03–04 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 91–92.
2. Королева, Т. Г. Использование электронных курсов в обучении слабослышащих студентов / Т. Г. Королева // Профессиональная ориентация инвалидов и лиц с ОВЗ в системе многоуровневого образования: организационные и методические аспекты: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 18 ноября 2016 г. – ФГБОУ ИВО «Московский государственный гуманитарно-экономический университет». – 2016. – С. 167–168.
3. Королева, Т. Г. Специфика преподавания математики слабослышащим студентам / Т. Г. Королева // Инновации в образовании: научно-методическая конф. – 2016. – С. 257–258.

Е. С. Лекомцева, И. А. Дерюшев

Удмуртский ГАУ

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВОЕННЫХ ВУЗОВ

Исследуется вопрос педагогической эффективности преподавателей военных вузов, анализируется релевантная теме научная литература. Делается вывод о том, что преподаватель военного вуза должен обладать многими способностями и иметь навыки преподавания в профильном вузе, а также уметь воспитать в курсанте профессионала своего дела.

Актуальность. В соответствии с современными научными представлениями, педагогическими и организационными инновациями в высшей школе [1, 3, 6] качество профессионально-педагогической деятельности преподавателя любого вуза, в том числе военного, можно трактовать как характеристику её продуктивности, результативности, эффективности, степени соответствия содержания и процесса, результатов нормативным требованиям государства и общества, полноты и степени достижения образовательно-воспитательных целей. В педагогической деятельности преподавателя военного вуза особое место принадлежит личности самого преподавателя и в первую очередь присущие ему жизненные ценности, интересы и потребности, которые определяют мотивы и цели его военно-профессиональной деятельности. Это справедливо в отношении преподавателя любого высшего учебного заведения: его личностные характеристики и их проявление в педагогической коммуникации напрямую оказывают влияние на становление студента. Так, исследователи К. В. Жигалова, О. Н. Малахова справедливо считают, что «...участливость преподавателей в воспитательном процессе является одним из залогов развития, образования и воспитания молодого поколения...» [9, с. 6].

Целью работы является исследование педагогической эффективности преподавателей военных вузов. В соответствии с целью были определены следующие **задачи**:

1. Провести анализ научной литературы по теме исследования.
2. Проанализировать результаты и сделать выводы.

Результаты исследований. Присущий современному обществу динамизм в значительной мере изменил военно-педагогические функции преподавателя военного вуза, который из обычного «педагога-предметника» всё более становится организатором процессов, в том числе и процесса формирования воинского коллектива обучающихся в вузе курсантов.

Основное содержание деятельности педагога военного вуза включает выполнение сразу нескольких функций. Остановимся на них подробнее.

Обучающая функция является одной из ведущих в деятельности педагога военного вуза. Её назначение состоит в формировании у будущих офицеров войск Российской Федерации системы военно-профессиональных знаний, умений и навыков.

Смысл воспитывающей функции заключается в военно-профессиональном и культурном воспитании будущих офицеров, т.е. совершенствовать социально-политическое, нравственное, правовое, эстетическое и физическое воспитание.

Организаторская функция реализуется в ходе профессионально-образовательного процесса и воспитательной работы с курсантами. Она реализуется в период проведения различных занятий, организации познавательной деятельности курсантов, управлении коллективом курсантов в свободное от учёбы время, организации режима их будущей профессиональной деятельности и отдыха.

Развивающая функция состоит в основном в психологическом развитии личности будущих офицеров, командиров, их сенсорной, интеллектуальной и эмоционально-волевой сферы.

Все представленные функции в период подготовки проявляются в единстве. При этом некоторые из них могут доминировать по сравнению с другими. В работе [8] поднимается тема определения качества педагогической деятельности преподавателя современной российской высшей школы посредством балльно-рейтингового подхода. Выявляются практикуемые критерии оценки, характеризуются их особенности. Делается вывод, что педагогическая деятельность преподавателя является востребованным и социально значимым компонентом его многогранной профессиональной активности. Однако в реальности наблюдается обесценивание её воспитательной составляющей, что подтверждается интенсификацией применения «производственных» подходов к оценке результативности педагогического труда. В связи с этим

актуализируется ценность продумывания, разработки и внедрения «человекомерного» подхода, сквозных технологий, квалиметрии человека и профессиональной деятельности; они предполагают методы и критерии оценивания уровня сформированности педагогических компетенций – профессионального «трэка» для полноценного и социально ценного образования личности будущего профессионала. Стоит отметить, что, несмотря на то, что сегодня в педагогической науке наблюдается тенденция к нарративности, метафоричности и дискурсивности педагогических понятий, а также существуют противоречия между их фактическим употреблением и институционализацией [7], понятия «педагогическая эффективность», «педагогическая деятельность» связываются с процессом развития и саморазвития студента, его личности, аутентичности в образовательном процессе [2, 4, 5, 11, 12].

Для эффективного функционирования педагогу военного вуза необходимо осознавать структуру педагогической деятельности, ее основные компоненты, педагогические действия и важные военно-профессиональные знания, умения и психологические качества курсантов. Вступая во взаимодействие с курсантами, преподаватель почти всегда стремится к установлению взаимопонимания с ними. Тем самым он создает наиболее благоприятные социально-психологические условия для педагогического взаимодействия с обучающимися.

Для формирования воинского коллектива современный преподаватель, в том числе преподаватель военного вуза, должен обладать и педагогическими способностями, специальными компетенциями [14–16]. Рассмотрим их.

Дидактические способности. К ним можно отнести такие способности, которые позволяют преподавателю уметь адаптировать учебный материал к группе обучающихся курсантов. В доходчивом виде преподносить знания по военным наукам, вызывать интерес к предмету, побуждать курсантов к познавательной активности, а также способность организовывать самостоятельную работу будущих офицеров Российской Федерации и формировать у них потребность к самостоятельному получению соответствующих знаний по военным наукам.

Академические способности – это способности в соответствующей области военных наук; знание преподаваемого предмета не только в объеме учебного курса, а значительно шире и глубже; потребность и способность к проведению собственной иссле-

довательской работы в соответствующей преподаваемой дисциплине.

Перцептивные способности обеспечивают эффективное протекание психологической наблюдательности, умение замечать изменения во внутреннем состоянии курсантов.

Речевые способности позволяют ясно и четко выражать свои мысли, чувства с помощью речи, а также мимики, пантомимики и жестов. Данные способности могут проявляться не только во время сообщения преподавателем военного вуза нового материала, но и в процессе его реакции на ответы курсантов.

Авторитарные способности оказывать непосредственное эмоционально-волевое влияние на будущих офицеров и умение на этой основе добиваться у них авторитета. Данная способность зависит от целого комплекса личностных качеств преподавателя: решительности, выдержки, настойчивости, требовательности; чувства собственной ответственности за обучение и воспитание; убежденности в своей правоте и умения передавать убежденность будущим офицерам.

Коммуникативные способности позволяют выстраивать общение с собеседником, умение найти подход к курсантам, установить с ними целесообразные с педагогической точки зрения взаимоотношения при наличии педагогического такта.

В обозначенной нами проблеме важной является организаторская способность, так как она отвечает за способность педагога военного вуза организовать воинский коллектив обучающихся, сплотить его, воодушевить на решение и выполнение важных воинских задач, стоящих перед военнослужащими РФ.

В практической деятельности педагог должен обеспечивать гармоничное соотношение протекания процессов индивидуализации и военной адаптации курсанта во взаимодействии с группой курсантов в период их военно-профессионального образования, он должен поддерживать, стимулировать и корректировать все виды отношений в отделении, взводе, роте, батальоне и т.д. Под руководством педагога военного вуза коллектив становится развивающей социокультурной средой жизнедеятельности, обеспечивающей вхождение в мир отношений, сотрудничества [10].

Немаловажную роль в процессе формирования воинского коллектива обучающихся курсантов играют создаваемые педагогом психологически комфортные условия, создание которых тре-

бует от педагогов военного вуза и воинских наставников выполнения следующих требований [13]:

- деятельность педагогов военного вуза и воинских наставников должна носить открытый характер, планы должны строиться в определённых случаях сообща, ошибки анализироваться сообща;
- осуществлять обратную связь: после каждого проведённого совместного мероприятия преподаватель военного вуза организует беседу для анализа проведённой работы;
- организовывать сотрудничество в творчестве, то есть оперативно вызывать творческое самочувствие у самого себя и у курсантов как участников деятельности;
- проводить адекватную оценку деятельности курсантов – предоставлять свободу выбора для осознания курсантами логики построения отдельных вопросов учебной программы, ориентировать их на непосредственное участие в определении ближайших и перспективных учебных задач;
- воплощать целевую направленность на конкретный результат дела;
- предлагать привлекательную деятельность для курсантов.

Выводы и рекомендации. Из всего вышесказанного следует, что преподаватель военного вуза должен обладать многими способностями и иметь навыки преподавания в профильном вузе, а также уметь воспитать в курсанте профессионала своего дела.

Список литературы

1. Авакян, И. Б. Оценка готовности преподавателя высшей школы к применению инновационных технологий // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. – 2018. – № 1. – С. 63–78.
2. Баранов, А. А. Контрольно–оценочная деятельность: разные стороны одного процесса / А. А. Баранов, О. А. Жученко // Вестник ИжГТУ. – 2008. – № 4 (40). – С. 220–222.
3. Гавриленко, Л. С. Инновационная педагогика: учеб. пособие / Л. С. Гавриленко, В. И. Кутугина, Ю. Л. Лукин. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019. – 137 с.
4. Галиахметова, Н. П. Оценка удовлетворенности студентов различными аспектами процесса обучения в вузе: материалы пула науч.-практ. конф., 24–28 января 2022. – Керчь: ФГБОУ ВО КГМТУ, 2022. – С. 393–397.
5. Горб, В. Г. Профессиональная эффективность и качество деятельности преподавателя высшей школы / В. Г. Горб // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 6. – С. 53–68.

6. Дегтярева, Е. А. Опыт проектного управления инновационной образовательной деятельностью преподавателей вуза / Е. А. Дегтярева // Перспективы науки. – 2020. – № 8 (131). – С. 133–136.
7. Дуняшева, А. Д. О своевременности продумывания смыслов понятий педагогики в цифровую эпоху / А. Д. Дуняшева, О. Н. Малахова, И. Т. Русских // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 10–1 (73). – С. 176–179. DOI 10.24412/2500-1000-2022-10-1-176-179.
8. Емельянов, П. В. Об определении эффективности педагогической деятельности преподавателя высшей школы: аксиологический аспект / П. В. Емельянов, О. Н. Малахова, И. Т. Русских // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 11 (74). – С. 151–155.
9. Жигалова, К. В. Значение личности и деятельности педагога в современной высшей школе / К. В. Жигалова, О. Н. Малахова // Современное образование: содержание, технологии, качество: материалы I Всерос. (Нац.) науч.-практ. конф., Усурийск, 18–20 мая 2022. – Владивосток, 2022. – С. 6–7.
10. Зайцев, А. В. Научно-педагогический потенциал вуза как условие развития педагогической культуры военного преподавателя / А. В. Зайцев, В. А. Зайцева // Территория науки. – 2019. – № 2. – С. 15–18.
11. Малахова, О. Н. Аутентичность в мультикультурных структурах образования третичного уровня / О. Н. Малахова // Коммуникативные стратегии информационного общества: труды VI Междунар. науч.-практ. конф. 20–23 ноября 2013. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского политех. ун-та, 2013. – С. 135–136.
12. Малахова, О. Н. Саморазвитие студента в структурах дистанционных образовательных технологий: к вопросу об успешности / О. Н. Малахова // Образовательная среда сегодня и завтра: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., 30–31 октября 2014. – Москва: НОУ ВО МТИ, 2014. – С. 135–136.
13. Саяпин, В. Н. Роль педагога в формировании воинского коллектива обучающихся в военном вузе / В. Н. Саяпин, А. К. Бориев // Психолого-педагогический журнал гаудеамус. – 2018. – № 2. – С. 140–145.
14. Трунов, Н. Н. Критерии качества профессионально-педагогической деятельности преподавателей военных вузов и факторы их достижения / Н. Н. Трунов, С. А. Хазова // Педагогика и психология. – 2022. – Вып. 1 (293). – С. 114–122.
15. Фасоля, А. А. Основные психолого-педагогические методы повышения эффективности развития коммуникативной креативности у преподавателей военных вузов / А. А. Фасоля, Е. В. Лаптева // Военная мысль. – 2019. – № 12. – С. 133–143.
16. Чибышев, М. А. Коммуникативная компетентность как качество обученности участников образования: проблемно-аналитический взгляд / М. А. Чибышев, О. Н. Малахова // Молодежная наука: тенденции развития. – 2022. – № 1. – С. 17–24.

