

*Писать надо сразу беловик,
а в черновик он сам превратится.*

В.Н. Болтинский



Болтинский Василий Николаевич (1903-1977) — советский деятель науки, академик ВАСХНИЛ, профессор, доктор технических наук. Герой Социалистического Труда. При участии В. Н. Болтинского решались важные вопросы в области тракторостроения.

В. Н. Болтинскому удалось разработать предложения по совершенствованию типажа тракторов и технической политики в области тракторостроения.

Активно занимался вопросами развития тракторной энергетики. В 1948 году стал заведующим кафедрой «Тракторы и автомобили» МИМЭСХа.

Монография В. Н. Болтинского о работе тракторного двигателя при неустановившейся нагрузке была отмечена в 1952 году Сталинской премией.

В 1960-е годы возглавил работы по решению государственной проблемы — «Повышение рабочих скоростей движения машинно-тракторных агрегатов».

В педагогической деятельности В. Н. Болтинский опирался на исследования своих учеников и на собственные труды. Его учебник по автотракторным двигателям выдержал семь изданий в СССР, также был издан в других странах.

С 1968 года по 1971 год был вице-президентом ВАСХНИЛ. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 4 января 1974 года за большие заслуги в научно-производственной деятельности в области сельскохозяйственного машиностроения и механизации сельского хозяйства и в связи с 70-летием со дня рождения В. Н. Болтинскому присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Автор около 100 научных трудов, среди них 5 учебников и 16 книг.

ЧТЕНИЯ АКАДЕМИКА В.Н. БОЛТИНСКОГО

СБОРНИК СТАТЕЙ



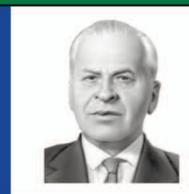
ЧТЕНИЯ АКАДЕМИКА В.Н. БОЛТИНСКОГО

Научно-практическая конференция,
посвященная 90-летию
Шарова Николая Михайловича



Семинар

- Семинар
- Москва
- 2024



ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА
ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ ИМЕНИ В. П. ГОРЯЧКИНА
КАФЕДРА ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

**ЧТЕНИЯ
АКАДЕМИКА
В. Н. БОЛТИНСКОГО**

Научно-практическая конференция,
посвященная 90-летию Шарова Николая Михайловича

Сборник статей

Москва
ООО «Сам Полиграфист»
2024

УДК 378.4:001:63(092)

ББК 74.48

Ч 77

Под редакцией:

Дидманидзе Отари Назировича – академика Российской академии наук, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой тракторов и автомобилей Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»;

Пуляева Николая Николаевича – кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры тракторов и автомобилей Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Ч 77 Чтения академика В. Н. Болтинского:

сборник статей / Научно-практическая конференция, посвященная 90-летию Шарова Николая Михайловича (Москва, 23-24 октября 2024 года); под ред. О. Н. Дидманидзе, Н. Н. Пуляева. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – 522 с.

ISBN 978-5-00227-402-4

В сборнике представлены результаты актуальных научных исследований ученых, докторантов, преподавателей и аспирантов по результатам научно-практической конференции, посвященной 90-летию Шарова Николая Михайловича, проведенной в рамках постоянно действующего семинара **«Чтения академика В. Н. Болтинского»**.

Сборник предназначен для научных сотрудников и преподавателей высших учебных заведений. Может использоваться в учебном процессе, в том числе в процессе обучения аспирантов, подготовки магистров и бакалавров в целях углубленного рассмотрения соответствующих проблем.

Все статьи сборника прошли рецензирование, сохраняют авторскую редакцию, всю ответственность за содержание несут авторы.

УДК 378.4:001:63(092)

ББК 74.48

ISBN 978-5-00227-402-4

© ООО «Сам Полиграфист», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

О. Н. Дидманидзе, Р. С. Федоткин, В. А. Крючков, Н. И. Дегтярев, Д. М. Дудин Стабилизатор тангенциальной устойчивости для тракторов тягового класса 1,4	13
М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев, И. Ю. Игнаткин, Д. М. Скороходов Роль общетехнических дисциплин в подготовке инженеров будущего	21
А. Г. Абаимов, А. С. Гузалов (научный руководитель) Послеуборочные потери при транспортировке и хранении свежих овощей и фруктов	27
Д. К. Абросимов, Н. И. Дегтярев (научный руководитель) Разработка электрогидравлического привода для мини-трактора.....	32
О. С. Акименко, С. М. Михайличенко (научный руководитель) Обзор и анализ моделей тракторов фирмы ZOOMLION, импортируемых в Россию в 2023 году.....	39
И. Е. Александрова, А. В. Лавров (научный руководитель) Обзор и анализ моделей тракторов фирмы LOVOL, импортируемых в Россию в 2023 году.....	44
Д. В. Анашин Агрокибернетика и цифровые технологии в тракторах и автомобилях.....	49
С. А. Анкудинова, Е. А. Баранов, В. Р. Стофарандов, В. Е. Коноплев (научный руководитель) Определение физико-химических свойств металлоплакирующей присадки в составе моторного масла	55
А. В. Бахарева, Д. А. Филимонов (научный руководитель) Определение воздействия электрического поля на эвтрофикацию водоёмов.....	61
М. К. Бисенов Перспективы и проблемы электрификации транспортно-технологических машин для сельского хозяйства.....	67
С. А. Блинова, Г. Н. Темасова (научный руководитель) Оценка технико-экономического уровня применения электроцентробежных насосов	79

М. Н. Бобров, М. М. Прокофьев, И. Ю. Игнаткин (научный руководитель) Критерий выбора типа аэродинамического насадка для приточных вентиляционных систем в животноводстве.....	85
Н. А. Бредихин, С. М. Ветрова (научный руководитель) Анализ коррозионно-механических разрушений сельскохозяйственных машин	89
К. Я. Вергазова, О. А. Леонов (научный руководитель) Обоснование целесообразности использования цифровых средств изменений при обработке коленчатых валов под ремонтный размер	93
Д. Д. Волков, С. Н. Десянин (научный руководитель) Беспилотные летательные аппараты и их использование в АПК	98
А. А. Гайворонская, Ю. Г. Вергазова (научный руководитель) Разработка модели интегрированной системы менеджмента организации на основе ГОСТ Р ИСО 9000-2015 и ГОСТ Р 56404 –2015	105
Д. И. Герасимова, О. Н. Дидманидзе (научный руководитель) Исследование конструкций редукторов высевающих аппаратов высокопроизводительных посевных комплексов.....	111
П. В. Голиницкий, У. Ю. Антонова, Э. И. Черкасова Оптимизация системы принятия решений при ремонте	119
П. В. Голиницкий, А. Н. Самордин, В. О. Леонов Выбор средств измерений для контроля качества обработки шпек распределительного вала двигателя ЗМЗ под ремонтный размер.....	123
Н. С. Горохова, О. А. Ступин (научный руководитель) Разработка участка по 3D технологиям обратного прототипирования.....	128
Е. М. Гридасов, И. А. Тимофеев, Т. Н. Толстоухова (научный руководитель) Способы снижения расхода пара в системе запаривания кормов.....	132
Л. А. Гринченко Контроль соосности валов редукторов картофелеуборочного комбайна КПК-2-01 методом компенсации	139
Н. А. Федяев Цифровизация в автомобильном сервисе	145

А. М. Дуленков, О. М. Лапсарь (научный руководитель) Аспекты применения побочного сырья мясной отрасли	150
В. В. Егоров, Ал-Жавхар Али Еззат Махди Анализ влияния давления подъема иглы форсунки на состав выхлопных газов дизеля	155
П. В. Ермакова, Р. Н. Дидманидзе (научный руководитель) Контроль экологических показателей при обслуживании машин в полевых условиях	160
В. К. Зимогорский Использование гистограммы для анализа результатов дефектации коренных опор двигателей ЯМЗ при ремонте.....	166
Я. К. Зимогорский Анализ существующих методов оценки качества технологического оборудования	171
И. С. Козыренко, С. П. Казанцев (научный руководитель) Восстановление и упрочнение режущих элементов крестовых ножей в мясопереработке	177
А. А. Кривашев, Т. В. Меркелова, А. В. Куриленко (научный руководитель) Диагностирование состояния электробатарей на примере приложения Elithion Lithiumate	182
Н. С. Кривых Методика определения крутящего момента на колесе	187
В. В. Лазарь, В. К. Зимогорский, Д. О. Леонов Состояние и потребность в технологическом оборудовании на машиностроительных и ремонтных предприятиях АПК.....	197
В. О. Леонов, Ю. Г. Вергазова (научный руководитель) Использование цифровых средств измерений при контроле диаметров клапанов двигателей ЯМЗ	204
Д. О. Леонов, Н. Ж. Шкаруба (научный руководитель) Формирование погрешностей измерений крутящего момента на гидравлических тормозных устройствах современных стандов.....	210
О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова Расчет параметров разбраковки при контроле коренных шеек коленчатых валов микрометрами	215

Д. И. Лесунов, А. А. Манохина (научный руководитель) Обзор и анализ моделей тракторов фирмы УТО, импортируемых в Россию в 2023 году.....	220
Н. А. Майстренко, Р. Н. Дидманидзе, А. А. Вехов Динамический анализ элементов баланса времени смены транспортно-технологических агрегатов.....	225
Т. А. Медхн, А. Г. Левшин Анализ эффективности сеялки с использованием данных мобильного отслеживания: ферма Целот, Эритрея	229
М. М. Михалев, С. А. Андреев (научный руководитель) Автоматизация кавитационного пастеризатора молока.....	237
Е. А. Музалев, Е. С. Сытьков, А. А. Вехов А. М. Пикина (научный руководитель) Определение влияния присадки к моторному маслу на характеристики ДВС	241
С. И. Некрасов, А. С. Апатенко Влияние показателей надежности транспортных машин на эффективность процесса перевозки сельскохозяйственной продукции	246
А. В. Нестеренко, Е. А. Шабаев, В. Н. Беленов, Н. Е. Пономарева Автоматизация поточной линии приготовления кормов на основе МИКРО-ПЛК ПР200	251
Г. А. Нестеркин Разработка системы ремонтных размеров вала соединения вал – манжета	258
П. С. Нечаева, А. В. Евграфов (научный руководитель) Определение влияния дизельного топлива на вероятность возникновения торфяных пожаров.....	262
А. А. Никитина, В. А. Луханин Исследование эффективности разбросного посева зерновых культур.....	268
Е. Д. Огнева Цифровизация тракторостроения: от автоматизации до искусственного интеллекта	275

А. А. Орехов, Д. Р. Ариффулина, В. В. Петрушина, Е. А. Овсянникова (научный руководитель) Применение электроимпульсных технологий в АПК	280
Д. С. Павин, Н. С. Пешков, И. Р. Голубцов, Н. А. Шевкун (научный руководитель) Пути расширения функционала устройств для поддержания микроклимата в животноводческих помещениях.....	286
М. И. Панчук, О. А. Ступин (научный руководитель) Модернизация ковша фронтального погрузчика механизмом саморазгрузки	291
В. С. Парашин, Д. С. Хабарина, Н. Н. Пуляев (научный руководитель) Диагностика повреждений топливных форсунок двигателя автомобиля	294
Н. В. Перевозчикова, Е. А. Петухов, А. В. Катаев Обзор конструкции электромотор-колес для транспортных средств.....	300
К. В. Полетаев, А. Н. Симоненко Развитие систем автопилотирования в России	306
В. А. Полищук Модернизация системы управления грейдера с применением системы ГЛОНАСС.....	312
И. А. Попов, Ю. Г. Иванов Система мониторинга начала родов у коров.....	318
В. Е. Прибытко, Д. А. Москвичев (научный руководитель) Основные направления использования беспилотных летательных аппаратов в агропромышленном комплексе.....	322
М. М. Прокофьев, М. Н. Бобров, И. Ю. Игнаткин (научный руководитель) Модульный охладитель-дезинфектор	327
Д. А. Пупкова Усовершенствование конструкции редуктора картофелеуборочного комбайна КПК-2-01	333
Н. В. Радайкина, Д. А. Москвичев Перспективы использования аддитивных технологий в агропромышленном комплексе.....	337

А. В. Сарычев, Н. В. Перевозчикова, О. Ф. Чупров Современное состояние технического и технологического обеспечения агропромышленного комплекса	342
Ю. Д. Семенов, С. К. Тойгамбаев (научный руководитель) Стенд для испытания главной передачи	347
С. С. Сергеев, Д. А. Белугина, Е. А. Овсянникова (научный руководитель) Способы повышения эффективности передачи и распределения электроэнергии	354
Д. М. Скороходов, Тидиан Гей Шейх Модернизация технологического процесса мойки ленточных транспортеров	359
К. А. Смирнов, В. И. Пляка (научный руководитель) Высевающий аппарат для травяной сеялки	365
М. А. Соловьёв, С. С. Гусев (научный руководитель) Использование программ 3D-моделирования для тестирования моделей шнеков в различных условиях	370
М. А. Соловьёв, В. А. Крючков (научный руководитель) Обоснование параметров конструкции шнекового рабочего органа для обработки почвы	376
М. А. Стебунова, С. Н. Десянин (научный руководитель) Использование отходов растениеводства на топливные цели МЭС	383
К. С. Сухомлинов, Г. Е. Митягин (научный руководитель) Совершенствование технического обслуживания и ремонта транспортных средств с использованием технологий дополненной реальности	388
Е. С. Сытьков, Н. В. Серов Восстановление герметичности радиаторов ДВС тракторов и автомобилей	393
И. С. Сытьков, А. Ю. Фомин (научный руководитель) Система управления поворотом полуприцепа	398
А. Ю. Сюсюков, А. С. Барчукова (научный руководитель) Влияние минеральных удобрений на надежность сельскохозяйственной техники	403

Г. Н. Темасова

Перспективы внедрения системы мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса 407

С. М. Федорова, Н. Н. Пуляев (научный руководитель)

Применение БПЛА в сельском хозяйстве 413

Д. С. Федоткина, Д. М. Дудин (научный руководитель)

Особенности применения беспилотного транспортного средства в логистике сельскохозяйственного производства 418

Д. С. Хабарина, В. С. Парашин, В. Л. Пильщиков (научный руководитель)

Интеллектуальные транспортные системы и логистические ресурсы для предприятий грузовых автомобильных перевозок 425

Е. В. Чернов, С. И. Некрасов (научный руководитель)

Разработка сервиса по оказанию услуг кузовного ремонта 431

Е. А. Черномурова, Ю. Г. Вергазова (научный руководитель)

Метрологическое обеспечение входного контроля шатунов двигателя ЯМЗ 238 435

Н. А. Шевкун

К вопросу об организации водоиспарительного охлаждения в рекуперативной теплоутилизационной установке 441

Н. В. Шелест, А. В. Евграфов (научный руководитель)

Применение адаптивной подвески для сельскохозяйственной техники 447

А. В. Шкалыгин, И. С.-Х. Мусаев (научный руководитель)

Повышение эффективности логистики автомобильного транспорта 452

Ю. А. Гаврикова, С. П. Рудобаишта (научный руководитель)

Опреснение морской воды в малых хозяйствах России, находящихся на побережье Черного и Каспийского морей 458

М. И. Логинова, Е. С. Кононенко, Д. С. Карлаков (научный руководитель)

Элемент Пельтье. Эффект Пельтье, эффект Зеебека 463

М. А. Нестеров, Ф. А. Жуков, О. В. Леиштаев (научный руководитель)

Повышение эффективности работы солнечной фотоэлектрической установки 468

А. А. Николаенко, М. И. Логинова, А. А. Цедяков (научный руководитель)

Электропорация. Принцип работы электропоратора 472

И. А. Поляков, С. И. Белов (научный руководитель) Симметрирование режимов работы четырехпроводной линии электропередач	477
А. В. Рабонец, Д. А. Нормов (научный руководитель) Электротехнология осветления виноградного вина	483
К. П. Ртищев, С. И. Белов (научный руководитель) Гравитационные аккумуляторы. Преимущества и недостатки	489
Е. Р. Сальникова, Е. А. Федоренко (научный руководитель) Использование нейронных сетей для повышения эффективности электроозонных технологий	494
А. О. Сапрыкин, А. А. Цедяков (научный руководитель) Применение тепловых насосов для отопления зданий и сооружений	499
Е. А. Селиванов, А. А. Локтионов, Р. П. Зеленков, К. А. Гарькавый (научный руководитель) Повышение эффективности газовых котлов электро-озонированием	507
А. М. Штуко, Д. И. Коверда, В. И. Загинайлов (научный руководитель) Анализ показателей энергоэффективности производства электроэнергии на тепловых электростанциях	512
А. К. Шустова, Ю. А. Судник (научный руководитель) Новый метод автоматического управления температурным режимом теплицы.....	518

Духовной красоты ученый и педагог



Николай Михайлович Шаров – учёный и педагог, который внёс значительный вклад в развитие науки как новатор в области математического моделирования характеристик машинно-тракторных агрегатов в процессе эксплуатации и оптимизации организации технологических комплексов. Он предложил новый метод исследования параметров сложных механических систем, основанный на использовании безразмерных величин.

Его научные исследования и педагогическая деятельность оставили яркий след в истории кафедры и в сердцах его учеников.

Николай Михайлович Шаров родился 14 декабря 1934 года и ушёл из жизни 30 мая 1983 года. За свою короткую, но насыщенную жизнь он успел достичь многого.

Сын вологодского колхозника, познавший действительный сельский труд, посвятил свою жизнь избранной цели – облегчить труд крестьянина.

В 1958 году Николай Михайлович Шаров с отличием окончил Московский институт механизации и электрификации сельского хозяйства и начал свою карьеру в качестве старшего научного сотрудника Центральной машиноиспытательной станции в городе Солнечногорске Московской области. Затем он работал главным инженером опытно-показательного хозяйства того же района.

С 1961 по 1965 год Николай Михайлович обучался в аспирантуре на кафедре почвообрабатывающих машин под руководством академика Желиговского Владислава Александровича.

После защиты кандидатской диссертации он продолжил работу в ЦМИСе. В 1966 году он был направлен на годичную научную стажировку в США, где повышал квалификацию, изучая вопросы эксплуатации машинно-тракторного парка.

В 1967 году Николай Михайлович Шаров был избран на должность доцента кафедры Эксплуатации машинно-тракторного парка, а в 1971 году стал деканом факультета механизации сельского

хозяйства. С 1979 года он возглавлял кафедру ЭМТП, а с 1983 года занимал должность проректора по научной работе.

Николай Михайлович был высококвалифицированным преподавателем, талантливым администратором и организатором. Он учил студентов коммуникабельности, трудолюбию, скромности и другим качествам высокообразованного и культурного человека.

Николай Михайлович создал новый учебный курс «Основы проектирования оптимальной организации сельскохозяйственных процессов» и написал по нему учебные пособия. Его проблемное изложение дисциплины и хорошие знания предмета позволили считать его одним из лучших лекторов вуза.

За свою научную и производственную деятельность Николай Михайлович опубликовал более 150 научных работ в нашей стране и за рубежом. В январе 1983 года он успешно защитил докторскую диссертацию. Под его руководством выполнили и защитили диссертационные работы 9 аспирантов, в том числе два иностранца.

Николай Михайлович активно участвовал в общественной и партийной жизни вуза и Тимирязевского района города Москвы. Его отличали принципиальность, честность, скромность, высокая требовательность к себе, дисциплинированность, чуткость и внимательное отношение к людям.

За свои достижения в работе Шаров Николай Михайлович был награждён орденом «Знак Почёта», серебряной медалью ВДНХ СССР, знаками «Отличник высшего образования» и «Отличник «Союзсельхозтехники», а также почётными грамотами.

Николай Михайлович Шаров оставил после себя научную школу, которую продолжили его последователи: академик Российской академии наук, д.т.н., профессор Дидманидзе Отари Назирович, д.т.н., профессор Скороходов Анатолий Николаевич, д. т. н., профессор Левшин Александр Григорьевич, к.т.н., доцент Козырев Виктор Григорьевич и многие другие.

*Доктор технических наук, профессор
Александр Григорьевич Левшин*

СТАБИЛИЗАТОР ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ ТРАКТОРОВ ТЯГОВОГО КЛАССА 1,4

**О. Н. Дидманидзе, Р. С. Федоткин, В. А. Крючков,
Н. И. Дегтярев, Д. М. Дудин**

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье представлена конструкция стабилизатора тангенциальной устойчивости тягово-гусеничного модуля для сельскохозяйственного трактора тягового класса 1,4. Проведен расчет напряженно-деформированного состояния элемента крепления стабилизатора тангенциальной устойчивости с корпусом бортового редуктора. Разработанная конструкция кронштейна является связующим элементом рамы автотракторной техники и тягово-гусеничного модуля.*

***Ключевые слова:** тягово-гусеничный модуль, ограничитель переворота ТГМ, стабилизатор тангенциальной устойчивости, напряженно-деформированный расчет.*

TANGENTIAL STABILITY STABILIZER FOR TRACTORS OF TRACTION CLASS 1,4

**O. N. Didmanidze, V. A. Kryuchkov, R. S. Fedotkin,
N. I. Degtyarev, D. M. Dudin**

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article presents the design of the tangential stability limiter of the traction-track module for an agricultural tractor of traction class 1,4. The stress-strain state of the fastening element of the tangential stability stabilizer with the axial gear housing is calculated. The developed bracket design is a connecting element of the frame of the automotive and tractor equipment and the traction-track module.*

***Keywords:** traction-track module, traction-track module rollover limiter, tangential stability stabilizer, stress-strain calculation.*

Введение

Тягово-гусеничный модуль (далее – ТГМ), представлен широким конструктивным разнообразием, в том числе в части крепления к машине. Так, в тракторах конструкция рамы отличается в зависимости от производителя, тягового класса и т.д. Это влечет за собой ограничения в унификации конструкции ТГМ [1-3].