О. В. Марова, И. Т. Русских

Удмуртский ГАУ

ОЦЕНКА ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО КЛИМАТА В СТУДЕНЧЕСКОМ КОЛЛЕКТИВЕ

Изучается степень благоприятности социально-психологического климата в студенческом коллективе. Приводятся результаты исследования психологического климата в двух студенческих коллективах аграрного университета. Выявлены уровни благоприятности в студенческих группах.

Актуальность. Актуальность темы нашей работы определяется тем, что в настоящее время социально-психологический климат в коллективе имеет большое значение, и необходимость изучения данного вопроса обусловлена прежде всего взаимосвязью атмосферы в группе с успеваемостью и мотивацией студентов к обучению. «Исследование социально-психологического климата как важнейшей компоненты формирования общности и целостности группы – проблема чрезвычайно актуальная, из-за возрастающих требований к уровню психологической устойчивости, с одной стороны, и индивидуальных особенностей человека – с другой, и для достижения устойчивых результатов учебной деятельности возможно большего числа членов студенческой группы» [4].

Целью работы стало изучение психологического климата в студенческих группах лесохозяйственного факультета.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ научной литературы по теме исследования.
2. Провести анкетирование среди студентов.
3. Проанализировать результаты и сделать выводы.

Материалы и методика. Исследование проведено на основе анализа научной психологической и педагогической литературы. Использовались такие методы работы с данными, как сбор, описание, сравнение, обобщение и систематизация. Для оценки уровня благоприятности психологического климата в исследовании была использована методика А. Н. Лутошина [7]. В исследовании принимали участие студенты 2-го курса лесохозяйственного факультета Удмуртского ГАУ.

Результаты исследования. «Социально-психологический климат – общий эмоционально-психический настрой коллектива, который характеризует взаимоотношения его членов в процессе общения и общей деятельности...», пишет У. Ф. Базаева [2]. К факторам, которые влияют на формирование социально-психологического климата, относятся личностные качества, уровень взаимодействия между членами группы, психологическая совместимость, особенности деятельности и т.д.

По мнению М. Г. Банайтис: «Межличностные отношения являются важной составляющей социально-психологического климата, они позитивно или негативно влияют на развитие личности и совместную деятельность участников коллектива...» [1]. Признаками благоприятной обстановки в коллективе являются доброжелательность в отношениях, отзывчивость, доверие, уважение к мнению других, справедливое отношение к каждому и многое другое. Неблагоприятную обстановку характеризуют подавленное настроение в группе, нетерпимость к другому мнению, конфликтность и антипатии, эгоистичность и враждебность.

В своей статье Н. Г. Банайтис отмечает, что в «... социально-психологическом климате заключается качественная составляющая межличностных отношений, которая проявляется как совокупность психологических условий, которые помогают или, наоборот, препятствуют осуществлению эффективной совместной трудовой деятельности и прогрессу личности в данном коллективе» [1]. В качестве основных показателей социально-психологического климата в коллективе Н. Г. Банайтис выделяет следующие: «...стремление к сохранению групповой целостности, совместимости, сплочённости, сработанности, открытости контактов, ответственности...». Автором предложены рекомендации по совершенствованию социальных отношений в трудовом коллективе – это «...более глубокое исследование факторов, влияющих на социально-психологический климат в коллективе с расширением группы методов и методик; работа, направленная на повышение уровня сплочённости данного коллектива (тренинг сплочённости, тренинг командообразования, тимбилдинг, тренинг формирования команды). Групповой сплочённости посвящена работа [11], где автор приводит результаты исследования по формированию психологического климата в трудовом коллективе. Н. Г. Гайфуллина отмечает: «...было выявлено, что при высокой сплочённости успешность членов группы повышается, при более низкой сплочённости влияние незначительно» [5].

Т. Ю. Петрова в своей работе отмечает, что: «...важнейшим условием развития коллектива, его устойчивости, жизнеспособности является создание условий для активной деятельности каждого участника педагогического процесса» [10]. А. А. Шкерина связывает психологический климат в группе с проблемой адаптации студентов. Автор статьи [15] указывает, что: «...оценка себя и своего положения в обществе порождает чувство удовлетворённости, или, наоборот, недовольства собой или окружающими. Подобные переживания отражаются на психологическом состоянии человека, его мыслях и чувствах. А так как человек является частью общего и целого, то можно говорить о том, что психологическое состояние каждого человека создает психологический фон коллектива...». Проблеме адаптации студентов в вузе посвящена работа [13]. Автор работы отмечает, что формирование благоприятного социально-психологического климата коллектива позволяет создать условия для развития его психологических резервов, способствующих более быстрой адаптации к новым условиям в вузе. В работах [3, 12] авторы рассматривают психологический климат в коллективе как связующее звено с мотивацией обучения.

Э. В. Будаева в работе [3] отмечает: «...при благоприятном социально-психологическом климате у студентов появится желание идти на занятия, они будут чувствовать, что могут влиять на то, что там делается, что их принимают и уважают преподаватели и товарищи по группе».

По мнению Т. А. Мусхаджиева [8]: «...успешность жизнедеятельности климата напрямую связана с мотивацией к учебной деятельности. Мотивация оказывает существенное влияние не только на группу, но и представляет собой условие эффективной организации коллектива в плане регулирования социально-психологических процессов, явлений и взаимодействий. Особенности взаимодействия между людьми имеют прямое воздействие на характер социально-психологического климата». Отношения, возникающие внутри учебной группы, находятся непосредственно в связи с коллективом и уровнем социально-психологического развития», – пишет Ф. У. Базаева [2]. Автор подчёркивает: «...Мотивация представляет собой главную движущую силу в функционировании, образе действий и деятельности человека, в самом процессе формирования будущего специалиста и профессионала». Ф. У. Базаева подчёркивает, что: «...влияние связи социально-психологического климата на учебную мотивацию – главное звено

цепи для формирования эффективного процесса обучения, развития студенческого сообщества, становление активного сотрудничества и взаимодействия между каждым обучающимся».

А. О. Улейко [14] в своей работе выделяет методы формирования благоприятного климата в коллективе: «...наиболее эффективными для формирования, поддержания и улучшения благоприятного психологического климата являются организация совместной деятельности учащихся; поощрение активности, инициативности и креативности учащихся; формирование традиций; проведение внеучебных мероприятий на сплочение коллектива (походы в музеи, на природу, чаепития); организация различных дел, основанных на общих интересах группы».

Для того, чтобы определить уровень психологического климата в студенческих коллективах, нами был проведён опрос среди студентов групп лесохозяйственного факультета. Опрос проводился посредством анкетирования на основе методики оценки психологического климата коллектива (А. Н. Лутошина) [7]. Результаты проведённого опроса представлены на рисунке 1. Анализируя полученные результаты, видим, что высокий уровень благоприятности социально-психологического климата выявлен в группе 722. В данной группе преобладает бодрый, жизнерадостный тон, доброжелательность в отношениях. Средняя степень благоприятности выявлена в группе 721. Для более детального анализа была проведена оценка индивидуальной степени благоприятности в коллективах. Результаты представлены на рисунках 2 и 3.

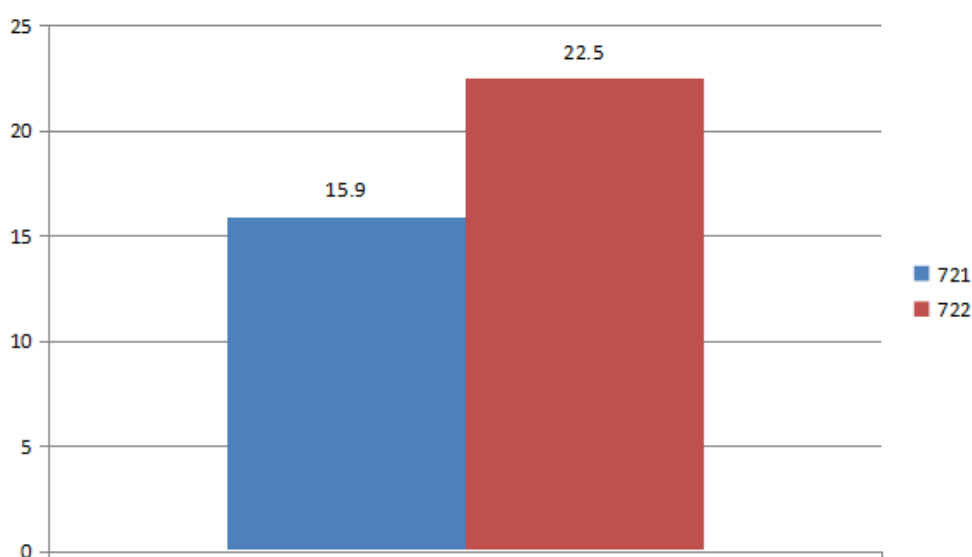


Рисунок 1 – Сравнительная оценка степени благоприятности социально-психологического климата

По результатам, представленным на рисунке 2, в индивидуальном профиле группы 721 выявлено свойство, способствующее разобщению коллектива (средний показатель – 20). Участники опроса из данной группы отмечают безразличие к более тесному общению, выраженное отрицательное отношение к совместной деятельности, нет эмоционального объединения «один за всех...», чего не отмечается в группе 722 (рис. 3).

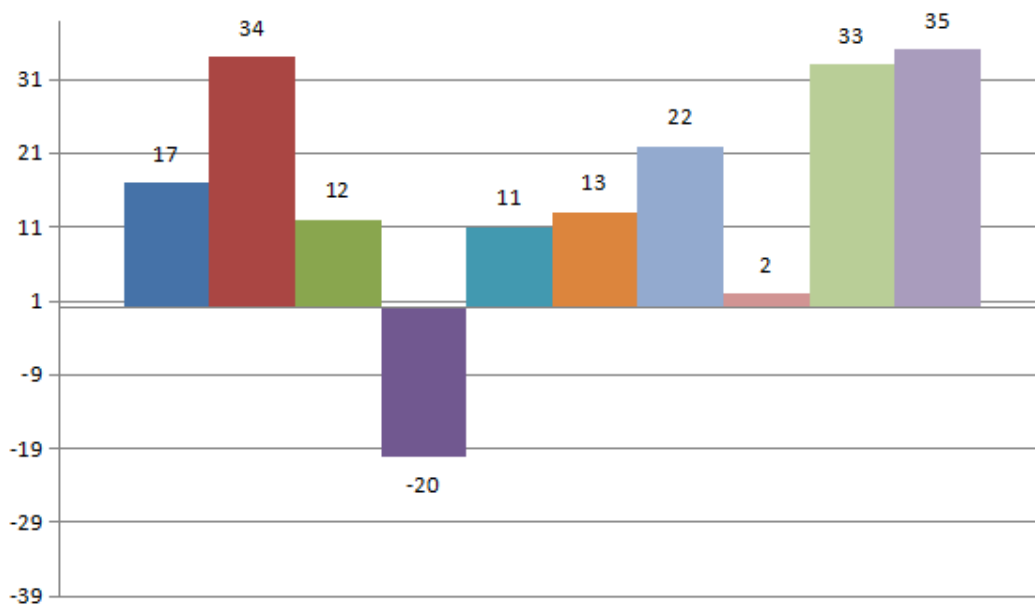


Рисунок 2 – Оценка степени благоприятности социально-психологического климата в 721 группе

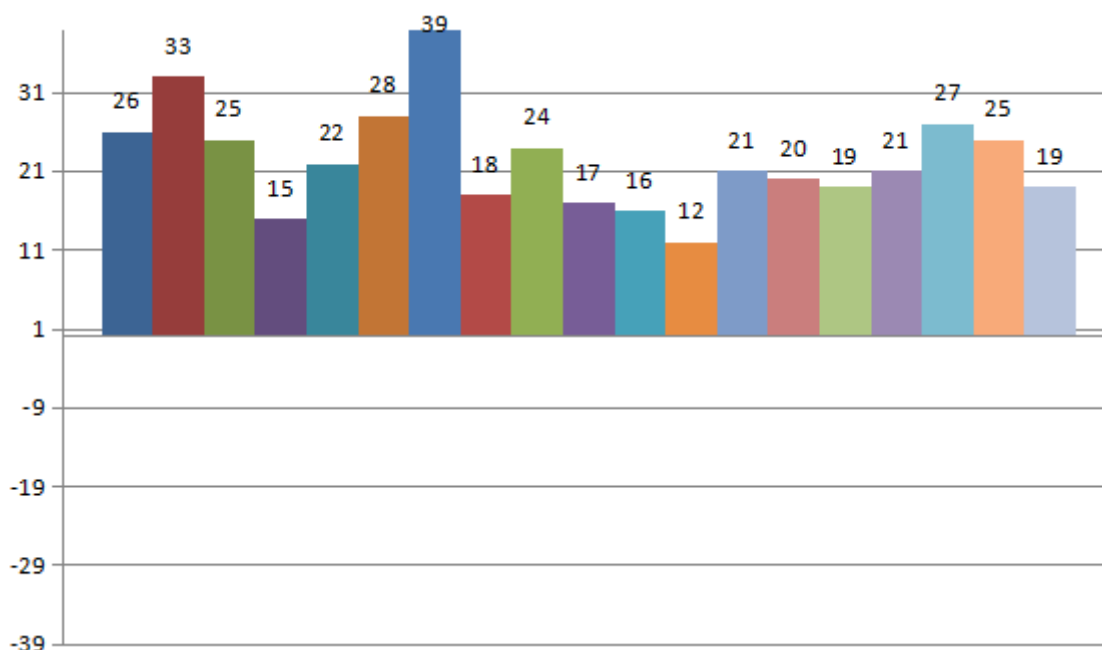


Рисунок 3 – Оценка степени благоприятности социально-психологического климата в 722 группе

Выводы и рекомендации. По результатам проведённого исследования можно сделать вывод: чтобы сформировать у студентов стойкую положительную мотивацию к обучению, необходимо создать благоприятный психологический климат в студенческом коллективе. Перспективы дальнейшего исследования проблемы мы видим в подборе методов формирования благоприятного климата в группах.