Помимо этого, для оптимизации уже существующих конструкций ТГМ, необходима проработка и изменение составных узлов, что влечет изменения способа или места крепления ТГМ к трактору. В связи с этим производители стараются учитывать и прорабатывать узлы соединения ТГМ и несущей рамы машины.

Пример такого узла – стабилизатор тангенциальной устойчивости или ограничитель переворота тягово-гусеничного модуля. Главная роль ограничителя переворота заключается в перераспределении крутящего момента при начале и остановке автотракторной техники, осуществление жесткой связи между ТГМ и несущими конструкциями машин [4, 5].

При разработке новых ТГМ, учитывают передовой опыт использования внедорожной техники и реализации унифицированного ограничителя переворота.

Цель работы

Разработать унифицированный вариант ограничителя переворота ТГМ для тракторов тягового класса 1,4. Провести расчет напряженно-деформированного состояния кронштейна крепления ограничителя переворота с корпусом бортового редуктора. Выявить и оптимизировать конструкцию.

Методика исследования

Анализ научно-технической литература, обзор патентов, справочников по конструкциям внедорожных транспортных средств. Использование пакета программно-аппаратного комплекса CAD, САМ-систем, для проведения расчетов напряженно-деформированного состояния, топологическая оптимизация конструкции.

Результаты исследования

Разработанный передний ограничитель переворота гусеничного модуля служит для предотвращения проворачивания ТГМ автотракторной техники в момент резкого скачка крутящего момента (начало движения) вокруг оси крепления модуля к трактору. Это происходит при начале движения трактора, когда момент создаваемый на выходном валу и соответственно переданный звездочке гусеничного модуля, приводит в движение гусеничный движитель. Но так как площадь пятна контакта, а как следствие и коэффициент сцепления, у резиноармированной гусеницы в данном модуле выше, чем коэффициент сцепления обычного колеса, момент, приводящий в движение механизм гусеничного модуля распределяется между двумя силами: для преодоления силы трения покоя, и для того, чтобы оторвать ТГМ от земли. Для

предотвращения этого, существуют ограничители переворота ТГМ [6-8].

Устройство ограничителя переворота

Внешний вид ограничителя переворота переднего ТГМ трактора тягового класса 1,4 представлен на рисунке 1.

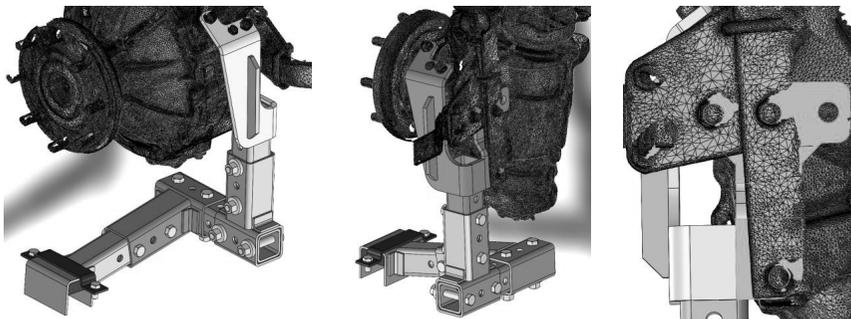


Рисунок 1 – Внешний вид переднего ограничителя переворота в сборе с узлом трактора

Передний ограничитель переворота состоит из четырех модулей (рисунок 1). Каждый модуль имеет сварное соединение по контуру контакта и дополнительно усилен сваренными ребрами жесткости из листового металла.

Конструкция предусматривает сборку и регулирование размещения крепежных частей по 3 осям для возможности изменения расположения крепления в корпусе ТГМ, что позволяет регулировать и подбирать нужное расстояние в зависимости от особенности расположения и конструкции ТГМ.

Важная часть ограничителя переворота, это кронштейн крепления ограничителя к трактору. Кронштейн является связующим звеном с трактором, в связи с чем была проработана конструкция таким образом, чтобы минимизировать последствия высокого изгибающего момента, была усилена наиболее подверженная часть кронштейна ребром жесткости и установлена квадратная труба для крепления к основным сборочным частям ограничителя переворота (рисунок 2).

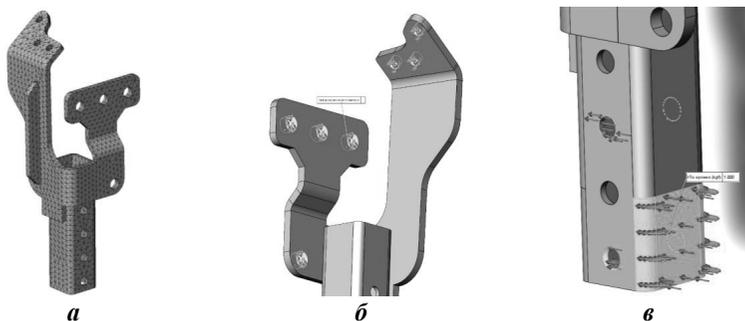


Рисунок 2 – Общий вид кронштейна в сборе с ребром жесткости и квадратной трубой:

a – сетка расчета конечно-элементного анализа элемента; *б* – места закрепления поверхностей зафиксированной геометрии; *в* – грани приложения силы

Фиксация деталей происходила по всем отверстиям в кронштейне (рисунок 2б) для имитации болтового соединения (места болтовых соединений представлены на рисунке 1). Векторы сил, приложенных к боковой части кронштейна, имитируют упор прилегающей грани квадратной трубы большего размера. Вектор сил, приложенных к граням отверстия, имитируют болтовое крепление ограничителя переворота.

Ребро жесткости, приваренное к наружной части кронштейна, предотвращает изгиб при нагрузке и позволяет снизить допустимую толщину листа кронштейна.

После проведенного анализа напряженно-деформированного состояния были получены эпюры напряжений и распространение напряженного состояния металла по всей конструкции (рисунок 3).

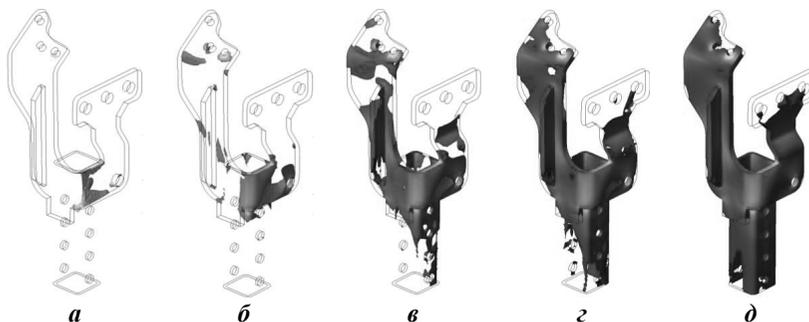


Рисунок 3 – Карта распределения напряжений в зависимости от границ минимального напряжения:

a – 100 МПа; *б* – 50 МПа; *в* – 30 МПа; *г* – 20 МПа; *д* – 10 МПа

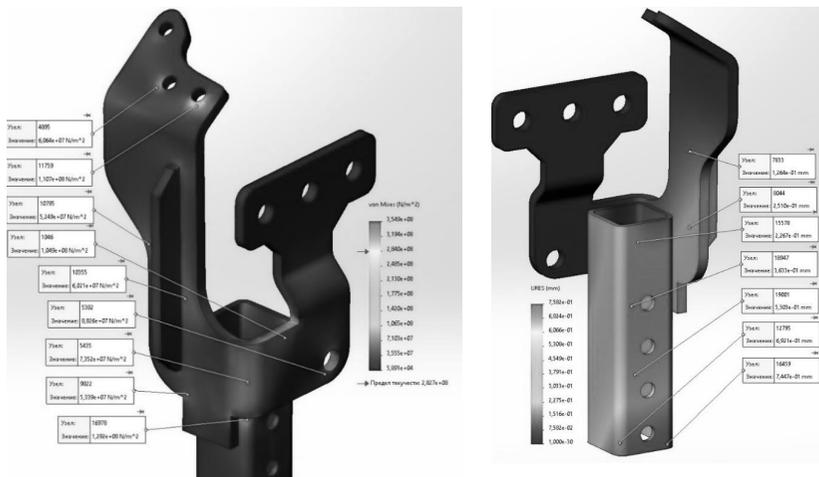


Рисунок 4 – Карта напряженно-деформированного состояния узла крепления стабилизатора тангенциальной устойчивости к корпусу редуктора моста

Таблица 1 – Данные напряженно-деформированного расчета при статической нагрузке в 1000 кг·с

№	Номер узла	Расчет напряжения	№	Номер узла	Перемещение
1	4895	60,64 МПа	1	7833	0,1264 мм
2	11759	110,7 МПа	2	8044	0,2510 мм
3	10795	52,49 МПа	3	15578	0,2267 мм
4	1046	606,4 МПа	4	18947	0,3633 мм
5	10355	60,64 МПа	5	19001	0,5303 мм
6	5382	60,64 МПа	6	12795	0,6921 мм
7	5435	60,64 МПа	7	16459	0,7447 мм
8	9822	60,64 МПа			
9	16978	606,4 МПа			
Предел текучести		282,7 МПа			

Выводы

Анализ проведенного расчета напряженно-деформированного состояния узла крепления стабилизатора тангенциальной устойчивости показал удовлетворение по пределу текучести конструкции. Эпюра напряжений показывает, что при значении в 200 МПа начинает распространяться площадь поглощаемого напряжения в центральном изгибе кронштейна. При значении 100 МПа – 50 МПа (рисунок 3 – б-в) точки распространения напряжений по области включают верхнее крепление кронштейна к корпусу редуктору колеса и места сгиба

металла. Имеются локальные очаги, превышающие условия запаса прочности по текучести.

На основании проведенного расчета предложена конструкция стабилизатора тангенциальной устойчивости ТГМ для трактора тягового класса 1,4. Конструкция позволяет подбирать расположение и регулировать высоту, ширину и расстояние между ограничителем переворота в зависимости от особенности конструкции. Изменяя нижнюю часть сборной конструкции, можно осуществлять фиксацию любого модуля ТГМ в зависимости от необходимых точек крепления, подходящий под габариты трактора тягового класса 1,4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Съемная гусеничная ходовая система ведущего моста сельскохозяйственного трактора класса 0,9 / О. Н. Дидманидзе, Р. С. Федоткин, В. А. Крючков, Н. И. Дегтярев // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 12. – С. 142-148.
2. Абишев, К. К. К вопросу выбора типа и конструкции гусениц тягово-транспортной машины / К. К. Абишев, А. Д. Сулейменов, К. Б. Асыллова // Наука и техника Казахстана. – 2023. – № 2. – С. 103-112.
3. Перспективы развития тракторостроения в России / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев, М. М. Прокофьев // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 5(311). – С. 2-7. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-5-2-7.
4. Роботизированное транспортное средство с минимальным воздействием на окружающую среду / Р. С. Федоткин, Н. И. Дегтярев, К. С. Дмитриев, А. С. Овчаренко // Экология промышленного производства. – 2021. – № 4(116). – С. 59-63.
5. Дидманидзе, О. Н. Трактор с комбинированной энергоустановкой / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, В. С. Иволгин // Сельский механизатор. – 2008. – № 11. – С. 6-7.
6. Гидрофицированное амортизационно-натяжное устройство с автоматизированной системой управления для гусеничных ходовых систем тракторов / Р. С. Федоткин, В. А. Крючков, А. С. Овчаренко, К. А. Богданов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 17-28.
7. К обоснованию применения гусеничных машин в условиях Дальнего Востока / М. В. Канделя, А. В. Липкань, В. Н. Рябченко, В. В. Самуйло // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 2(46). – С. 159-167.
8. Дудин, Д. М. Разработка автоматизированной системы адаптации колесного движителя автомобилей и тракторов к почвенно-климатическим условиям / Д. М. Дудин // Сборник трудов, приуроченных к 76-й Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 155-летию со дня рождения В. П. Горячкина, Москва, 14-17 марта 2023 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2023. – С. 20-23.

9. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.

10. Методика проектирования ведущих колес цевочного зацепления с резиноармированными гусеницами тяговых и транспортных машин / Р. С. Федоткин, В. А. Крючков, В. Д. Бейненсон, В. Л. Парфенов // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 3. – С. 24-32.

11. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.

12. Keller, T. Stress distribution and soil displacement under a rubber-tracked and a wheeled tractor during ploughing, both on-land and within furrows / T. Keller, A. Trautner, J. Arvidsson // Soil & Tillage Research. – 2002. – Vol. 68. – P. 39-47.

Об авторах:

Дидманидзе Отари Назирович, заведующий кафедрой тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, профессор, академик РАН, didmanidze@rgau-msha.ru.

Федоткин Роман Сергеевич, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, fedotkin@rgau-msha.ru.

Крючков Виталий Алексеевич, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, v.kryuchkov@rgau-msha.ru.

Дегтярев Никита Иванович, ассистент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), n.degtyarev@rgau-msha.ru.

Дудин Даниил Максимович, ассистент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), d.dudin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Otary N. Didmanidze, Head of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, didmanidze@rgau-msha.ru.

Roman S. Fedotkin, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural

Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), fedotkin@rgau-msha.ru.

Vitaliy A. Kryuchkov, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), v.kryuchkov@rgau-msha.ru.

Nikita I. Degtyarev, assistant of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), n.degtyarev@rgau-msha.ru.

Daniil M. Dudin, assistant of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), d.dudin@rgau-msha.ru.

РОЛЬ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ БУДУЩЕГО

М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев, И. Ю. Игнаткин, Д. М. Скороходов
*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация*

***Аннотация.** Изложено становление агроинженерного образования в Российской Федерации. Роль естественно-научных общетехнических дисциплин в инженерной подготовке кадров. Изложены проблемы и задачи агроинженерного образования.*

***Ключевые слова:** агроинженерное образование, общетехнические дисциплины, инженер будущего, В. П. Горячкин, РГАУ-МСХА, кадры.*

THE ROLE OF GENERAL TECHNICAL DISCIPLINES IN THE TRAINING OF ENGINEERS OF THE FUTURE

M. N. Erokhin, S. P. Kazantsev, I. Yu. Ignatkin, D. M. Skorokhodov
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article describes the development of agricultural engineering education in the Russian Federation. The role of natural science general technical disciplines in engineering training. The problems and tasks of agricultural engineering education are described.*

***Keywords:** agricultural engineering education, general technical disciplines, engineer of the future, V. P. Goryachkin, RGAU-MSHA, personnel.*

Становление агроинженерного образования в России начинается со дня организации Московского сельскохозяйственного института (февраль 1894 г.) на базе закрываемой в тот период Петровской земледельческой и лесной академии. К этому времени в сельском хозяйстве произошли серьёзные изменения. Из-за рубежа стали поступать сложные сельскохозяйственные машины, появляться разработки отечественных умельцев. Развивались теоретические науки по машиноведению. Было очевидно, что без инженерных кадров невозможно активизировать работу по эффективному использованию сельскохозяйственной техники, по разработке новых машин. Поэтому при организации института было решено инженерное дело выделить в отдельную специальность.

В положении об институте, утверждённом императором, говорится: «Московский сельскохозяйственный институт имеет целью доставлять учащимся в нём высшее образование по сельскому хозяйству и по сельскохозяйственному инженерному искусству. Сообразно с ним институт подразделяется на два отделения: сельскохозяйственное и сельскохозяйственно-инженерное» (Известия МСХИ. – М. 1985. Кн.1 и 2, с.1). В этом же положении были прописаны правила приёма в институт. В отличие от академии, куда принимались студенты без экзаменов, независимо от уровня их образования, в институт разрешалось принимать лиц, имевших высшее и среднее образование, причем предпочтение отдавалось первым. В первый же год приёма (1894 г.) в числе поступивших на обучение 28 % имели диплом о высшем образовании. Обучение было платное, государство брало на себя содержание 10 % студентов от общей численности.

Студенты, обучающиеся за государственный счет, должны были работать на государственной службе по направлению столько лет, сколько учились на казённом содержании.

Следует отметить, что становление инженерного отделения на первых порах сопровождалось большими трудностями. Из-за неопределённости молодёжь не стремилась обучаться инженерному делу. Из 8 студентов, поступивших на инженерное отделение в 1897 году, только три завершили обучение [1].

В 1904 году на Совете института был поставлен вопрос: «Может ли сельскохозяйственно-инженерное отделение продолжить существовать в теперешнем виде, и если не может, то должно ли оно быть совсем закрыто или преобразовано?...» (Известия МСХИ. – М., 1904. Кн.4, с.139). Совет единодушно проголосовал за сохранение инженерного отделения. Для улучшения качества обучения было предложено увеличить срок обучения на инженерном отделении до 5 лет, ввести в учебный план ряд новых дисциплин и увеличить внимание практической подготовке. Для разработки предложений, по инициативе В. П. Горячкина, на Совете была утверждена комиссия по улучшению работы отделения. По предложению комиссии, для усиления теоретической подготовки студентов были открыты кафедры математики, начертательной геометрии, теоретической механики, гидравлики и практической механики. Был увеличен штат преподавателей. Для преподавания на инженерном отделении теоретических и общетехнических дисциплин приглашались видные учёные и лучшие выпускники Московского государственного университета, Императорского

Московского технического училища (МГТУ им. Н.Э. Баумана). Для чтения курса теоретической механики был приглашен профессор Мерцалов Н. И., курса механики и гидравлики – Аппельрот Г. Г. и др. У истоков становления агроинженерного образования стояли В. П. Горячкин, В. В. Вильямс, Н. И. Мерцалов, М. Г. Евреинов и другие [2].

Преемниками школы В. П. Горячкина стали В. Н. Болтинский, В. А. Желиговский, Б. С. Свиршевский, Н. И. Клёнин, Н. М. Шаров, Ю. А. Конкин, И. Ф. Бородин и другие [3]. Работая деканами, заведующими кафедрами, они принимали непосредственное участие в разработке учебных планов, рабочих программ, подборе и воспитании кадров. Имея фундаментальную физико-математическую и специальную подготовку, они понимали, что общетехнические дисциплины закладывают базовые знания и умения будущего специалиста.

Начертательная геометрия и инженерная графика – база для выполнения машиностроительных чертежей.

Теоретическая механика и ТММ – дают возможность определять законы движения деталей машин и нагрузки, действующие на эти детали.

Сопроотивление материалов – обеспечивает расчёты деталей машин на прочность, жёсткость, устойчивость.

Детали машин, ОК и ПТМ – знакомят студентов с современными методами инженерных расчётов и конструирования типовых деталей машин.

Поэтому практически во всех учебных планах «доперестроечного» времени достаточно большое количество только аудиторных часов отводилось на изучение математики, физики, общетехнических дисциплин. Например, в плане 1948 г. на изучение математики отводилось 364 аудиторных часа, физики – 220 ч, теоретической механики – 220 ч.

В целом, на изучение общетехнических дисциплин отводилось более 800 часов. Кафедрами общетехнических дисциплин длительное время заведовали известные учёные с мировым именем: теоретической механики и ТММ – Н. И. Мерцалов, Б. И. Турбин; сопротивления материалов – И. П. Прокофьев, Н. И. Пригоровский; деталей машин, ОК и ПТМ – И. И. Бобарыков, Е. М. Гутьяр. Во многом, благодаря их усилиям, выпускники инженерного отделения МСХИ, а в последующем Московского института механизации и электрификации сельского хозяйства, МГАУ, по качеству своей подготовки стояли в одном ряду с выпускниками таких ведущих инженерных вузов страны, как МВТУ

имени Н. Э. Баумана, Санкт-Петербургского технологического института и др.

К сожалению, с переходом на Болонскую систему Российского высшего образования, качество инженерной подготовки стало падать. Например (см. таблицу 1), на изучение теоретической механики количество аудиторных часов сократилось почти в 5 раз. В учебном плане (2023 г.) отведено всего лишь 44 часа. Общее число аудиторных занятий по общетехническим дисциплинам уменьшилось в два раза.

Модернизировалась в худшую сторону и практическая направленность образования.

Таблица 1 – Аудиторная нагрузка общетехнических дисциплин (1948, 1988 и 2023 гг.)

Дисциплины	Механизация сельского хозяйства, 1948 г.			Механизация сельского хозяйства, 1988 г.			Агроинженерия (интеллектуальные системы в агробизнесе), 2023 г.		
	аудиторная нагрузка, ч.	семестры	вид контроля	аудиторная нагрузка, ч.	семестры	вид контроля	аудиторная нагрузка, ч.	семестры	вид контроля
Высшая математика	370	1, 2, 3, 4	экзамен	364	1, 2, 3, 7	экзамен	149	1, 2, 3	зачет, экзамен
Физика	220	2, 3, 4	зачет, экзамен	160	1, 2	экзамен	121	2, 3, 4	зачет, экзамен
ИГ и Инж. граф.	215	1, 2, 3	зачет, экзамен	140	1, 2, 3	экзамен	117	1, 2	зачет, экзамен
Теор. механика	200	2, 3, 4	экзамен	140	2, 3	экзамен	44,4	2	экзамен
ТММ	110	4, 5	зачет, экзамен, КП	80	4, 5	экзамен, КП	50	3	экзамен
Сопромат	160	3, 4	зачет, экзамен	130	3, 4	экзамен	94	3, 4	зачет, экзамен

ДМ ОК и ПТМ	190	5, 6, 7	зачет, эк- замен, КП по ДМ и КР по ПТМ	120	4, 5, 6	экзамен, КП по ДМ и КР по ПТМ	127	4, 5	экзамен, зачет, КП по ДМ
ОВЗ	70	7	зачет, эк- замен	70	5, 6	экзамен, КР	86	5	зачет, КР

В апреле 2022 года Болонская группа объявила решение о прекращении представительства России во всех структурах Болонского процесса. Министр образования и науки РФ Фальков В. Н. ответил «К Болонской системе надо относиться как к прожитому этапу. Будущее за нашей собственной, уникальной системой образования, в основе которой должны лежать интересы национальной экономики и максимальное пространство возможностей для каждого студента» [4].