Список литературы

1. Банайтис, Н. Г. Исследование социально-психологического климата трудового коллектива / Н. Г. Банайтис // Таврический научный обозреватель, 2015. – № 4. – С. 14–18.
2. Базаева, Ф. У. Связь социально-психологического климата с учебной деятельностью (мотивационный аспект) / Ф. У. Базаева // Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие»: материалы научных конференций ГНИИ «Нацразвитие», Санкт-Петербург, 10–13 марта 2021 г. – СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2021. – С. 97–101. – DOI 10.37539/MAR314.2021.42.74.004.
3. Будаева, Э. В. Влияние социально-психологического климата в студенческом коллективе на качество учебного процесса / Э. В. Будаева // Вестник научных конференций. – 2018. – № 6–2 (34). – С. 33–34.
4. Бочаров, С. С. Социально-психологический климат как основа безопасности коллектива на примере студенческой группы / С. С. Бочаров, А. Р. Шерудило // Университетская наука. – 2020. – № 2 (10). – С. 190–194.
5. Гайфуллина, Н. Г. Влияние психологического климата в учебном коллективе на успешность обучения старшеклассников / Н. Г. Гайфуллина // Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – № 59–3. – С. 438–442.
6. Емельянов, П. В. Об определении эффективности педагогической деятельности преподавателя высшей школы: аксиологический аспект / П. В. Емельянов, О. Н. Малахова, И. Т. Русских // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 10. – С. 151–154.
7. Методика оценки психологического климата коллектива по А. Н. Лутошкину. – URL: <https://nsportal.ru/detskiy-sad/raznoe/2020/10/08/metodika-otsenki-urovnya-psihologicheskogo-klimata-kollektiva-a-n> (дата обращения 20.11.2022).
8. Мусхаджиева, Т. А. Сущность и содержание связи социально-психологического климата с мотивацией к учебной деятельности у студентов / Т. А. Мусхаджиева, Г. М. Махаева, П. Ш. Гитинова // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – № 74–3. – С. 213–216.
9. Новиков, М. Г. Методы регулирования социально-психологического климата студенческих коллективов на этапе вхождения в профессию / М. Г. Новиков // Известия Российской академии образования. – 2010. – № 4 (16). – С. 111–117.

10. Петрова, Т. Ю. Особенности влияния социально-психологического климата в педагогическом коллективе на организацию образовательного процесса / Т. Ю. Петрова // Научный аспект. – 2012. – № 4–1. – С. 61–64.

11. Русских, И. Т. Экспериментальное исследование групповой сплочённости коллектива / И. Т. Русских, М. Ю. Русских // Современные достижения селекции растений – производству: материалы Нац. науч.-практ. конф., Ижевск, 15 июля 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 251–256.

12. Русских, И. Т. Исследование мотивации учебной деятельности среди студентов первого курса аграрного вуза / И. Т. Русских, В. Д. Кузьминых // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т., Ижевск, 15–18 февр. 2022 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 288–293.

13. Русских, И. Т. Исследование адаптации студентов первого курса заочной формы обучения к учебному процессу / И. Т. Русских // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 497–502.

14. Улейко, А. О. Значение психологического климата в деятельности студенческого коллектива / А. О. Улейко // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1. – С. 442–445.

15. Шкердина, А. А. Факторы, определяющие социально-психологический климат трудового коллектива (обзор литературы) / А. А. Шкердина // Научные труды Московского гуманитарного университета. – 2018. – № 4. – С. 11. – DOI 10.17805/trudy.2018.4.11.

УДК 51:378.147

Э. Ф. Мурзина

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ ИНОСТРАННЫМ СТУДЕНТАМ В АГРАРНОМ ВУЗЕ

Рассматриваются некоторые аспекты преподавания математики иностранным студентам, обучающимся в аграрном вузе, на примере ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ.

Актуальность. Изучение математики иностранными студентами сопровождается некоторыми сложностями: во-первых, это лингвистический барьер, во-вторых, слабая школьная подготовка по дисциплине. Мы предлагаем на основе опыта преподавания и организации учебного процесса устранение этих трудностей с помощью организации дополнительного обучения в электронной образовательной среде.

Целью и задачей данной работы является выявление новых методических подходов к преподаванию математики иностранным студентам с одновременным устранением пробелов школьного курса дисциплины.

Материалы и методика. Обучение математике в электронной среде имеет вариативную форму с принципом персонализации. Практика одновременного изучения вузовского материала и ликвидация пробелов знаний школьной математики применяется к иностранным студентам направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ.

В последние несколько лет наблюдается увеличение количества иностранных студентов в российских вузах. Наш университет не является исключением и имеет в своем контингенте граждан из разных стран, преимущественно из стран СНГ, обучение которых ведется совместно с российскими студентами на русском языке. При этом наблюдаются две проблемы. Во-первых, это языковой барьер: иностранные студенты либо не владеют языком, либо плохо владеют, что приводит к отставанию в изучении всех дисциплин. Темп, в котором читаются лекции и разъясняются материал, не приемлем для их понимания. Конечно, этой проблемой заняты филологи, курсы по русскому языку ведутся круглогодично. Во-вторых, это уровень математической подготовки в школе: недостаток знаний или полное их отсутствие по некоторым разделам. Так, в начале каждого учебного года нами проводится входной контроль остаточных знаний для определения уровня математической подготовки студентов первого курса направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ. Тестирование проводится на основе профильного уровня ЕГЭ по математике, и студентам предлагается 19 заданий по основным разделам.

По итогам тестирования иностранные студенты показывают результаты хуже, чем российские. По итогам входного контроля 2022 г., если 70 % российских студентов справляются более чем с 50 % предложенных задач, то среди иностранных студентов эта

цифра составляет 20 % (всего на первом курсе обучаются 5 иностранных студентов и только один справился). При этом обнаружено, что иностранные студенты могут справиться лишь с теми разделами, которые изучаются в средних классах. В то же время, задачи по планиметрии, стереометрии, логарифмические неравенства, начало теории вероятностей, задачи с параметром и другие текстовые задачи ими не решены. Это говорит о том, что этим студентам сложно будет осваивать материалы вузовского курса математических дисциплин, таких, как Математика, Математическая обработка экспериментальных данных, Математическое моделирование, но и дисциплин, основывающихся на математических знаниях (Теоретическая механика, Сопротивление материалов, Теплотехника, Надежность машин и др.). Как показывает практика, это действительно так. В целях повышения успеваемости, понимания и овладения новым материалом одновременно с очным обучением мы приняли решение использовать Электронную образовательную среду (ЭИОС), где организована дистанционная контактная работа со студентами [1, 334]. ЭИОС включает в себя множество функций, особенно удобных для освоения материала: выложена рабочая программа дисциплины, список методических указаний со ссылками в электронную библиотеку университета, список основной и дополнительной литературы, ссылки на открытые информационные ресурсы (рис. 1).

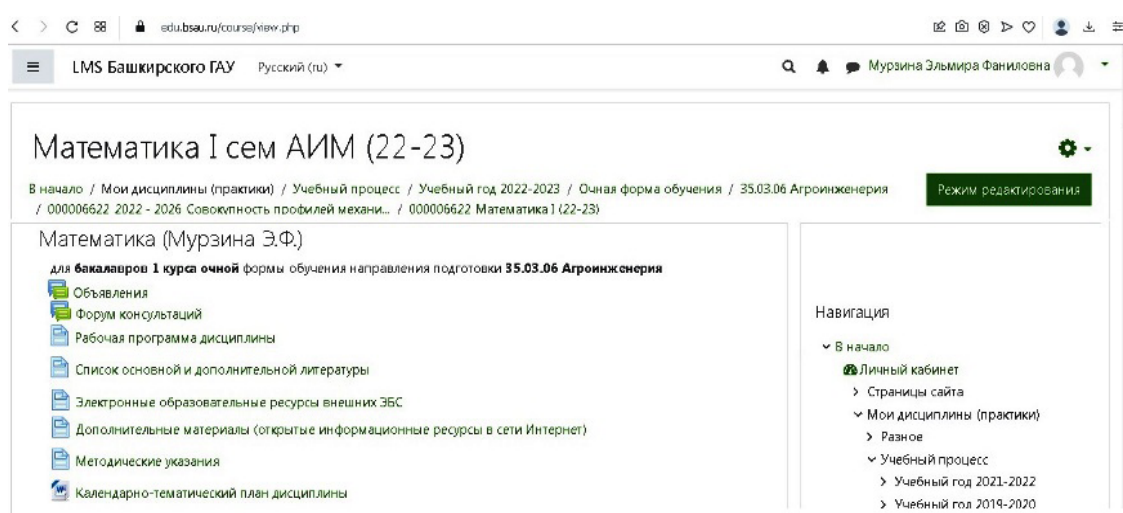


Рисунок 1 – Фрагмент электронного курса дисциплины «Математика»

Организация учебного процесса в ЭИОС осуществляется следующим образом. Курс дисциплины «Математика» распределен по обучаемым неделям, которые содержат теоретический ма-

териал по дисциплине, примеры решения задач, задания для самостоятельной работы и др. с последующей проверкой преподавателя. Обучение математике в электронной среде имеет вариативную форму, сущность которой заключается в том, что учебный теоретический материал предоставляется в различных формах: в виде конспекта (обычный текст лекции с выводами формул, доказательством теорем и т.д.), в виде презентации (тезисная форма изложения с основными формулами, примерами, выводами) и видеоформате (рис. 2). Практическая же часть тоже размещается в виде изложения материала с подробным разбором задач по темам лекций, а также видеоматериалы с детальным решением примеров.

5 сентября - 11 сентября

2 неделя








	Лекция 1. Матрицы и действия над ними. Определители и их свойства.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Видеолекция. Матрицы и действия над ними. Определители и их свойства.	
	Доп. материал. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Решение задач. Матрицы, определители. (видео)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Решение задач. Решение СЛАУ методом Гаусса и Крамера. (видео)	
	Домашняя работа №1	
	Доп. материал "Арифметические действия над числами. Действия с дробями. Степени и корни.	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 2 – Фрагмент недели электронного курса дисциплины «Математика»

В то же время обучение математике в ЭИОС имеет персонализационный принцип, а именно – задания для самостоятельного изучения, домашняя работа, расчетно-графическая работа составлены по индивидуальным критериям: для российских студентов более сложные, а для иностранцев имеют более облегченный характер, что обеспечивает им доступность материала. Кроме того, учитывая низкий уровень математической подготовленности студентов, а особенно иностранных, мы размещаем учебно-методические материалы по школьной математике. Студенты-иностранцы должны проработать этот материал самостоятельно и выполнить домашнюю работу, а преподаватель еженедельно проводит проверку выполнения своих требований. Тем самым студенты полностью вовлекаются в учебный процесс, повышая свой уровень школьной математики, что позволяет добиться значительных результатов при изучении математических дисциплин, а также дисциплин, базирующихся на математи-

ке, в соответствии с направлением подготовки. Этот процесс обучения проходит в спокойной комфортной обстановке, в режиме, удобном для студентов: упущенные, не услышанные, не понятые моменты могут быть устранены (рис. 3).