Конечно, возвращение к Российской проверенной годами системе образования требует больших затрат. Но, многие вопросы можно решить без больших материальных вложений. Это прежде всего совершенствование методики преподавания, рациональное сочетание дисциплин, усиление междисциплинарных связей, использование входного контроля и активных методов обучения, сквозная проработка тем ВКР и их закрепление за студентами со второго, в крайнем случае, третьего курса. Каждый раздел ВКР должен содержать расчетно-графические работы, рефераты и т.д. по заданиям, разработанным руководителям.

Сегодня в сельское хозяйство поступают сложные сельскохозяйственные машины. Их эффективное использование, внедрение новейших механизированных технологий невозможно без высокообразованных специалистов. При модернизации инженерного образования следует помнить: хороших инженеров будущего невозможно подготовить без глубокого изучения естественно-научных и общетехнических дисциплин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ерохин, М. Н. Становление и развитие агроинженерной науки и образования в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / М. Н. Ерохин, А. С. Дорохов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2015. – № 2 (66). – С. 58-63.

2. Ерохин, М. Н. Этюды об ученых. Творец агроинженерной науки / М. Н. Ерохин // Вестник Российской академии наук. – 2018.

3. Ерохин, М. Н. Роль наследия В. П. Горячкина в агроинженерном образовании XXI века / М. Н. Ерохин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2008. – № 1. – С. 7-10.

4. Воробьева, Ю. Россия выходит из Болонской системы: кого и как это коснется / Ю. Воробьева // РБК, 2022. – 28 мая.

Об авторах:

Ерохин Михаил Никитьевич, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, профессор, академик РАН, n.erohin@rgau-msha.ru.

Казанцев Сергей Павлович, заведующий кафедрой «Сопротивление материалов и детали машин» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, профессор, kazansev@rgau-msha.ru.

Игнаткин Иван Юрьевич, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, доцент, ignatkin@rgau-msha.ru.

Скорыходов Дмитрий Михайлович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, d.skorokhodov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Mikhail N. Erokhin, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), Academician of the Russian Academy of Sciences, n.erohin@rgau-msha.ru.

Sergey P. Kazantsev, Head of the Department «Resistance of Materials and Machine Parts», Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, kazansev@rgau-msha.ru.

Ivan Yu. Ignatkin, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), ignatkin@rgau-msha.ru.

Dmitry M. Skorokhodov, Associate Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), d.skorokhodov@rgau-msha.ru.

ПОСЛЕУБОРОЧНЫЕ ПОТЕРИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИИ СВЕЖИХ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ

А. Г. Абаймов

Научный руководитель – А. С. Гузалов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. *Это исследование является важным источником с точки зрения демонстрации потерь после сбора урожая в секторе свежих фруктов и овощей, текущей ситуации в отношении оценки пищевых отходов и потребностей в обучении работников сектора. Кроме того, оно раскрывает причины потерь продовольствия в секторах после сбора урожая и потребности в профессиональном обучении работников сектора для сокращения этих потерь.*

Ключевые слова: *послеуборочная обработка, потери, свежие овощи, свежие фрукты, транспортировка, хранение.*

POST-HARVEST LOSSES DURING TRANSPORTATION AND STORAGE OF FRESH VEGETABLES AND FRUITS

A. G. Abaimov

Scientific advisor – A. S. Guzalov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. *This study is an important source in terms of demonstrating post-harvest losses in the fresh fruit and vegetable sector, the current situation regarding food waste assessment, and the training needs of sector workers. In addition, it reveals the causes of food losses in the sectors after harvest and the need for professional training of sector workers to reduce these losses.*

Keywords: *post-harvest processing, losses, fresh vegetables, fresh fruits, transportation, storage.*

Причины, по которым продукты питания приходят в негодность, многообразны и обусловлены множеством факторов. Они могут варьироваться в зависимости от этапа цепочки поставок продуктов, вида продукта и места, где происходит утилизация.

Разделение цепочки поставок продуктов на пять ключевых секторов – сельскохозяйственное производство, управление и хранение, переработка, распределение и потребление, позволяет выявить

различные аспекты, приводящие к потере пригодных для употребления продуктов. Эти аспекты включают в себя потери при сборе урожая и хранении, из-за нарушений условий транспортировки, ошибок маркировки и не учёта человеческого фактора.

Полная ответственность за предотвращение порчи пищевых отходов лежит на участниках цепочки поставок продуктов. Потребители ожидают свежие продукты хорошего качества, безопасные для употребления. Ухудшение качества свежих садовых и тепличных продуктов напрямую связано с неправильным хранением и транспортировкой фруктов и овощей. Общие проблемы, выявленные в процессе сбора урожая, представлены на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 – Проблемы при перевозке фруктов и овощей



Рисунок 2 – Диагностика неисправностей двигателя

Фрукты и овощи, как правило, транспортируются с использованием фургонов, грузовиков, а иногда и рефрижераторов. Механические повреждения, возникающие в процессе перевозки, зачастую приводят к существенному снижению качества продукции. Транспортировка представляет собой ключевое звено в цепи поставок фруктов и овощей [3].

Надлежащее хранение фруктов и овощей имеет ключевое значение для продления их срока годности. Недостаток подходящих складских помещений снижает качество продукции и приводит к значительным потерям [4].

Ограниченный доступ к хранилищам является причиной потерь в цепочке фруктов и овощей. Это обусловлено ограниченным количеством складских помещений.

Ряд технических и экономических факторов затрудняют послеуборочную обработку фруктов и овощей в стране. Основные технические ограничения включают недостаток знаний у фермеров, ограниченные возможности распределения продукции и неподходящее послеуборочное оборудование [5]. Отсутствие систем холодильной цепи также создаёт серьёзные препятствия для послеуборочной обработки овощей.

Основные экономические ограничения включают высокие инвестиционные и ежедневные эксплуатационные расходы. Предприниматели, занимающиеся послеуборочной деятельностью, часто сталкиваются с нехваткой капитала.

Для решения этих проблем необходимо провести обучение производителей и дистрибьюторов, улучшить контроль за транспортировкой, распределением и хранением фруктов и овощей, а также создать интегрированную цепочку для охлаждения, транспортировки, сортировки, калибровки, хранения, упаковки и сбыта фруктов и овощей в различных регионах страны [6-9].

Ниже представлены данные, собранные по проблемам хранения и транспортировки фруктов и овощей. Исследуемая группа состоит из производителей, крупных складов, мелких складов и перевозчиков (рисунок 3).

Исследование было проведено с целью выявления проблем в транспортировке и хранении овощной продукции и выявления необходимости обучения персонала в зависимости от уровня его образования.

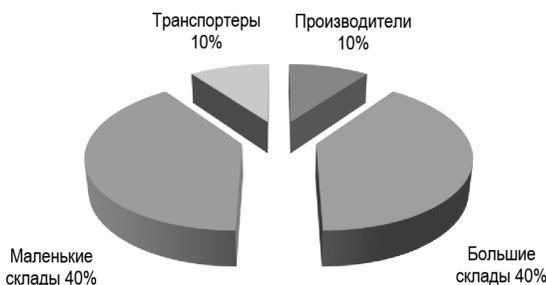


Рисунок 3 – Структура исследуемой группы

Основные проблемы в транспортировке (совместная транспортировка неподходящих продуктов, некачественная упаковка для обеспечения качества и другие) и в хранении (отсутствие технических знаний об условиях хранения свежих фруктов и овощей, внедрение новых технологий в хранение, предварительная обработка продуктов), они указали на необходимость профессиональной подготовки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пуляев, Н. Н. Оптимизация процессов и решений / Н. Н. Пуляев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Автограф», 2019. – 90 с.
2. Дидманидзе, Р. Н. Алгоритм рационального использования транспортных средств в производственном процессе / Р. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 5. – С. 77-84.
3. Critical Impacts of Advanced Technology in Certification of Vehicle Repair and Maintenance Facilities in Agrifood Systems / A.S. Guzalov, E.S. Schnaras, E.G. Ivakina [et al.] // Unlocking Digital Transformation of Agricultural Enterprises. Technology Advances, Digital Ecosystems, and Innovative Firm Governance. – Cham: Springer, 2023. – P. 167-175.
4. Дидманидзе, Р. Н. Повышение эффективности производственных процессов с обеспечением конкурентоспособности продукции / Р. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов // Доклады ТСХА : материалы международной научной конференции, Москва, 05-07 декабря 2017 года. Выпуск 290, Часть 2. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. – С. 91-93.
5. Кушнарв, Л. И. Состояние и проблемы трудового потенциала сельского хозяйства России / Л. И. Кушнарв, О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2010. – 70 с. – ISBN 978-5-9546-0065-0.
6. Егоров, Р. Н. Логистика в грузовых автомобильных перевозках / Р. Н. Егоров, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Автограф», 2021. – 127 с.

7. Теоретические предпосылки снижения энергоемкости тепловых процессов в АПК / Н. С. Вороной, Н. В. Ксенз, А. М. Семенихин, Т. Н. Толстоухова // Опыт, проблемы и перспективы внедрения в производство экологически чистых, энергосберегающих адаптивных технологий и систем машин возделывания, уборки и хранения зерновых и технических культур : Тезисы докладов научно-практической конференции, Черноград, 11–12 октября 1997 года. – Черноград: Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 1997. – С. 32-33.

8. Дидманидзе, О. Н. Моделирование производственных процессов по уборке фруктов / О. Н. Дидманидзе, А. А. Зангиев, Н. Х. Сулейманов. – М. : Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 1998. – 114 с.

9. Назаров, И. В. Мембранный пресс для отжима виноградной мезги / И. В. Назаров, Н. Н. Белоусова, Т. Н. Толстоухова // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 3. – С. 36-41. – DOI 10.34286/1995-4646-2019-66-3-36-41.

10. Дидманидзе, О. Н. Повышение эффективности производственных процессов по надежному снабжению населения продуктами виноградарства в условиях Азербайджана / О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2003. – 115 с. – ISBN 5-9546-0012-0.

11. Луханин, В. А. Оптимизация параметров аппарата для поверхностного распределения минеральных удобрений при традиционном вращении дисков / В. А. Луханин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 76. – С. 463-472.