<p>Домашняя работа №1 (Задания для самостоятельной работы)</p> <p>1. Дана матрица $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ 3 & 4 & 2 \\ -1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$. Найдите A^{-1} и $5A - 2A^2$.</p> <p>2. Вычислить определитель разложением по строке (или столбцу) и методом треугольника</p> $\begin{vmatrix} 2 & -3 & 0 \\ 1 & 4 & -1 \\ 2 & 7 & 3 \end{vmatrix}$ <p>3. Транспонировать матрицу $T = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 0 & -1 \\ -4 & 7 \end{pmatrix}$</p> <p>4. Найдите матрицу A^{-1}, обратную данной</p> $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ 3 & 4 & 2 \\ -1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$	<p>Домашняя работа №1.1 (Задания для самостоятельной работы)***</p> <p>1. Дана матрица $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ -6 & 0 \end{pmatrix}$. Найдите $4A - 3A^2$.</p> <p>2. Вычислить определитель разложением по строке (или столбцу) и методом треугольника</p> $\begin{vmatrix} 2 & -3 & 0 \\ 1 & 4 & -1 \\ 2 & 7 & 3 \end{vmatrix}$ <p>3. Транспонировать матрицу $T = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 0 & -1 \\ -4 & 7 \end{pmatrix}$</p> <p>4. Найдите матрицу A^{-1}, обратную данной $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ 3 & 4 & 2 \\ -1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$</p> <p>Домашняя работа №1.2***</p> <p>1. Выполните действия: 1) $-15 + 12,3 =$ 2) $13,2 - 5 \cdot (-5,6) =$ 3) $\left(\frac{5}{27} - 3 \cdot \frac{15}{4}\right) + \frac{25}{7} =$</p> <p>2. Вычислите: 1) $\sqrt[3]{54 \cdot 32} - \sqrt[3]{8 \cdot 162}$ 2) $\sqrt[3]{\frac{160}{2,5}} + \sqrt{2} \cdot \sqrt[4]{2^{12}}$ 3) $\sqrt{27 + 10\sqrt{2}} + \sqrt{27 - 10\sqrt{2}}$</p> <p>3. Внесите множители под знак общего корня: 1) $5ab^2\sqrt[3]{a^2b}$ 2) $2a^2\sqrt[3]{a^2}$</p> <p>4. Упростите выражение: $\frac{y^{10}\sqrt[5]{y^3y^2}}{y^{\frac{5}{6}}}$</p>
--	--

Рисунок 3 – Домашняя работа по индивидуальным критериям (*** отмечены задания для иностранных студентов)

Выводы и рекомендации. Таким образом, можно сделать вывод, что обучение иностранных студентов математике в электронной образовательной среде с принципом персонализации имеет значительные перспективы – ликвидируя базовые математические пробелы, синхронно обучая высшей математике, мы формируем знания для решения задач в профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Арсланбекова, С. А. Использование цифровых ресурсов для обеспечения образовательного процесса / С. А. Арсланбекова, Е. Н. Дик, Ф. Н. Галлямов, Э. Ф. Мурзина // Конструирование стратегических приоритетов развития образования как ответ на вызовы третьего тысячелетия: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. (с международным участием). – Уфа. – 2022. – С. 334–338.

Д. А. Петров

Удмуртский ГАУ

РОЛЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫХ ИГР В ПОВЫШЕНИИ МОТИВАЦИИ ОБУЧЕНИЯ У СТУДЕНТОВ ВЕТЕРИНАРНОГО ФАКУЛЬТЕТА

Описаны основные проблемы в усвоении материала студентами ветеринарного факультета по дисциплине «Ветеринарная микробиология и микология», а также пути решения этой проблемы с помощью использования дидактических игр.

Актуальность. Актуальность данной темы в том, что с введением образовательных стандартов профессионального образования 3-го поколения, отличающихся от предыдущих новым деятельностно-компетентностным подходом, предполагающим при обучении переход от получения обязательного минимума знаний и умений к достижению конечного результата – освоению профессиональных и общих компетенций [1, 11]. Кроме того, исследование вопроса сопряжено с осмыслением вопроса о необходимости поиска педагогических технологий, развивающих учебную мотивацию студентов [3, 8, 12].

Цель данной работы – исследование роли дидактических игр в повышении мотивации к обучению. В соответствии с целью поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ научной литературы по теме исследования.
2. Разработать авторские дидактические игры.
3. Проанализировать результаты и сделать выводы.

Материалы и методика. Исследование проведено на основе подбора научной литературы. Использовались методы описания, сравнения, обобщения и систематизации. Для повышения мотивации применялись авторские дидактические игры по дисциплине «Ветеринарная микробиология и микология». В исследовании принимали участие студенты 3-го курса ветеринарного факультета Удмуртского ГАУ.

Результаты исследований. На 2020 год, по данным А. Д. Гетмана [2], «...уровень популярности естественнонаучных дисциплин среди российских школьников довольно-таки высок».

Исходя из этих данных, количество абитуриентов естественнонаучных вузов увеличивается в геометрической прогрессии, что сказывается на возрастании процента среди студентов первого курса, которые будут учиться по ветеринарному профилю.

Качество студентов, как основной элемент качественного образования, включает следующие критерии: исходный уровень образованности и развития, уровень результатов образования, востребованность на рынке труда, социальная и творческая активность, способность к самоопределению, самообразованию и саморазвитию [9].

В настоящий момент стоит очень тяжёлая проблема в усвоении огромного количества теоретического материала у студентов ветеринарного профиля. Необходимо выучить расположение костей и их анатомические особенности у каждого вида животного, различные заболевания, их клинические проявления и меры борьбы с ними. По данным В. Ф. Габдулхакова, С. Н. Башинова, О. В. Яшина, И. В. Тараскина, смысловую нагрузку печатного текста понимают 46 % обучающихся, запоминают 32 %, а провести анализ полученной информации и в дальнейшем ею воспользоваться могут всего лишь 14 %. Также не стоит забывать о работе педагога высшей школы, так как на нем лежит ответственность перед нашим будущим [5]. Если он не сможет объяснить студенту базовые знания, то о каком будущем может идти речь [6].

Одной из эффективных форм являются деловые игры, способствующие формированию профессионально значимых компетенций, необходимых выпускнику педагогического вуза для успешной работы в сфере образования [4, 10, 13]. Дидактические игры – это не только один из вариантов преподнесения материала, но и метод закрепления полученного знания самостоятельно или при помощи педагога. С помощью данных игр активизируются мыслительные процессы не индивидуально каждого человека, а целой команды, так как игра основана на командной работе [7].

Игра «Запомни – это я!», разработанная в авторской редакции, была предложена студентам ветеринарного профиля. Состав команды складывается из числа студентов, присутствующих на занятии. Команда студентов должна за определённый промежуток времени соединить карточки в соответствии: «Заболевание» – «Вид возбудителя» (прописан на латинском языке). На последующих парах добавляются новые карточки с возбудителями заболеваний, которые они вызывают. С каждым разом карточек будет

становиться все больше, а времени меньше. Побеждает та команда, которая успела собрать больше всего соответствий в отведённое время.

Игра «Перевернуть не забудь». В игре используются два типа карточек: «Заболевание», «Вид возбудителя заболевания» (прописан на латинском языке). Суть заключается в том, что необходимо запомнить содержимое карточек, затем они переворачиваются и уже из перевернутых карточек необходимо составить соответствие: «Заболевание» – «Вид возбудителя заболевания». Каждый член команды переворачивает карточки. Если карточки правильно были перевернуты, то игрок уходит в линию и становится последним, а если он вытягивает неправильно, то рассказывает какую-нибудь особенность возбудителя, например, морфологические особенности, культуральные свойства, биохимические свойства и т.д. Игра продолжается, пока на столе не закончатся карточки. Побеждает та команда, которая не совершила ни одной ошибки.

Выводы и рекомендации. Данные игры проводились в течение одного семестра (3 месяца) и получили положительные отзывы. В ходе проведения дидактических игр была заметна огромная разница между «зубрёжкой» материала и командной игрой, благодаря которой материал усваивался намного лучше. Тенденция в непринуждённом освоении материала студентами ветеринарного профиля была ярко выражена.

Список литературы

1. Андреева, О. В. Использование методики деловой игры в обучении студентов медицинского колледжа / О. В. Андреева, Л. В. Пахомова // Инновационные технологии в образовательном процессе: сборник научных статей 16-й Всероссийской науч.-метод. конф., 07 декабря 2018. – Курск: Университетская книга, 2018. – С. 16–23.
2. Гладкая, Е. Ф. Игра как средство активизации познавательной деятельности студентов / Е. Ф. Гладкая // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. – № 10. – С. 161–167. DOI 10.31992/0869-3617-2018-27-10-161-167.
3. Гетман, А. В. Мотивация учащихся к изучению естественных наук: межстрановой анализ взаимосвязи с уровнем естественнонаучной грамотности / А. В. Гетман, Ю. Д. Керша, С. Г. Косарецкий // Психологическая наука и образование. – 2020. – Т. 25. – № 6. – С. 77–87. DOI 10.17759/pse.2020250607.
4. Деловые игры как фактор деятельностного обучения студентов педагогических вузов / М. В. Веккессер, Л. С. Шмутьская, Т. А. Бахор [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 339.

5. Емельянов, П. В. Об определении эффективности педагогической деятельности преподавателя высшей школы: аксиологический аспект / П. В. Емельянов, О. Н. Малахова, И. Т. Русских // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 11–1 (74). – С. 151–155. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-11-1-151-15.

6. Интегративные механизмы повышения эффективности учебно-методического взаимодействия преподавателя и студента / В. Ф. Габдулхаков, С. Н. Башинова, О. В. Яшина, И. В. Тараскина // Интеграция образования. – 2018. – Т. 22. – № 2 (91). – С. 248–261. DOI 10.15507/1991-9468.091.022.201802.248-261.

7. Идиатулин, В. С. Дидактические игры на основе тестового контроля / В. С. Идиатулин, И. Т. Русских // Новые образовательные технологии и педагогические новации в системе высшего образования: материалы VIII науч.-метод. регион. конф., 28–30 мая 1996. – Ижевск: ИжГСХА, 1996. – С. 29–30.

8. Малахова, О. Н. Развитие учебной мотивации в высшей школе: исследовательские акцент / О. Н. Малахова, Л. С. Мосина // *Studia Humanitatis*. – 2022. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-uchebnoy-motivatsii-v-vysshey-shkole-issledovatelskie-aktsenty> (дата обращения: 1.12.2022). DOI: 10.24412/2308-8079-2022-1-11.

9. Малахова, О. Н. Саморазвитие студента в структурах дистанционных образовательных технологий: к вопросу об успешности / О. Н. Малахова // Образовательная среда сегодня и завтра: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., 30–31 октября 2014. – Москва: НОУ ВО МТИ, 2014. – С. 135–136.

10. Манакова, Л. М. Интеграция форм представления учебного материала в модели "перевёрнутое обучение" / Л. М. Манакова // Высшее образование в России. – 2020. – Т. 29. – № 5. – С. 85–94. DOI 10.31992/0869-3617-2020-29-5-85-9.

11. Родыгина, Т. А. Квалиметрический подход к определению содержания диагностики начального уровня компетенций магистров направления подготовки "агроинженерия" / Т. А. Родыгина, Г. М. Белова, И. Т. Русских // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2019. – № 3–2. – С. 44–50.

12. Русских, И. Т. Исследование мотивации учебной деятельности среди студентов первого курса аграрного вуза / И. Т. Русских, В. Д. Кузьминых // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 15–18 февраля 2022. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 288–293.

13. Щепетова, С. Е. Применение игровых технологий в преподавании «системных» дисциплин / С. Е. Щепетова, А. И. Сатдыков // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. – № 4. – С. 127–134.

А. А. Соловьева, Д. А. Галицын, А. Г. Иванов

Удмуртский ГАУ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБУЧЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Исследуются современные цифровые образовательные технологии, описываются их характеристики, выделяются преимущества. Дается описание особенности использования цифровой образовательной платформы в реалиях современного образовательного процесса. Делается вывод, что использование цифровых платформ мотивирует учащихся к самообразованию, развивает культуру обучения, облегчает вовлечение в обучающий процесс.

Актуальность. Сегодня информационные технологии задействованы везде: в промышленности, в авиатранспорте и ж/д транспорте, науке, образовании, социальных структурах, государственном управлении, культуре и экономике. Цифровые технологии – основа образования XXI века. В век технологий и инноваций происходят преобразования в педагогической деятельности.

Нельзя приступить к воспитанию, просто «выучив теорию», как это нередко делает учитель-предметник. Для этого надо стать воспитателем, то есть овладеть способами личностной самоорганизации, внутренней свободой, профессиональной педагогической культурой, психологическими механизмами и технологиями целенаправленного влияния на духовную сферу воспитанника. Смысл как сложная ментальная структура сознания вначале должен зародиться у воспитателя. Нельзя эффективно заниматься личностным опытом другого человека, не обладая собственным.

Таким образом, педагогическая теория и практика взаимосвязаны. В момент постановки педагогических задач перед педагогом раскрывается взаимодействие знаний и деятельности.

Внедрение новых цифровых технологий в учебный процесс позволяет активизировать процесс обучения и увеличить объем самостоятельной и индивидуальной работы учащихся. Использование электронных образовательных ресурсов, в том числе цифровых образовательных платформ в процессе обучения, предоставляет большие возможности и перспективы для самостоятельной

творческой и исследовательской деятельности учащихся. Их исследование сохраняет актуальность

Цель: исследование современных цифровых образовательных технологий. Для достижения цели было решено поставить следующие **задачи:**

1. Описать основные характеристики современных методов обучения.

2. Выделить преимущества использования цифровых образовательных платформ.

3. Дать описание особенности использования цифровой образовательной платформы.

Материалы и методика. Исследование проведено на основе подбора научной литературы. Использовались методы описания, сравнения и анализа.

Результаты исследований. «Педагогический процесс – это движение от целей образования к его результатам путём обеспечения единства обучения и воспитания» [6, с. 62].

Выражение «педагогический процесс» введено П. Ф. Каптеревым (1849–1922) [6, с. 110]. Такое взаимодействие может происходить с помощью различных средств, методов, типов отношений и т.д.

Рассмотрим основные характеристики современных методов обучения:

– Современные методы обучения уже в процессе разработки адаптируются под особый педагогический замысел.

– Технологическая последовательность действий и взаимодействий базируется на целевых установках, представляющих собой чёткий ожидаемый результат.

– Реализация методов предполагает связанную деятельность педагогов и учащихся, в которой учитываются принципы дифференциации и индивидуализации. Основой должны быть общение и диалоги.

– Педагогические методы планируются поэтапно, а воплощаются последовательно. Кроме того, они должны быть выполнимы любым педагогом, но гарантировать достижение поставленной цели каждым учащимся.

– Непременной составляющей методов являются процедуры по диагностике, которые содержат в себе необходимые для измерения результатов деятельности учащихся инструменты, показатели и критерии.

В педагогической деятельности не может быть какого-либо универсального метода или системы методов обучения. Важно уметь применять комплексный подход, а это значит, что отдавать предпочтение в своей работе педагоги должны не только современным или традиционным методам обучения, а применять каждый из них и по отдельности, и вместе, ставя при этом перед собой задачу выработать наиболее эффективные [2, 4].

В настоящее время существует большое количество педагогических технологий для освоения образовательных программ. IT-технологии за последние годы сделали огромный шаг в направлении развития образовательных программ и платформ. Представим один из таких способов – образовательную платформу.

Образовательная платформа – это лично ориентированный интернет-курс, полностью посвященный вопросам образования и развития, содержащий образовательные программы и предоставляющий их пользователям на определенных условиях.

Обозначим ряд преимуществ применения платформ. Во-первых, подготовка учебного материала на готовой платформе, либо создание персонального плана, что позволяет преподавателю выбирать и адаптировать под свои нужды подготовку к занятиям. Во-вторых, для изучения материала с помощью цифровой платформы можно использовать различные гаджеты, что, несомненно, удобно для обучающихся. В-третьих, педагог при проверке заданий прорабатывает ошибки с каждым учеником индивидуально, и тем самым обучающийся не лишён внимания, лучше усваивает материал.

Большой плюс в образовательных платформах в том, что создатели разработали различные формы контроля выполнения заданий: самопроверка, тестовые задания, решения задач, автоматический контроль, и т.п. Исследование разных аспектов использования дистанционных технологий в вузе позволяет говорить о том, что дистанционный формат обучения имеет ряд преимуществ в сравнении с традиционным аудиторным подходом [3]. В работе [5, 7] автор приводит анализ применения цифровых технологий на занятиях со студентами.

Выводы. Цифровые платформы мотивируют учащихся к самообразованию, развивают культуру обучения и вовлекают в процесс обучения. Использование современных дистанционных технологий позволяет обеспечить непрерывность учебного процесса и повысить качество теоретической подготовки студентов за счет внедрения новых, современных компьютерных технологий

и средств обучения, а также повысить эффективность самостоятельной работы обучающихся [1]. А также использование цифровых технологий в качестве инструмента индивидуального образования, комбинированного обучения позволяет создать для обучающихся персональный подход, более эффективный, чем в традиционном обучении.

Список литературы

1. Галияхметова, Н. П. Исследование эффективности использования дистанционных технологий в образовательном процессе / Н. П. Галияхметова // Сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф., 15–22 мая 2022. – Керчь: КГМТУ, 2022 – С. 461–464.

2. Дуняшева, А. Д. О своевременности продумывания смыслов понятий педагогики в цифровую эпоху / А. Д. Дуняшева, О. Н. Малахова, И. Т. Русских // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 10–1 (73). – С. 176–179. DOI 10.24412/2500-1000-2022-10-1-176-179.

3. Малахова, О. Н. Опыт теоретического осмысления и практического применения дистанционных технологий в реализации стандартов образования в сельскохозяйственном вузе / О. Н. Малахова, О. А. Осколкова // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., 10 ноября 2021. – Нижневартовск: НГУ, 2021. – С. 379–385. DOI: <https://doi.org/10.36906/KSP-2021/54>.

4. Малахова, О. Н. Педагогическое проектирование электронной образовательной среды как залог ее эффективности: к постановке вопроса / О. Н. Малахова, И. Т. Русских, А. Р. Агзамов // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 15–18 февраля 2022. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 259–262.

5. Русских, И. Т. Опыт применения дистанционного обучения как информативно-коммуникативная технология обучения студентов сельскохозяйственного вуза / И. Т. Русских, В. М. Мерзлякова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 12–15 февраля 2019. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 255–260.

6. Слостенин, В. А. Педагогика: учебное пособие для студентов педагогических учебных заведений / В. А. Слостенин, И. Ф. Исаев, А. И. Мищенко, Е. Н. Шиянов. – Москва: Школа-Пресс, 2000. – 512 с.

7. Совершенствование учебного процесса на инженерном факультете в Ижевской ГСХА / Р. Р. Шакиров, А. В. Костин, А. Б. Спиридонов [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 510–512.

А. Н. Филиппова, Р. Р. Шакиров

Удмуртский ГАУ

РОЛЬ ПЕДАГОГА И ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЛИЧНОСТНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ СТАНОВЛЕНИИ СТУДЕНТА (НА ПРИМЕРЕ ИНЖЕНЕРНОГО ФАКУЛЬТЕТА)

Исследуется необходимость воспитания личности учащихся в процессе обучения в высшем учебном заведении. Раскрывается важная роль преподавателя вуза не только как транслятора профессионально важных знаний и умений, но и как равноправного напарника, собственно, что и способствует созданию условий для саморазвития и самореализации студентов в условиях взаимодействия.

Актуальность. В педагогике профессионального образования в последние годы происходят большие изменения. Большой отпечаток оставляет развитие информационных технологий. И несмотря на то, что сейчас любую информацию можно найти в источниках интернета, роль педагога в современном профессиональном образовании все еще по-прежнему принципиальна [1–3].

Педагог играет существенную роль в становлении личности студента и в развитии его способностей. Преподаватель может помочь не только овладеть профессией, но и определить цели и задачи, которые будут выполняться в выбранной студентом профессии [19, 23]. Все это зависит от личности и работы педагога, от его профессиональных качеств и профессионального уровня.

Актуальной становится проблема поиска путей и создания условий профессионального становления студентов инженерного факультета аграрного университета, способствующих адаптации к будущей педагогической деятельности [4]. От того, насколько успешно и своевременно происходит интеграция в профессиональную сферу, зависит устойчивое и стабильное функционирование системы образования, а также эффективное развитие личности педагога [20]. Состояние и характер подготовки квалифицированных кадров университета определяется комплексом сложившихся в стране политических, экономических, социальных условий, которые следует учитывать при организации педагогического процесса в нашей образовательной организации [5].

Исследование данной проблемы является целостным, проходит с учетом взаимосвязи и взаимообогащения обучаемого и образовательной среды, так как в настоящее время образовательные системы не являются статичными, а носят динамический характер и непрерывно меняются в силу социально-экономических, политических причин, что имеет влияние на развитие личности будущего специалиста [6].

Цель заключается в поиске путей профессионального становления студентов высшего учебного заведения и выявлении педагогических условий, способствующих их адаптации к будущей педагогической деятельности.

Задачи:

1. Охарактеризовать процесс развития личности студента.
2. Выявить сущность позиции педагога.
3. Изучить факторы влияния позиции педагога на развитие личности студента.

Материалы и методы. Для достижения цели проводился теоретический анализ, анализ литературных источников, цитирование на основе теоретического метода и структурно-функционального анализа.

Результаты исследований. Процесс обучения в высшем учебном заведении влияет на психику студента, а также на развитие его личности. Чтобы достичь успехов в учебе, студент должен обладать достаточно высоким уровнем общего интеллектуального развития [22]. Только так, а также при наличии дополнительных мотиваторов студент сможет ярко себя проявить и продемонстрировать недюжинные способности в обучении [9].

В процессе обучения учащийся сможет понять, какой именно тип мышления ему характерен: инженеры отличаются способностями к пространственному воспроизведению. Они имеют развитое невербальное мышление, однако не проявляют познавательного интереса. Кстати, пространственные способности заложены природой, поэтому при поступлении в высшее учебное заведение уже ничего развивать не надо, поскольку способности к пространственному воспроизведению находятся на пике развития [21].

Таким образом, развитие личности студента в процессе обучения в университете происходит по таким направлениям, как:

- 1) развитие новых способностей;
- 2) появление некоего опыта, стабилизируются психические процессы;

- 3) развитие чувства долга и ответственности;
- 4) появление определенности относительно выбора профессии;
- 5) усиление готовности к будущей профессии.

Так, развитие личности студента проходит ряд этапов от сложного адаптационного процесса до готовности к профессиональной деятельности [8].

Проблема профессионального становления будущего специалиста в педагогической теории считается одной из наиболее значимых и рассматривается с точки зрения сформированности процесса адаптации к будущей педагогической деятельности, а именно умения свободно ориентироваться в инженерной деятельности, избирать подходящие пути выполнения профессиональных задач, изобретать, конструировать и организовать изготовление (производство) технических систем, а также инженерных исследований и проектирований [11].

Совершенствование системы современного высшего образования невозможно без целостного и комплексного подхода к изучению личности студента и понимания его психической и познавательной деятельности [12–14].

Соответственно, образовательная система подготовки высококвалифицированных специалистов должна ориентироваться на формирование социально активной, самостоятельной, уверенной в себе личности, которая обладает высокой степенью ответственности, профессиональной компетентностью, что позволит ей достигнуть личностной и профессиональной самореализации [17].

При организации системы высшего образования необходимо опираться не только на закономерности психического развития, но и на индивидуальные особенности студентов, и в связи с этим планомерно направлять процесс личностного и профессионального развития. Главная задача лиц, способствующих вхождению будущего специалиста в конкретную профессию, – это обеспечение этого процесса вооружением студентов наиболее подходящими приемами формирования профессионализма.

Процесс получения высшего образования будет более эффективным, если он будет взаимосвязанным с процессом профессионализации студентов во время обучения в университете [18].

Краткий обзор научных источников педагогической направленности позволяет говорить о том, что сегодня на сферу образования должна быть возложена особая задача, заключающаяся

в формировании нового мировоззрения, которое соответствовало бы эпохе будущего.

Исследователь М. А. Червонный полагает, что комплекс рассматриваемых педагогических условий в контексте реализуемой системы педагогического сопровождения подготовки студентов вуза на основе наставничества (супервизии) существенно повышает уровень личностно-профессионального развития будущих педагогов, что проявляется в изменении качества деятельности студентов в процессе практики. В их деятельности отмечается преобладание преобразующих действий, выраженной готовности самостоятельно разрабатывать и реализовать образовательные проекты как решения актуализированных профессиональных задач [7].

О. В. Регель убеждает, что субъектность преподавателя представляет собой не только качественное состояние его личности, констатируя высший уровень профессионального развития, но и является основой для становления и развития субъектности обучающихся. Она выделяет теоретические аспекты проблемы определения роли преподавателя в развитии субъектности обучающихся вуза [10].

Б. А. Саидова подчеркивает, что правильная организация занятий по профессиональной педагогике в высшем учебном заведении, мастерство педагога, организующего данные занятия, совместная работа педагога со студентами очень важны для формирования у будущих преподавателей компетентности в важнейших профессиональных аспектах [15].