Об авторах:

Абаимов Артем Глебович, магистрант, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Научный руководитель – Гузалов Артёмбек Сергеевич, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, guzalov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Artyom G. Abaimov, master 's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Artembek S. Guzalov, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), guzalov@rgau-msha.ru.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА ДЛЯ МИНИ-ТРАКТОРА

Д. К. Абросимов

Научный руководитель – Н. И. Дегтярев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье предложен способ модернизации привода малой авто-тракторной техники на основе минитрактора Митракс Т150. Описаны возможные способы модернизации и основные отличительные моменты. Предложен вариант замены ДВС на электродвигатель, для улучшения эксплуатационных возможностей минитрактора. Составлена схема модернизированного электрогидравлического привода минитрактора Митракс Т150.*

***Ключевые слова:** электрогидравлический привод, минитрактор, электродвигатель, АКБ.*

DEVELOPMENT OF AN ELECTRO-HYDRAULIC DRIVE FOR A MINI-TRACTOR

D. K. Abrosimov

Scientific advisor – N. I. Degtyarev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article proposes a method for upgrading the drive of small motor and tractor equipment based on the Mitrax T150 minitractor. Possible methods of upgrading and their main distinguishing features are described. A variant of replacing the internal combustion engine with an electric motor is proposed to improve the operational capabilities of the minitractor. A diagram of the upgraded electrohydraulic drive of the Mitrax T150 minitractor is compiled.*

***Keywords:** electrohydraulic drive, minitractor, electric motor, battery.*

Введение

Россия одна из ведущих стран с развитым аграрным сектором, большое количество производимой сельскохозяйственной продукции экспортируется во внешний рынок. В связи с чем, развитие сельского хозяйства является ключевым направлением укрепления России в мировом экспорте товаров сельского хозяйства.

Оптимизация процесса работы сельскохозяйственной техники, а именно: возможность использования машин в малых хозяйствах, снижение выбросов углеводородов позволит повысить производительность работы и снизить выбросы отработавших газов. Важной чертой для сельскохозяйственной автотракторной техники является универсальность эксплуатации и минимальный вред для человека и урожая. Одно из направлений модернизации – замена традиционных двигателей на электрические [1, 2]. Минитрактор Митракс Т150 имеет отличительную черту в виде гидравлической трансмиссии, исключая тем самым наличие механических частей трансмиссии. Однако гидронасос приводится в действие с помощью бензинового двигателя внутреннего сгорания, тем самым выбрасывая продукты сгорания в атмосферу. Модернизация Митракс Т150 путем внедрения электрогидравлического привода позволит сократить расходы на топливо-смазочные материалы, снизить колебания при работе техники и повысить экологичность техники [3, 6, 7].

Основная часть

Для внедрения электрогидравлического привода был взят минитрактор Митракс Т150. Тягово-транспортное средство обладает полным приводом, гидростатической трансмиссией и бензиновым двигателем. Общий вес составляет 535 кг без учета навесного оборудования.

Митракс Т150 является хорошим вариантом для модернизации и внедрения электрогидравлического привода, так как конструкция минитрактора оптимизирована для разборки, все основные узлы и компоненты находятся в доступном и открытом положении. Также данный минитрактор имеет возможность агрегатироваться с тремя видами орудий, спереди, посередине и сзади, что дает универсальность в использовании в малых сельских хозяйствах. Полный привод минитрактора позволяет эксплуатировать в труднопроходимых рельефах, делая его независимым от ландшафта.

При разборке Митракса Т150 на составные узлы был произведен анализ возможных модернизаций для внедрения электрогидравлического привода. Основными направлениями модернизации были выявлены:

Колеса. Возможен вариант замены колес на мотор-колеса. Мотор-колеса удобны по своей установке, без подводящей трансмиссии, с меньшим числом вращающихся деталей, что позволяет уменьшить энергетические потери при передаче крутящего момента. Также установка мотор-колес улучшит манёвренность и управляемость

минитрактора. Но в случае с Митракс Т150, внедрение мотор-колес означает полное изменение конструкции минитрактора, полная замена гидравлики, как на приводе ходовой части Митракса, так и на приводах для навесного оборудования. Мотор-колеса обладают большим стартовым моментом и частотой вращения, но неудобны в случае поломки, так как потребуются дорогостоящий ремонт [4].

ДВС. Второй предполагаемой модернизацией является замена ДВС Loncin 2V80FD на электродвигатель НРМ-20KW (BLDC). Основными для замены является простота внедрения электродвигателя в минитрактор и простота устройства [5, 8, 10]. Из-за того, что Митракс Т150 обладает гидравлическим приводом, достаточно сохранить подающую нагрузку на гидронасос или даже увеличить ее, чтобы сохранить тяговые возможности, при это будет экономия на топливосмазочных материалах. Достоинствами выбранного электродвигателя является: высокая удельная мощность (кВт/кг), контроль над перегревом за счет датчика температуры, компактные размеры 28x28x25 см (у ДВС Митракс – 47x50x50 см). Также при установке электродвигателя потребуется аккумуляторная батарея (АКБ). LFP A123 призматическая литий-ионная аккумуляторная батарея емкостью в 50 А·ч. Для запитки минитрактора понадобится четыре таких аккумуляторных батареи, соединённые между собой последовательно.

В ходе анализа возможных модернизаций минитрактора Митракс Т150, был выбран вариант замены традиционного ДВС на электродвигатель. В таблице 1 приведены характеристики ДВС и предлагаемых модернизаций Митракс Т150.

Модернизация Митракса путем внедрения электрогидравлического привода имеет ряд ключевых факторов. Экономия на топливосмазочных материалах, тихоходность минитрактора с установкой электродвигателя, соблюдение экологических норм и возможность использовать Митракс Т150 в закрытых помещениях с плохой вентиляцией [10, 11].

Для внедрения электрогидравлического привода необходимо понимание принципа работы модернизированной гидравлической системы.

В ходе работы была предложена компоновочная схема модернизированного Митракса Т150 (рисунок 1).

Таблица 1 – Сравнение традиционной компоновки и электрогидравлической трансмиссии минитрактора Митракс Т150

Митракс Т150		Отличительные моменты	Модернизированный Митракс Т150		Отличительные моменты
ДВС	Loncin 2V80FD	Полный привод, три точки крепления навесного и активного навесного оборудования	Электромотор	HPM-20KL	Контроль над перегревом, малые габариты, высокая удельная мощность (кВт*кг)
Момент, Н·м	1030		Напряжение, В	72/96/120	
Рабочий объем, см ³	764		Номинальный момент, Н·м	80	
Мощность, кВт	19		Мощность, кВт	20-25	
Расход топлива, г/кВт·ч	374		Частота вращения, об/мин	3200	
			Аккумуляторная батарея (72В, 400Ач)	A123 Systems	

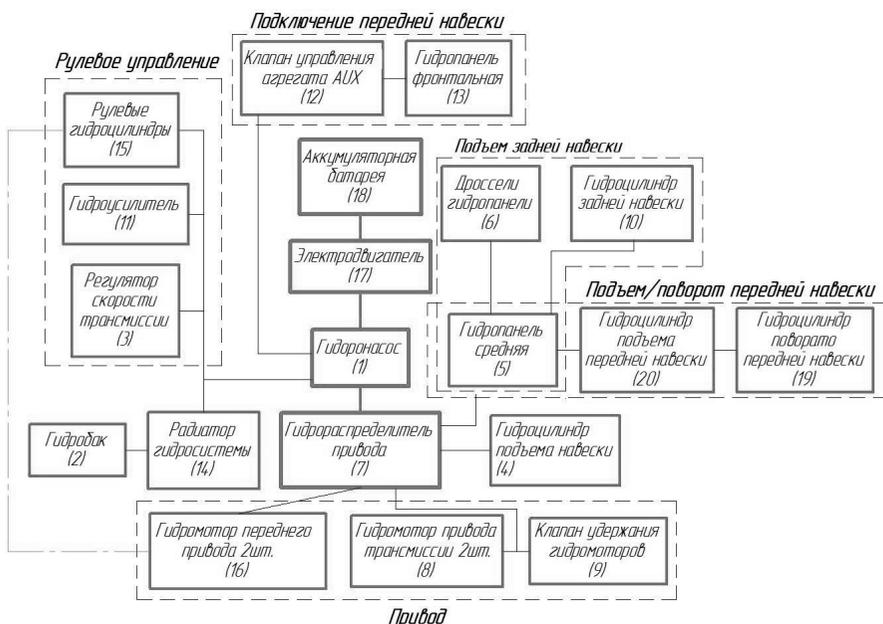


Рисунок 1 – Компоновочная схема модернизированного Митракса Т150 с электрогидравлическим приводом

Данная схема структурирует рабочие узлы минитрактора и их взаимосвязь между собой с внедрением электрогидравлического привода.

Предлагаемая компоновка начинает свою работу с электродвигателя (17), питающегося от аккумуляторной батареи (18). Электродвигатель служит рабочим механизмом, преобразующим электроэнергию в крутящий момент на гидронасос (1). Гидронасос также подсоединен к гидробаку (2), находящемуся выше гидронасоса, что обеспечивает непрерывную подачу рабочей жидкости и избегает голодания гидронасоса. Для охлаждения рабочей жидкости перед поступлением обратно в гидробак (2) установлен радиатор гидросистемы (14). Гидронасос в свою очередь создаёт давление в рабочей системе для успешного ее функционирования. Движение минитрактора обеспечивается работой гидромоторов привода трансмиссии (8) и гидромоторами переднего привода (16). Регулировка скорости вращения гидромоторов трансмиссии осуществляется регулятором скорости трансмиссии (3). Гидромоторы привода трансмиссии (8) подключены к клапану удержания гидромоторов (9), он обеспечивает плавное включение и выключение трансмиссии, предотвращает самопроизвольное перемещение под действием сил инерции или при движении под уклон. Клапан удержания гидромоторов (9) подключен к гидрораспределителю привода (7), он управляет приводом трансмиссии при воздействии на педаль хода. Направление движения задается рулевым колесом с гидросилителем руля (11) и рулевыми гидроцилиндрами (15), соединенными с гидромоторами переднего привода (16). Гидрораспределитель подает давление на гидроцилиндр подъема навески (4) и на гидропанель среднюю (5). Со средней гидропанели (5) идет распределение на подъем/поворот передней навески (20, 19) и подключение передней навески (13) с активным навесным оборудованием. Управление передней навеской производится клапаном управления агрегатом AUX (12), переводя рычаг в различные положения.

Данная схема продемонстрировала возможность внедрения электродвигателя с сохранением основных компонентов, деталей минитрактора Митракс Т150. Структурировав каждый из узлов гидросистемы и проанализировав, выявлена их взаимосвязь между собой и общая направленность каждой группы узлов.