Проанализировав научные и научно-практические статьи и учитывая многолетний опыт работы в педагогическом университете, Л. В. Козилова считает, что в условиях образовательной среды университета необходимой и первоочередной задачей изыскивать возможности для профессионального становления каждого студента из спектра имеющихся возможностей педагогического университета (ресурсы – информационные, кадровые, образовательные, научные и т.д.), целевых установок университета, предпосылок для наращивания и реализации профессионально-ориентирующей функции, поиска новых эксплицитных методов, технологий, форм работы. Важно наладить, укрепить и расширить систему взаимосвязи и взаимодействия между потенциальными социальными партнерами (образовательными организациями – школами, колледжами, детскими лагерями и т.д.), которые составляют базу прохождения практики студентов, являются ча-

стью профессионального сообщества, а, следовательно, оказывают влияние на профессиональное становление студента – будущего педагога. Перспективными направлениями дальнейшей научно-исследовательской работы являются: выявление проблем профессионального становления студентов, разработка контента профессионального становления студента в условиях образовательной (профессионально-ориентирующей) среды и др. [16].

Выводы. Проанализировав подходы к личностно-профессиональному развитию студентов в отечественной психологии, можно сделать вывод, что современная подготовка в университете обязана учитывать личностное и профессиональное становление студентов. В центре обучения должна находиться уникальная целостная личность студента, которая стремится к максимальной реализации своих возможностей, раскрывает свой внутренний потенциал, открыта к принятию последующего опыта, осознанию ответственности перед жизненным выбором в разнообразных условиях действительности.

Список литературы

1. Комарова, Э. П. Психолого-педагогическая основа модели формирования профессионально-личностной позиции бакалавра-психолога в вузе / Э. П. Комарова, О. П. Полухина, С. А. Бакленева, А. С. Фетисов // Вестник Томского университета, Язык и культура. – 2020. – № 50. – С. 196–207. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologo-pedagogicheskaya-osnova-modeli-formirovaniya-professionalno-lichnostnoy-pozitsii-bakalavra-psihologa-v-vuze> (дата обращения: 27.10.2022).
2. Кодзоева, М. М. Формирование профессиональных качеств будущих педагогов в условиях образовательной среды вуза // Мир науки, культуры, образования. – Санкт-Петербург, 2020. – № 1 (80). – С. 181–182. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-professionalnyh-kachestv-buduschih-pedagogov-v-usloviyah-obrazovatelnoy-sredy-vuza> (дата обращения: 27.10.2022).
3. Махамбетова, Жамиля Т. Профессиональные компетенции будущих социальных педагогов: контекст инклюзивного образования / Жамиля Т. Махамбетова, Акмарал С. Магауова // Образование и саморазвитие. – 2021. – Том 17, № 2. – С. 129–143. – URL: <https://eandsjournal.kpfu.ru/ru/journal-article/professionalnye-kompetencii-budushi/> (дата обращения: 27.10.2022).
4. Таранова, Т. Н. Формирование культурно-педагогической готовности студентов бакалавриата в подготовке к применению музейной педагогики в дошкольных образовательных организациях / Т. Н. Таранова, Н. А. Лысенко // ЦИТИСЭ. – 2019. – № 2 (19). – С. 23. – URL: <https://ma123.ru/wp-content/uploads/2019/04/Лысенко-Н.А.pdf> (дата обращения: 27.10.2022).

5. Ахметжанова, Г. В. Развитие профессионально-личностного компонента мотивационной компетенции в вузе / Г. В. Ахметжанова, О. А. Толчев // Азимут научных исследований: педагогика и психология. Том 10. – 2021. – № 3 (36). – С. 280–284. – URL: https://www.elibrary.ru/ip_restricted.asp?rpage=https%3A%2F%2Fwww%2Eelibrary%2Eru%2Fitem%2Easp%3Fid%3D47150533 (дата обращения: 27.10.2022).

6. Корнеев, А. Э. Профессиональное становление студента педагогического вуза как фактор адаптации к будущей педагогической деятельности / А. Э. Корнеев, В. С. Тенетилова // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 2. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29702> (дата обращения: 27.10.2022).

7. Червонный, М. А. Педагогическое сопровождение подготовки будущих педагогов на основе наставничества в интегрированном образовательном пространстве высшего педагогического и дополнительного образования // Вестник Томского государственного университета. – Томск, 2018. – № 432. – С. 199–204. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogicheskoe-soprovozhdenie-podgotovki-buduschih-pedagogov-na-osnove-nastavnichestva-v-integrirovannom-obrazovatelnom> (дата обращения: 27.10.2022).

8. Петракова, А. С. Личность педагога вуза как решающий фактор формирования профессионально-нравственных качеств обучающихся (на примере новороссийского филиала Краснодарского университета МВД России) // AlmaMater (Вестник высшей школы). – Краснодар, 2020. – Выпуск № 4. – URL: <https://almavest.ru/ru/archive/3193/4695> (дата обращения: 27.10.2022).

9. Кальяр, М. Влияет ли мотивация учителя на мотивацию учащегося. Опосредующая роль профессионального поведения педагога / Масуд Кальяр, Башир Ахмад, Хадика Кальяр // Вопросы образования (ВШЭ, Москва, междисциплинар. иссл.). – Москва, 2018. – Выпуск № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaet-li-motivatsiya-uchitelya-na-motivatsiyu-uchaschegosyaoposreduyuschaya-rol-professionalnogo-povedeniya-pedagoga> (дата обращения: 27.10.2022).

10. Регель, О. В. Роль преподавателя в становлении субъектности обучающихся вуза // Молодой ученый. – 2019. – № 31 (269). – С. 119–122. – URL: <https://moluch.ru/archive/269/61915/> (дата обращения: 27.10.2022).

11. Лихачева, О. Н. Влияние личности преподавателя на формирование студенческой мотивации в современном техническом вузе / О. Н. Лихачева, О. Б. Шилович, Ю. В. Королева // CITISE. – 2019. – № 3 (20). – С. 16–17. – URL: <https://ma123.ru/wp-content/uploads/2019/06/Статья-для-ЦИТИСЭ-Лихачева.pdf> (дата обращения: 27.10.2022).

12. Мешкова, И. В. Студенты педагогического вуза как субъекты формирования профессиональных компетенций // Вестник современных исследований. – 2018. – № 8.1 (23). – С. 122–125. – URL: https://www.elibrary.ru/ip_restricted.asp?rp

age=https%3A%2F%2Fwww%2Eelibrary%2Eru%2Fitem%2Easp%3Fid%3D36270634 (дата обращения: 27.10.2022).

13. Морозова, О. В. Становление субъектности студентов – будущих педагогов на этапе профессионального обучения // Психология, историко-критические обзоры и современные исследования. – 2019. – Том 8, № 5–1. – С. 313–320. – URL: <http://www.publishing-vak.ru/file/archive-psycology-2019-5/36-morozova.pdf> (дата обращения: 27.10.2022).

14. Корнеев, А. Э., Тенетилова, В. С. Профессиональное становление студента педагогического вуза как фактор адаптации к будущей педагогической деятельности // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 2. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29702> (дата обращения: 27.10.2022).

15. Саидова, Б. А. Роль предмета «профессиональная педагогика» в формировании профессиональной компетентности у будущих педагогов // Достижения науки и образования. – 2018. – № 14 (36). – С. 71–72. – URL: https://www.elibrary.ru/ip_restricted.asp?rpage=https%3A%2F%2Fwww%2Eelibrary%2Eru%2Fcontents%2Easp%3Fid%3D36313564 (дата обращения: 27.10.2022).

16. Козиллов, Л. В. Профессиональное становление студентов в условиях образовательной среды педагогического университета // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2020. – № 5. – С. 25–30. – URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=2323> (дата обращения: 27.10.2022).

17. Чибышев, М. А. Коммуникативная компетентность как качество обученности участников образования: проблемно-аналитический взгляд / М. А. Чибышев, О. Н. Малахова // Молодежная наука: тенденции развития. – 2022. – № 1. – С. 17–24.

18. Малахова, О. Н. Аутентичность в мультикультурных структурах образования третичного уровня / О. Н. Малахова // Коммуникативные стратегии информационного общества: Труды VI Междунар. науч.-практ. конф. 20–23 ноября. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского политех. ун-та, 2013. – С. 135–136.

19. Русских, И. Т. Исследование адаптации студентов первого курса заочной формы обучения к учебному процессу / И. Т. Русских // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 497–502.

20. Русских, И. Т. Опыт применения дистанционного обучения как информативно-коммуникативная технология обучения студентов сельскохозяйственного вуза / И. Т. Русских, В. М. Мерзлякова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. Ижевск, 12–15 февр. 2019 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 255–260.

21. Галиахметова, Н. П. Гуманизация образования как фактор развития личности в образовательной среде / Н. П. Галиахметова // Стратегические ориенти-

ры развития высшей школы: материалы II Национально-практической конф. – Москва: РУСАЙНС, 2020. – С. 51–57.

22. Баранов А. А., Жученко О. А. Контрольно-оценочная деятельность: разные стороны одного процесса // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2008. – № 4. – С. 220–222.

23. Совершенствование учебного процесса на инженерном факультете в Ижевской ГСХА / Р. Р. Шакиров, А. В. Костин, А. Б. Спиридонов [и др.] // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–17 декабря 2021 г. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 510–512.

УДК 378.018.432.014.6

**И. Р. Хафизов, Н. А. Антропова,
Е. М. Кислякова, Ю. В. Юсупова**
Удмуртский ГАУ

ФОРМЫ КОНТРОЛЯ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ ВУЗА

Приведены и описаны формы и методы контроля при дистанционном обучении студентов. Рассматривается необходимость разработки новых методик для контроля с использованием компьютерных технологий.

Актуальность. В сегодняшней России основным вопросом вузов является подготовка специалистов, способных совершенствовать свои познания и навыки, умеющих быстро найти нужные ответы в нарастающем потоке информации и принимать решения в нестандартных ситуациях. Внедрение дистанционного обучения открывает такие возможности. Однако в этой системе имеются минусы. Так, отсутствие нормативных контрольных аттестаций нередко приводит к низкому качеству подготовки студентов и стимулируют отрицательное отношение к дистанционному образованию. Выявленные проблемы демонстрируют потребность для всех вузов, использующих дистанционное обучение в образовательном процессе, решения ряда вопросов, касающихся контроля и оценки качества обучения, то есть обеспечения качества обучения [6]. В данные проблемы входят такие вопросы, как составление плана качества образования, качества образовательного

менеджмента, оценки и контроля качества обучения и педагогической деятельности [2, 4, 5].

Целью работы является исследование методов контроля дистанционного обучения в вузе. В соответствии с целью были поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ научной литературы по теме исследования.
2. Обобщить результаты и сделать выводы.

Материалы и методика. Исследование проведено на основе подбора научной литературы. Использовались такие методы работы с данными, как сбор, описание, анализ, сравнение, обобщение и систематизация.

Результаты исследований. Контроль качества используется с целью обозначения, равно как принцип, наружных операций оценки качества, направленных на результат определённого прогнозируемого уровня качества. В настоящее время педагогическая концепция ещё никак не предполагает общеустановленных определений понятий «оценка», «контроль», «проверка» знаний. Обобщающим определением для перечисленных выше определений учёные выделяют понятие «контроль», что, в свою очередь, включает в себя процедуру оценивания (процесс оценки, то есть действие) и оценку (как итог контроля). Базой для оценки успеваемости обучающегося считаются итоги контроля [3].

Оценка знаний строится на критериях. В педагогике установлено, что этими критериями являются глубина, полнота, гибкость, оперативность, осознанность знаний. С точки зрения компетентностного подхода в результате преподавания необходимо учитывать уровень сформированности компетенций, требуемых предстоящим экспертам-специалистам с целью освоения навыков профессиональной деятельности [7]. Управление обучением должно происходить в течение всего обучения студента в высшем учебном заведении, причём развивая заинтересованность и мотивацию студента в знаниях, отслеживая его успехи и оценивая его достижения.

В концепции дистанционного обучения контроль обретает особенную роль, так как связь педагога и учащихся протекает опосредованно, в обстоятельствах информативной сферы университета. Во взаимосвязи вместе с этим следует применять такие методы и фигуры испытательных мероприятий, которые, с одной стороны, возместили бы недостаток индивидуального контакта с педагогом,

а с другой стороны, – показали бы операцию контроля современным технологичным процессом, заманчивым для студентов [1].

Отталкиваясь от опытов использования дистанционного обучения на практике, с целью развития критериев оценивания познаний учащихся в первую очередь следует создать аспекты развития важных профессиональных компетенций, разновидности испытательных работ и проверочные работы, установить частоту и очередность выполнения контроля и установить результативные виды контролирования.

Основными типами контроля в обучении рекомендовано использовать промежуточный, текущий, итоговый и рубежный контроль. Промежуточный контроль даёт педагогу и учащемуся возможность лично дать оценку уровню освоения тренировочного материала, а также вовремя привнести изменения в академический процесс. Текущий контроль обязан складываться из конкретных типов работ, определённых педагогом, вместе с предписанием критерия их оценивания. Рубежный контроль имеет возможность определить готовность учащегося к переходу на следующий уровень образования, а также определить итоги конкретного этапа обучения.

Вышеописанный тип контролирования способствует развитию у студентов самоконтроля и объективной самооценки, а преподавателю даёт возможность осуществить контроль обучающихся на любой стадии учебного процесса, совершенствовать качество используемых материалов, осуществлять анализ использованных задач.

Итоговый контроль должен проводиться по завершению направления курса, с целью установления уровня освоения учебной программы, в соответствии с установленными задачами [3]. В работе [9] автором разработан алгоритм проведения контроля знаний с применением тестовых технологий, где педагог непосредственно сам устанавливает необходимый максимальный балл для оценки каждого задания, совокупность которых будет демонстрировать максимальную оценку по этому предмету или дисциплине. Определённая шкала оценок и станет устанавливать, за какое количество баллов будут присваиваться оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно». Любое задание содержит конкретно определённый балл преподавателем.

В обстоятельствах дистанционного обучения немаловажно использовать формы контролирования, какие бы, во-первых,

гарантировали беспристрастность и всесторонность оценивания знаний учащихся, а во-вторых, – отвечали бы технологическим реализациям платформы Moodle. При дистанционном обучении самой распространённой формой контроля является тестирование. Правильно составленные тесты имеют все шансы использоваться при любом из типов контроля: входном, текущем, рубежном и итоговом [3, 9]. Инновационные платформы дистанционного обучения предоставляют возможность конструирования разных типов тестов, таких, как открытые и закрытые, с добавлением аудио- и видеоматериалов, иллюстраций, осуществлять тестирование как в контрольном, так и в обучающем режиме [5]. Объективность контроля знаний возрастает, если сочетать различные комбинации тестовых форм: классические и нестандартные [6]. В работе [8] автором представлены результаты исследования по применению тестовой технологии контроля в дистанционном обучении.

Выводы и рекомендации. Практика дистанционного обучения применяется все чаще для объективной оценки, а также онлайн-опросы и тесты, занятия в видеохостингах. Именно они позволяют обеспечить подготовку и высокий уровень знаний для обучающихся.

В ситуациях, когда необходимо применить дистанционное обучение, рекомендуется применять систематический контроль текущих заданий и тем работ. Это помогает выявить уровень знаний студентов, систематику знаний и вовремя провести так называемую «работу над ошибками».

Система управления качеством дистанционного обучения должна строиться на специально разработанных методах управления, применимых к любому учебному процессу.

Список литературы

1. Гафурова, Х. Ш. Дистанционное обучение в вузе: формы и методы контроля / Х. Ш. Гафурова // Молодой ученый. – 2021. – № 17 (359). – С. 245–247.
2. Емельянов, П. В. Об определении эффективности педагогической деятельности преподавателя высшей школы: аксиологический аспект / П. В. Емельянов, О. Н. Малахова, И. Т. Русских // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 11–1 (74). – С. 151–155. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-11-1-151-15.
3. Идиатулин, В. С. Тестовый мониторинг в высшей школе / В. С. Идиатулин, И. Т. Русских // Мониторинг в образовании: сборник научно-методических ма-

териалов / Институт усовершенствования учителей. – Ижевск: Институт усовершенствования учителей, 2000. – С. 115–118.

4. Малахова, О. Н. Цифровая педагогика в высшей школе как современный педагогический дискурс и профессиональный вызов / О. Н. Малахова // Актуальные вопросы энергетики АПК: материалы Нац. науч.-практ. конф., 03–04 декабря 2021. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – С. 91–92.

5. Малахова, О. Н. Педагогическое проектирование электронной образовательной среды как залог ее эффективности: к постановке вопроса / О. Н. Малахова, И. Т. Русских, А. Р. Агзамов // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 15–18 февр. 2022. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. – С. 259–262.

6. Подласый, И. П. Педагогика: Новый курс: учеб. для студ. вузов в 2-х кн. – Москва: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2003. – Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения. – 576 с.

7. Родыгина, Т. А. Квалиметрический подход к определению содержания диагностики начального уровня компетенций магистров направления подготовки «агроинженерия» / Т. А. Родыгина, Г. М. Белова, И. Т. Русских // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2019. – № 3–2. – С. 44–50.

8. Русских, И. Т. Опыт применения дистанционного обучения как информативно-коммуникативная технология обучения студентов сельскохозяйственного вуза / И. Т. Русских, В. М. Мерзлякова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 12–15 февр. 2019. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 255–260.

9. Русских, И. Т. Разработка тестовой технологии диагностики структуры и динамики обученности в системе «школа-вуз»: дис. ... канд. пед. наук. – Ижевск, 2003. – 148 с.

УДК 378.663.013 (470.51-25)

**Р. Р. Шакиров, А. В. Костин,
Л. Я. Новикова, К. Л. Шкляев, К. В. Анисимова**
Удмуртский ГАУ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА ИНЖЕНЕРНОМ ФАКУЛЬТЕТЕ УДМУРТСКОГО ГАУ

Учебная деятельность студентов может протекать успешно только в условиях управления этим процессом со стороны преподавателя. Авторами приведен анализ направления учебной и воспитательной работы на инженерном факультете Удмуртского ГАУ.

Актуальность. Для повышения эффективности высшего образования необходимо постоянное совершенствование учебного и воспитательного процесса в период обучения как бакалавров, так и магистрантов.

Цель. Анализ учебного и воспитательного процесса на инженерном факультете Удмуртского ГАУ.

Задачи. Проанализировать деятельность инженерного факультета по вопросам учебной и воспитательной деятельности; сформулировать выводы по полученным результатам анализа.

Материалы и методы. При анализе рассматривался учебно-воспитательный процесс на инженерном факультете со студентами очной формы обучения.

Результаты исследований. За время своего существования инженерный факультет превратился в наиболее крупный факультет университета. Ежегодный выпуск на факультете составлял около 130 человек по очной форме обучения и 60 – по заочной форме обучения.

Значительным успехом преподавательского состава факультета можно считать освоение и реализацию программ подготовки бакалавров и магистров из числа наиболее успевающих студентов. Ежегодно часть магистров поступает в аспирантуру и успешно ее заканчивает.

Опытный, сложившийся коллектив преподавателей обеспечивает высокий уровень учебно-методической, воспитательной и научно-исследовательской работы.

Факультет объединяет пять кафедр: «Теоретическая механика и сопротивление материалов», «Тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины», «Эксплуатация и ремонт машин», «Математика и физика», «Пищевая инженерия и биотехносферная безопасность» [5].

Обучение студентов бакалавриата ведется по следующим направлениям: «Агроинженерия», «Технология продукции и организация общественного питания», «Гидромелиорация», «Техносферная безопасность».

Обучение студентов магистратуры проводится по направлению «Агроинженерия» [3].

Одной из основных задач для сотрудников инженерного факультета является подготовка компетентного, гибкого, конкурентоспособного специалиста, готового к продуктивной профессиональной деятельности, к быстрой адаптации в условиях научно-технического прогресса, владеющего технологиями в своей специальности, умением использовать полученные знания при решении профессиональных задач. На практике далеко не всегда специалисты с высшим образованием способны реализовать подобные задачи, т.к. традиционная подготовка специалистов, ориентированная на формирование знаний, умений и навыков в предметной области, всё больше отстаёт от современных требований.

Одним из главных процессов, составляющих целостный педагогический процесс, является процесс обучения (учебный процесс). Это очень сложный процесс объективной действительности, уступающий, быть может, только процессам воспитания и развития, составной частью которых он является. Вот почему дать полное и всестороннее определение этого процесса очень трудно. Он включает большое количество разнообразных связей и отношений множества факторов различного порядка и различной природы [4, 6, 7].

Для совершенствования воспитательной работы на факультете необходимо создание системы информационного обеспечения. Очень важным фактором является формирование патриотического воспитания студентов. Это, можно сказать, и является основной целью воспитательной работы.

Также задачами воспитательной работы является духовно-нравственное и эстетическое воспитание студентов и преподавателей; формирование здорового образа жизни; интернациональное воспитание студентов. Всё это ярко отражается в мероприяти-

ях, проводимых на факультете и в университете в целом в течение учебного года.

Большое значение в воспитании студентов имеют также органы студенческого самоуправления на факультете, учет и анализ общественного мнения студентов. Современное студенчество – это активная, целеустремленная, творческая сила. Студенческое самоуправление является элементом общей системы учебно-воспитательного процесса, позволяющим студентам участвовать в управлении университетом и организации своей жизнедеятельности в нем через коллегиальные органы самоуправления различных уровней и направлений.

В целом можно сделать следующие **выводы**: учебная деятельность студентов может протекать успешно только в условиях управления этим процессом со стороны преподавателя и самого обучающегося; роль преподавателя в ходе выполнения проектов заключается в правильном ориентировании и консультировании студентов в процессе целеполагания, в формировании образовательной направленности обучающихся, стремления их к саморазвитию и самосовершенствованию, выработке навыков самоорганизации образовательной деятельности [1, 2]. Важнейшими компонентами в системе воспитательной работы должны быть: нравственное воспитание в процессе изучения естественно-научных и гуманитарных дисциплин; эффективная внеучебная воспитательная работа; воспитательная деятельность общественных организаций и органов студенческого самоуправления по обеспечению высокого нравственного климата и высокой культуры быта в студенческих общежитиях; воспитательная деятельность спортивных и творческих объединений; нравственное самовоспитание студентов.

Список литературы

1. Боднарчук, Ю. Д. Влияние инженерно-исследовательской деятельности на техническое развитие в АПК / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – Ижевск, 2021. – С. 26–29.
2. Боднарчук, Ю. Д. Особенности формирования графической компетенции / Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин, Р. Р. Шакиров / Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Нац. науч.-практ.

конф., посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника ВПО РФ Б. Д. Зонова. – 2020. – С. 357–360.

3. История агроинженерного факультета Ижевской государственной сельскохозяйственной академии / Р. Р. Шакиров // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – С. 3–6.

4. Применение компьютерных и автоматизированных систем в образовательном процессе / А. В. Костин, Р. Р. Шакиров, А. Г. Иванов, А. Л. Шкляев, В. И. Константинов // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т. – ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 214–218.

5. Развитие факультета обеспечили талантливые люди / А. В. Храмешин, Ю. И. Сунцов, П. Л. Максимов, Р. И. Останин, Р. Р. Шакиров // Сельский механизатор. – 2020. – № 10. – С. 2–3.

6. Совершенствование учебного процесса на инженерном факультете в Ижевской ГСХА / Р. Р. Шакиров, А. В. Костин, А. Б. Спиридонов, К. Л. Шкляев, К. В. Анисимова / Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск. – 2021. – С. 510–512.