Вывод

В статье проведен анализ способом модернизации привода минитрактора Митракс Т150. Рассмотрены варианты модернизации

колес, путем внедрения электро-мотор-редуктора, также рассмотрен вариант модернизации привода путем внедрения электрогидравлического привода. Выбран вариант модернизации путем замены традиционного ДВС на электрический двигатель. Проведено сравнение традиционной компоновки и электрогидравлической трансмиссии минитрактора Митракс Т150. Предложена компоновочная схема модернизированного минитрактора с электрогидравлическим приводом с описанием работы электродвигателя в общей схеме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система адаптации дизельного двигателя для работы в помещениях с ограниченным воздухообменом / Е. В. Овчинников, А. Ю. Измайлов, С. Ю. Уютов, Р. С. Федоткин // Экология промышленного производства. – 2021. – № 1(113). – С. 46-50.
2. Комбинированная силовая установка с улучшенными экологическими показателями / Е. В. Овчинников, Р. С. Федоткин, С. Ю. Уютов, В. А. Крючков // Экология промышленного производства. – 2021. – № 2(114). – С. 44-47.
3. Модернизация конструкции мобильного роботизированного опрыскивателя / А. С. Дорохов, Р. С. Федоткин, В. А. Крючков, А. С. Овчаренко // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 3 (32). – С. 177-185.
4. Оценка воздействий на почву трактора ВТ-150 с различными типами гусеничных движителей / В. Ю. Ревенко, Д. Г. Купрюнин, В. Д. Бейненсон [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 9. – С. 30-33.
5. Арженовский, А. Г. Методы определения энергетических и топливно-экономических показателей МТА / А. Г. Арженовский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 6. – С. 36-40.
6. Дидманидзе, О. Н. Анализ современных типов гибридных энергоустановок / О. Н. Дидманидзе, Д. Г. Асадов, О. В. Закарчевский // Международный научный журнал. – 2011. – № 2. – С. 113-115.
7. Дидманидзе, О. Н. Трактор с комбинированной энергоустановкой / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, В. С. Иволгин // Сельский механизатор. – 2008. – № 11. – С. 6-7.
8. К определению энергетических показателей тракторов в эксплуатационных условиях на переходном режиме / Н. В. Щетинин, Д. В. Казаков, А. Г. Арженовский, Д. О. Мальцев // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе : Сборник научных трудов по материалам IV Российской научно-практической конференции, Ставрополь, 24–26 апреля 2007 года. – Ставрополь: Издательство «АГРУС», 2007. – С. 194-197.
9. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1.

10. Глобин, А. Н. Инженерное творчество : Учебное пособие / А. Н. Глобин, Т. Н. Толстоухова, А. И. Удовкин. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 108 с.

11. Operational Management of Reliability of Technical Systems in the Agro-Industrial Complex / A. T. Lebedev, A. Arzhenovskiy, V. V. Zhurba [et al.] // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021» : Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 79-87. – DOI 10.1007/978-3-030-81619-3_9.

12. Лебедев, А. Т. Совершенствования методов оперативного управления надежностью технических систем в АПК / А. Т. Лебедев, А. А. Серегин, А. Г. Арженовский // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 1. – С. 71-76.

Об авторах:

Абросимов Данила Константинович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49). dandiab@mail.ru.

Научный руководитель – Дегтярев Никита Иванович, ассистент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), n.degtyarev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Danila K. Abrosimov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), dandiab@mail.ru.

Scientific advisor – Nikita I. Degtyarev, assistant in department of the Department tractors and cars, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), d.dudin@rgau-msha.ru.

ОБЗОР И АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ ФИРМЫ ZOOMLION, ИМПОРТИРУЕМЫХ В РОССИЮ В 2023 ГОДУ

О. С. Акименко

Научный руководитель – С. М. Михайличенко

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Антироссийские санкции существенно затронули рынок сельскохозяйственных тракторов, на российский рынок стали массово поступать модели тракторов китайских производителей. Проведен анализ моделей тракторов фирмы ZOOMLION и обзор технических характеристик импортируемых моделей в Россию в 2023 году. Для проведения анализа моделей рассмотрены следующие технические характеристики: тяговый класс, эксплуатационная мощность двигателя, энергонасыщенность, эксплуатационная масса. Получены выводы о количестве тракторов, импортированных в Россию в 2023 году по тяговым классам и мощностным диапазонам.*

***Ключевые слова:** тяговый класс, эксплуатационная мощность двигателя, импорт тракторов, энергонасыщенность, эксплуатационная масса.*

REVIEW AND ANALYSIS OF ZOOMLION TRACTOR MODELS IMPORTED TO RUSSIA IN 2023

O. S. Akimenko

Scientific advisor – S. M. Mikhailichenko

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Anti-Russian sanctions have significantly affected the agricultural tractor market, and Chinese tractor models have been imported into the Russian market. We have analysed ZOOMLION tractor models and reviewed the technical characteristics of the models imported to Russia in 2023. To analyse the models, the following technical characteristics are considered: traction class, engine operating power, energy content, and operating weight. Conclusions are drawn about the number of tractors imported into Russia in 2023 by traction class and power range.*

***Keywords:** traction class, engine operating power, tractor imports, energy content, operating weight.*

В связи с санкционным давлением изменился российский рынок в области сельскохозяйственной техники. По мере ухода импортеров сельскохозяйственной техники из стран Европы и Северной Америки

освободилась целевая ниша, которую ранее занимали иностранные тракторы [1, 2].

По данным журнала BusinesStat представлено количество тракторов, импортируемых в Россию за 2019-2023 гг. (в 2019 – 24,3; 2020 – 23,4; 2021 – 27,3; 2022 – 32,6; 2023 – 33,2 тыс. шт.).

В 2022 году наибольший процент (19,6 %) импорта непосредственно связан с усилением санкций.

Вследствие этого китайские производители начали занимать лидирующую часть российского рынка по нескольким причинам: конкурентоспособная цена, широкий ассортимент, импортозамещение, логистика [4].

Одной из таких компаний является китайская фирма «Zoomlion», специализирующаяся на производстве сельскохозяйственной техники. Компания основана в 1992 году и является одной из ведущих в данной области.

Целью исследования является обзор и анализ моделей тракторов Zoomlion, импортируемых в Россию в 2023 году.

В ходе исследования проведен обзор моделей тракторов фирмы Zoomlion, импортируемых в Россию в 2023 году, а также анализ технических характеристик.

В таблице 1 представлены основные технические характеристики моделей китайской фирмы Zoomlion [3].

Таблица 1 – Технические характеристики тракторов фирмы ZOOMLION

Модель	Тяговый класс	Энергонасыщенность, кВт/кН	Эксплуатационная масса, кг.	Мощность двигателя, л.с.	Грузоподъемность навесной системы, кг.	Кол-во импортируемых тракторов, шт.
PL 2304	3	2,32	8575	270	5200	79
RG 1804	2	2,09	6335	180	4000	20
RG 2004	3	2,09	7050	200	4000	39
RN 904	1,4	1,64	4030	90	2550	448
RN 1104	1,4	1,88	4030	110	2500	130
RS 1304	2	1,65	5810	130	4080	449
RS 1604	2	2,03	5810	160	4100	508

По полученным данным с официального сайта «Zoomlion» была проанализирована информация о технических характеристиках моделей тракторов фирмы Zoomlion, в результате получены структуры

распределения тракторов по тяговым классам и мощностным диапазонам (рисунки 2, 3) [4].

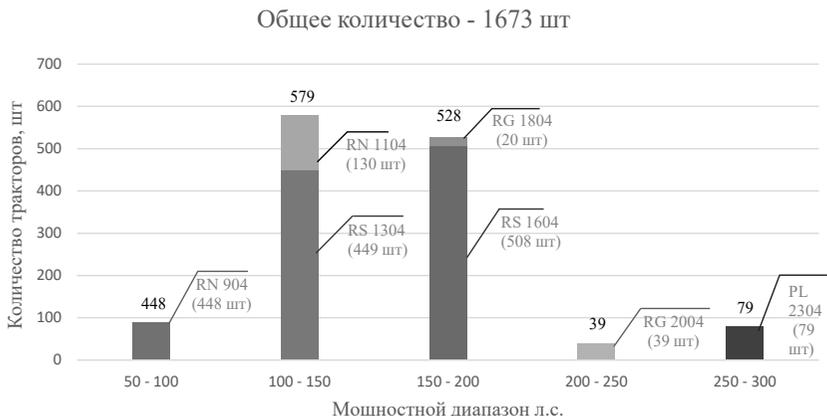


Рисунок 1 – Распределение импортируемых моделей тракторов по мощностным диапазонам

На рисунке 1 видно, что наибольшее количество тракторов находится в мощностных диапазонах 100...150 л.с. – 579 шт, 150...200 л.с. – 528 шт.

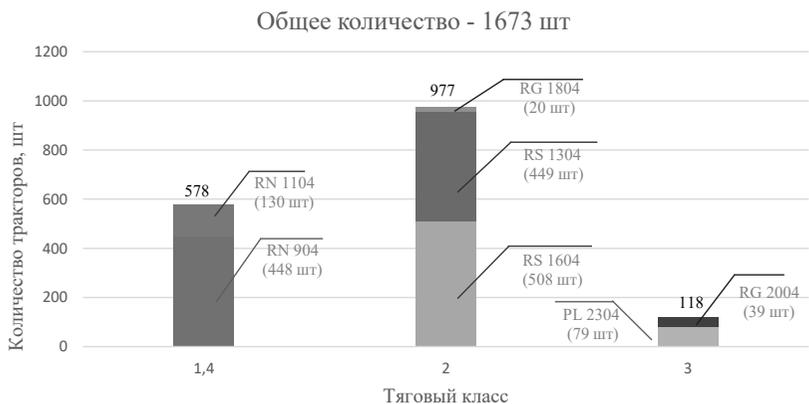


Рисунок 2 – Распределение импортируемых моделей тракторов по тяговому классу

Рынок сельскохозяйственных тракторов фирмы Zoomlion в России представлен следующими тяговыми классами: 1,4 – 578 шт.; 2 – 977 шт.; 3 – 118 шт.

Общее количество импортируемых в Россию тракторов в 2023 году составило 1673 шт. Данный объем импорта представлен 7 моделями тракторов.

Наибольшее количество импортируемых тракторов относятся ко 2 тяговому классу – 977 шт (58 %) и мощностному диапазону 100...150 л.с. – 579 шт (35 %).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лавров, А. В. Анализ производства тракторной техники в России за 2021-2022 годы / А. В. Лавров, Е. В. Овчинников // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – 2023. – № 4(160). – С. 41-45. – DOI 10.52190/1729-6552_2023_4_41.

2. Тенденции развития рынка сельскохозяйственных тракторов России по мощностной структуре и объему реализации с 2008 по 2013 годы / В. М. Кряжков, В. Г. Шевцов, Г. С. Гурьев, А. В. Лавров // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2014. – № 3(15). – С. 54-57.

3. Анализ рынка тракторов для лесного и сельского хозяйства в России в 2019-2023 гг., прогноз на 2024-2028 гг. // BusinesStat готовые обзоры рынков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://businesstat.ru/images/demo/agricultural_tractors_russia_demo_businesstat.pdf (дата обращения 20.10.2024).

4. Шупта О. Дилер сельхозтехники – о специфике импорта в условиях санкций [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://agrobook.ru/expert/kitay-nam-drug-no-v-yuanyah-dorozhe-diler-selhoztehniki-o-specifike-importa-v-usloviyah> (дата обращения 23.10.2024).

5. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М.: ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1.

6. Официальный сайт «Zoomlion» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://zoomlion.ru/> (дата обращения 21.10.2024).

7. Перспективы развития тракторостроения в России / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев, М. М. Прокофьев // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 5(311). – С. 2-7. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-5-2-7.

8. РОССИЯ: Экспресс-отчет // РОССПЕМАШ Российская ассоциация производителей специализированной техники и оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosspetsmash.ru/rossiya> (дата обращения 21.10.2024).