7. Шакиров, Р. Р. Цифровые технологии в животноводстве и растениеводстве / Р. Р. Шакиров // Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата Государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора с.-х. наук, профессора Любимова Александра Ивановича. В 2-х т. – 2020. – С. 147–149.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА МАШИН И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В АПК

- А. С. Васильев, Н. М. Шарибзянов, А. Г. Ипатов**
Разработка приспособления для обработки
сферических поверхностей при алмазном выглаживании. 3
- К. Г. Волков**
Рентгеноструктурный фазовый анализ
упрочняющего покрытия рабочей фаски клапана 7
- С. В. Волков, О. С. Федоров**
Способы восстановления посадочных мест колец
подшипников в корпусных деталях 11
- А. Г. Ипатов, С. Н. Шмыков**
Исследование триботехнических свойств
металломатричных композитов 18
- Ю. Г. Корепанов, Л. Я. Лебедев,
О. Ю. Корепанова, Ф. Р. Арсланов**
Обоснование параметров измерительной площадки
стенда для диагностирования
шкворневых соединений автомобилей 23
- А. В. Малинин, А. Г. Ипатов**
Схемы испытания турбокомпрессоров ДВС 28
- Р. Н. Сайфуллин, И. Р. Гаскаров,
А. Р. Валиев, А. П. Павлов**
Восстановление деталей
металлополимерными композициями. 35
- О. С. Федоров, В. Э. Павлов, В. Е. Быстров**
К вопросу о приготовлении комбинированных кормов
в условиях малых форм хозяйствования 40
- Р. Р. Шакиров, А. А. Кавыев,
М. А. Чикуров, А. В. Иванов**
Особенности измерений эффективных показателей работы
двигателя в динамических режимах 46

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОСФЕРЫ

- С. П. Игнатъев, В. В. Касаткин,
И. В. Бадретдинова, Я. Л. Зорина**
Особенности расчета сифонных трубопроводов,
используемых в установках для получения биогаза 51
- А. А. Мякишев, З. М. Хаертдинова, Д. А. Мякишева**
Повышение эффективности оценки уровней
профессиональных рисков
в сельскохозяйственном производстве 55
- Е. А. Потапов, А. И. Волкова, Н. Д. Давыдов**
Тепловая предпусковая подготовка двигателя
как элемент конструктивной безопасности
автотракторной техники 59
- З. М. Хаертдинова, Р. Р. Закирова**
Новое в расследовании несчастных случаев
на производстве. 63
- З. М. Хаертдинова, А. А. Мякишев, С. П. Игнатъев**
Правовые основы управления
профессиональными рисками 68

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЖИВОТНОВОДСТВА

- Р. Ш. Аблев, Ф. Н. Галлямов,
А. В. Шарафутдинов, Д. А. Вахрамеев**
Повышение урожайности яровой пшеницы
за счет компенсации негативных природных факторов 74
- Ю. Д. Боднарчук**
Исследование изменения точности сортирования
при применении эластичного материала
на рабочем органе 80
- Ю. Д. Боднарчук, А. В. Костин**
Модернизация регулирующего узла
сортирующего устройства с дисковым рабочим органом 85

Ю. Г. Корепанов, Л. Я. Лебедев, А. Ю. Алексеева, О. Ю. Корепанова, Ф. Р. Арсланов Энергосберегающий способ и устройство для выкапывания корнеклубнеплодов	91
А. А. Мартюшев, Н. Д. Давыдов, Ф. Р. Арсланов, С. Л. Беркутов Эксплуатация автотракторных дизельных двигателей в условиях низких температур.	97
А. М. Мухаметдинов, Д. Г. Хакимов, Р. Р. Аскарров Обзор современных овощных сеялок	101
В. Ф. Первушин, А. Г. Иванов, И. И. Хузяхметов Грохот с изменяемым законом движения решет	109
В. Ф. Первушин, В. И. Ширококов, М. З. Салимзянов, А. Г. Иванов, К. Л. Шкляев Применение комбинированного пахотного агрегата в условиях малых форм хозяйствования	116
Е. А. Потапов, Ф. Р. Арсланов, Д. И. Железников Работа теплоаккумулятора в агрегатах трансмиссии автотракторной техники.	119
В. Н. Туркин Расчет тукосмесительной линии яровой пшеницы с учетом влагообеспеченности почвы в засушливые и влажные годовые периоды	125
В. М. Федоров, С. Е. Селифанов Анализ перспективных видов топлива для мобильной техники в предприятиях АПК	131
В. М. Федоров, С. Е. Селифанов Определение мощности пускового устройства в условиях низких температур для газового двигателя	137
А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев Кинематическое исследование почвообрабатывающего орудия плоскореза-глубококорыхлителя ПГ-3	143
К. Л. Шкляев, А. Л. Шкляев, И. И. Пчелин Модернизация барабанной картофельной сортировки	151

А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев
Почвообрабатывающее орудие
плоскорез-глубококорыхлитель с почвоуглубителями ПГ-3155

М. В. Якимов, А. А. Носков, Н. Н. Рогов
Машины и механизмы для выращивания
посадочного материала на дренированных почвах160

БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

**И. В. Бадретдинова, С. П. Игнатъев,
А. В. Храмешин, К. В. Анисимова**
Получение целлюлозосодержащего сырья из костры льна . . .165

**Т. Б. Бусыгина, И. В. Бадретдинова,
М. З. Салимзянов**
Льняной жмых как сырье
для получения растительного воска.172

М. Д. Волков, А. Б. Спиридонов
Разработка устройства для хранения сырья
пищевого 3D-принтера.176

Н. Г. Главатских
Оптимизация питания населения
Удмуртской Республики продуктами
функционального назначения180

**С. Б. Ильиных, К. В. Анисимова,
И. В. Бадретдинова, Т. С. Копысова**
Экспериментальные исследования
ультразвукового извлечения экстракта семян льна.188

Т. В. Колесникова, Р. Р. Шакиров, К. В. Анисимова
Интенсификация шоковой заморозки горбуши192

Т. Н. Сухарева
Разработка рецептуры и технологии производства
плавленого продукта с сыром «Грибной» 50,0 %
жирности с использованием молочной сыворотки
на предприятии ОАО «Орбита»196

В. Н. Туркин
Сравнительная оценка различных видов
тепловой кулинарной обработки мяса
и технологии Sous-vide для системы здорового питания201

А. Н. Филиппова, К. В. Анисимова, Р. Р. Шакиров
Исследование ультразвукового воздействия
на вакуумное замораживание пищевого сырья.208

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА МАШИН

Н. В. Гусева, В. И. Константинов
Определение момента инерции
маховика соломосилосорезки217

**И. А. Дерюшев, М. А. Савельева,
Д. А. Галицын, К. А. Кудрявцев**
Исследование коэффициента восстановления
скорости семян моркови при ударе220

**И. А. Дерюшев, М. А. Савельева,
Д. А. Галицын, Р. Р. Мухаметшин**
Исследование коэффициента трения
при движении семян моркови225

П. В. Дородов
Оптимальное проектирование разгрузочных отверстий
вблизи вершины растущей трещины в плоских деталях229

А. Г. Иванов, А. В. Костин, Д. Р. Смышляева, Р. Р. Хакимов
Определение закона движения подвижной части
сегментно-пальцевой косилки с приводом
Шумахера Pro-Drive 85MНv GK ASM04238

**А. В. Костин, А. Г. Иванов, А. П. Бодалев,
Д. Р. Смышляева, Р. Р. Хакимов**
Особенности восстановления зубчатых колес
методом 3D-печати243

**В. Ф. Первушин, М. З. Салимзянов,
В. И. Ширококов, К. Л. Шкляев, Е. А. Поздеев**
Технико-экономическая оценка технологии возделывания
картофеля в условиях малых форм хозяйствования248

В. А. Петров, М. А. Витвинова, В. И. Ширококов, В. Ф. Первушин Анализ факторов при исследовании вибросепаратора зерна . . . . .	.253
В. А. Петров Повышение трещиностойкости плоских деталей вблизи разгрузочных отверстий при оптимальном проектировании . . . . .	.256
М. З. Салимзянов, Д. А. Мокеев, М. Н. Калимуллин 3D-модель рамы сельскохозяйственной машины для культивации, окучивания и ботвоудаления в системе компас 3D . . . . .	.264
Е. П. Стрелкова, Д. А. Вахрамеев, А. А. Аношенков Организация оптимального объезда точек торговой сети автомобилями сельскохозяйственного предприятия . . . . .	.269
И. Т. Хакимов О снижении концентрации напряжений в плоских деталях с трещиной вблизи остановочного отверстия . . . . .	.273

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯХ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В. Д. Белова САПР как средство повышения эффективности процесса проектных работ . . . . .	.279
П. Э. Бочков, И. В. Никонов, Д. А. Листаров Исследование условий применения электроэнергии при борьбе с сорной растительностью . . . . .	.288
П. Э. Бочков, А. В. Сычков, С. А. Лепешкин Повышение эффективности сушильных установок путем снижения влажности воздушного потока . . . . .	.293
А. В. Булгакова, Р. Ю. Букин, Д. В. Лейкин Рациональные методы эксплуатации солнечных батарей в условиях агропромышленных предприятий . . . . .	.297

А. В. Булгакова, М. М. Дмитриев, И. Н. Ворганов Применение статистического анализа для диагностики работоспособности электрических сетей . . . . .	.302
И. П. Гордеев Когенерационные установки. . . . .	.307
А. В. Протасов, М. М. Дмитриев, Д. А. Листаров Аналитическое исследование причин технических нарушений в системе электроснабжения . . . . .	.311
А. В. Протасов, Р. А. Лукашкин, Д. А. Листаров Методы уменьшения гармонических искажений в электрической сети при эксплуатации частотных регуляторов . . . . .	.316
П. Б. Скрипкин, М. В. Кузнецов, А. В. Кухтин Эффективность применения осушения воздушного потока в сушильных установках . . . . .	.321
П. Б. Скрипкин, Р. А. Лукашкин, И. Н. Ворганов К вопросу минимизации потерь энергии при сушке продукции сельского хозяйства . . . . .	.325
С. О. Фатьянов, Т. В. Сиротина, И. Н. Соловьев Анализ электрифицированных методов снижения засоренности сельскохозяйственных угодий сорными растениями . . . . .	.330
С. О. Фатьянов, Т. В. Сиротина, И. Н. Соловьев Методы рационального применения тепловых насосов для процесса сушки . . . . .	.335

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ, ОТРАСЛЯМИ АПК

Е. Н. Дик, И. И. Багаутдинова Метод линейного программирования в задаче о получении прибыли . . . . .	.341
О. А. Донскова, Е. В. Ягупова Финансовая устойчивость организаций АПК: особенности и порядок диагностики . . . . .	.345

Г. Р. Иванова, Г. Г. Исламова, С. В. Прокофьева, Т. М. Шамсутдинова Пути применения компетенций направления «бизнес-информатика»	350
В. И. Макаров Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели в системе аграрного производства России	355
Е. П. Поликарпова Использование цифровых технологий для оформления результатов аудиторских процедур.	363
И. К. Родин Тенденции в изменении численности сельского населения в субъектах Северо-Западного федерального округа РФ	368
Л. И. Солдатова Анализ налоговой нагрузки и эффективность системы налогообложения	374
Ю. В. Чутчева, Т. И. Ашмарина Трансформация рынка сельскохозяйственной техники в условиях реализации ESG-принципов	382

ГУМАНИТАРНЫЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

С. А. Арсланбекова Об изучении прикладных программ в процессе решения практических задач	388
Е. А. Вострокнутова, А. Г. Иванов Исследование структуры мотивационной сферы студентов инженерных направлений аграрного вуза	391
А. Н. Гуляева, С. П. Басс Исследование мотивационной сферы студентов направления подготовки 36.03.02 Зоотехния УдГАУ.	397
О. И. Иванова, Г. Ю. Березкина Роль педагога и педагогической деятельности в формировании личности студента.	405

К. С. Иксанова, А. Ю. Закиров, Н. С. Кравченко Педагогика и педагогический процесс в современном образовании . . . . .	.409
Т. Г. Королева Инклюзивное обучение студентов в вузе с применением электронных курсов . . . . .	.414
Е. С. Лекомцева, И. А. Дерюшев Педагогическая эффективность преподавателей военных вузов . . . . .	.418
О. В. Марова, И. Т. Русских Оценка психологического климата в студенческом коллективе. . . . .	.424
Э. Ф. Мурзина Некоторые аспекты преподавания математики иностранным студентам в аграрном вузе . . . . .	.430
Д. А. Петров Роль деятельностных игр в повышении мотивации обучения у студентов ветеринарного факультета . . . . .	.435
А. А. Соловьева, Д. А. Галицын, А. Г. Иванов Цифровые технологии как инструмент обучения в современной системе образования . . . . .	.439
А. Н. Филиппова, Р. Р. Шакиров Роль педагога и педагогической деятельности в личностно-профессиональном становлении студента (на примере инженерного факультета) . . . . .	.443
И. Р. Хафизов, Н. А. Антропова, Е. М. Кислякова, Ю. В. Юсупова Формы контроля в дистанционном обучении вуза. . . . .	.450
Р. Р. Шакиров, А. В. Костин, Л. Я. Новикова, К. Л. Шкляев, К. В. Анисимова Совершенствование учебно-воспитательного процесса на инженерном факультете Удмуртского ГАУ . . . . .	.455

Научное издание

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ
СОВРЕМЕННОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО
КОМПЛЕКСА РОССИИ**

Материалы Национальной научно-практической конференции,
посвящённой памяти доктора технических наук,
профессора Леонида Михайловича Максимова

*14–15 декабря 2022 года
г. Ижевск*

Редактор И. М. Мерзлякова
Компьютерная верстка А. А. Волкова

Фото на обложке:
<http://tula.rostselmash.com/company/press/downloads/360>

Дата выхода в свет 27.12.2022 г. Объем данных 18,0 Мб.
Мин. сист. треб.: РС не ниже класса Pentium I; 32 Mb RAM;
свободное место на HDD 16 Мб.
Операционная система: Windows XP/7/8.
Програм. обеспечение: Adobe Acrobat Reader версии 6 и старше.
Удмуртский ГАУ.
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11.