9. Подготовка семян к озимому посеву в засушливых условиях на агрегатах типа ЗАВ / А. В. Касьяненко, И. Н. Краснов, И. А. Кравченко, Т. Н. Толстоухова // Сельский механизатор. – 2020. – № 5-6. – С. 37-38.

10. Пуляев, Н. Н. Направления развития сельскохозяйственных тракторов / Н. Н. Пуляев, Д. Г. Асадов, А. И. Сучков // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар, Москва, 20-21 января 2021 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2021. – С. 88-94.

Об авторах:

Акименко Ольга Сергеевна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), olyasolnyshko13@mail.ru.

Научный руководитель – Михайличенко Станислав Михайлович, доцент кафедры механизации сельского хозяйства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, S.M.Mikhailichenko@yandex.ru.

About the authors:

Olga S. Akimenko, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), olyasolnyshko13@mail.ru.

Scientific advisor – Stanislav M. Mikhailichenko, associate professor of the Department of Agricultural Mechanization, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), S.M.Mikhailichenko@yandex.ru.

ОБЗОР И АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ ФИРМЫ LOVOL, ИМПОРТИРУЕМЫХ В РОССИЮ В 2023 ГОДУ

И. Е. Александрова

Научный руководитель – А. В. Лавров

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** На сегодняшний день импорт тракторов в Россию из Китая оказывает существенное влияние на формирование тракторного парка страны. Представлена характеристика одной из китайских фирм LOVOL. Проведен анализ технических характеристик моделей тракторов фирмы LOVOL, импортируемых в Россию в 2023 году. Представлены структуры распределения моделей тракторов по тяговым классам и мощностным диапазонам.*

***Ключевые слова:** импорт тракторов, тяговый класс, энергонасыщенность, эксплуатационная масса, мощность двигателя, грузоподъемность навесной системы.*

REVIEW AND ANALYSIS OF LOVOL TRACTOR MODELS IMPORTED TO RUSSIA IN 2023

I. E. Alexandrova

Scientific advisor – A. V. Lavrov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Today import of tractors to Russia from China has a significant impact on the formation of the tractor fleet of the country. The characteristic of one of the Chinese firms LOVOL is presented. The technical characteristics of LOVOL tractor models imported to Russia in 2023 are analyzed. Distribution structures of tractor models by traction classes and power ranges are presented.*

***Keywords:** import of tractors, traction class, energy saturation, operating weight, engine power, load capacity of the mounted system.*

Структура рынка сельскохозяйственных тракторов в России формируется за счет собственного производства на территории страны (с учетом экспорта), а также импортируемых в Россию тракторов зарубежных компаний [1, 2].

За период 2019-2023 гг. количество ввозимой техники для лесного и сельского хозяйства в Российскую Федерацию увеличилось на

37 %: с 24 до 33 тыс. шт. Доля поставщиков из КНР выросла с 24 % в 2019 г до 36 % в 2023 г. [3].

Одним из китайских поставщиков является компания «Lovol International Heavy Industry Co., Ltd», основанная в 1998 году. Компания является крупнейшим производителем сельскохозяйственных, строительных машин и автотехники в Китайской народной республике. В 2022 году произведено 120 тыс. тракторов и 100 тыс. комбайнов. В 2021 году компания Lovol вошла в государственную корпорацию Weichai Holding Group Company Limited [4, 5].

Цель исследования – обзор и анализ моделей тракторов фирмы Lovol и их технических характеристик.

В таблице 1 представлен объем импорта моделей тракторов китайской фирмы Lovol в 2023 году и их основные технические характеристики [4].

Таблица 1 – Технические характеристики тракторов фирмы LOVOL

Модель	Тяговый класс	Энерго-насыщенность, кВт/кН	Эксплуатационная масса, кг	Мощность двигателя, л.с.	Грузоподъемность навесной системы, кг	Количество импортируемых тракторов, шт.
ТВ - 604	1,4	1,18	3750	60	1100	9
ТВ - 754	1,4	1,47	3750	75	1100	2
ТЕ - 354	0,9	1,38	1600	30	300	7
ТН - 854	1,4	1,59	3940	85	2450	97
ТD - 904	1,4	1,59	4155	90	4500	111
ТD - 1104	1,4	1,95	4155	110	2500	6
ТD -1304	1,4	2,3	4155	130	4500	170
ТD - 1504	3	1,39	7910	150	4200	50
ТD - 2004	4	1,53	9600	200	4000	12
ТR – 1804	4	1,33	9990	180	4600	14
ТR - 2004	4	1,54	9570	200	4000	105
ТR - 2604	4	1,87	10220	260	6600	16

Как видно из таблицы 1, перечень моделей тракторов представлен тяговыми классами от 0,9 до 4, с мощностью двигателя от 30 до 260 л.с.

Распределение импортируемых тракторов фирмы Lovol по тяговым классам и мощностным диапазонам представлено на рисунках 1, 2.

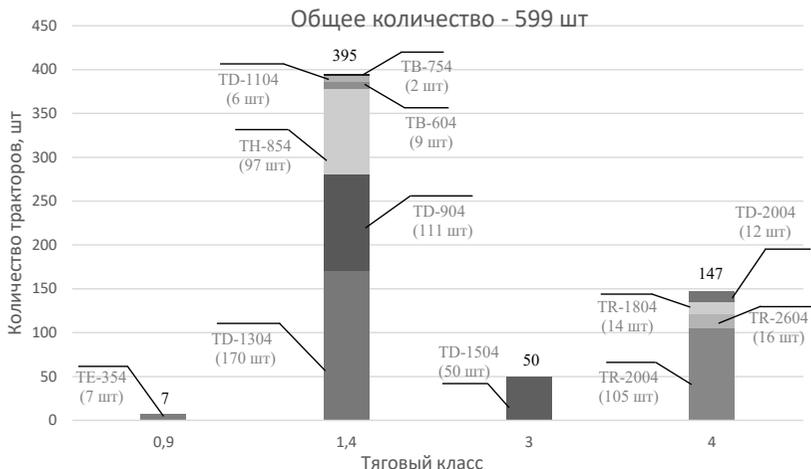


Рисунок 1 – Структура импортируемых моделей тракторов фирмы LOVOL в 2023 году по тяговым классам

На рисунке 1 видно, что наибольшее количество импортируемых тракторов составляют тракторы тягового класса 1,4 – 395 шт. или 66 % от общего количества.

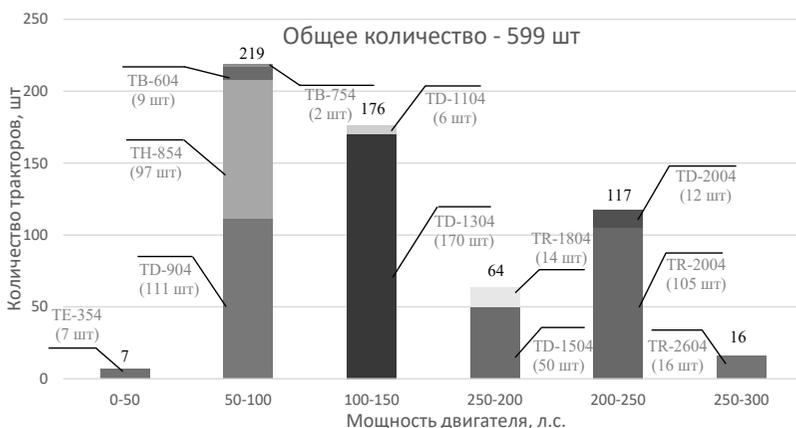


Рисунок 2 – Структура импортируемых моделей тракторов фирмы LOVOL в 2023 году по мощностным диапазонам

На рисунке 2 видно, что наибольшее количество импортируемых тракторов находится в мощностном диапазоне 50...100 л.с – 219 шт., что составляет 37 % от общего количества.

На основании представленных данных можно сделать следующие выводы:

- импортируемые модели тракторов фирмы Lovol представлены тяговыми классами 0,9-4 с эксплуатационной мощностью двигателя от 30 до 260 л.с.;

- основная доля импортируемых тракторов находится в тяговом классе 1,4 – 66 % и мощностном диапазоне 50...100 л.с. – 37 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов, М. А. О необходимости восстановления механизированного сельскохозяйственного производства в России / М. А. Смирнов, А. В. Лавров, В. Г. Шевцов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2018. – Т. 14, № 1(358). – С. 48-61. – DOI 10.24891/ni.14.1.48.

2. Тенденции развития рынка сельскохозяйственных тракторов России по мощностной структуре и объему реализации с 2008 по 2013 годы / В. М. Кряжков, В. Г. Шевцов, Г. С. Гурьев, А. В. Лавров // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2014. – № 3(15). – С. 54-57.

3. Анализ рынка тракторов для лесного и сельского хозяйства в России в 2019-2023 гг, прогноз на 2024-2028 гг. // BusinesStat готовые обзоры рынков. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://businesstat.ru/images/demo/agricultural_tractors_russia_demo_businesstat.pdf (дата обращения 22.10.2024).

4. Официальный сайт «Lovol Agriculture» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lovol.ru/> (дата обращения 20.10.2024).

5. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1.

6. РОССИЯ: Экспресс-отчет // РОССПЕМАШ Российская ассоциация производителей специализированной техники и оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosspetsmash.ru/rossiya> (дата обращения 20.10.2024).

7. Подготовка семян к озимому посеву в засушливых условиях на агрегатах типа ЗАВ / А. В. Касьяненко, И. Н. Краснов, И. А. Кравченко, Т. Н. Толстоухова // Сельский механизатор. – 2020. – № 5-6. – С. 37-38.

8. Цифровое сельское хозяйство: сельскохозяйственная техника и системы / М. А. Караваев, В. К. Зимогорский, Д. А. Беда, Н. Н. Пуляев // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения : материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина,

Ульяновск, 15 декабря 2022 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. – С. 2466-2471.

Об авторах:

Александрова Инга Евгеньевна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), alexsandrovainga@gmail.com.

Научный руководитель – Лавров Александр Владимирович, доцент кафедры механизации сельского хозяйства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, vimlavrov@mail.ru.

About the authors:

Inga E. Alexandrova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), alexsandrovainga@gmail.com.

Scientific advisor – Alexander V. Lavrov, associate professor of the Department of Agricultural Mechanization, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), vimlavrov@mail.ru.

АГРОКИБЕРНЕТИКА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАКТОРАХ И АВТОМОБИЛЯХ

Д. В. Анашин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В работе рассмотрены перспективы и особенности применения кибернетики и цифровых технологий в автомобилях и тракторах сельского хозяйства. Новые информационные технологии открывают новые возможности в направлении увеличения производства сельскохозяйственной продукции, снижения ее себестоимости и повышение качества.

Ключевые слова: кибернетика, трактор, цифровые технологии, программное обеспечение, робот, управление, контроль.

CYBERNETICS AND DIGITAL TECHNOLOGIES IN TRACTORS AND AUTOMOBILES

D. V. Anashin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The paper considers the prospects and features of the application of cybernetics and digital technologies in agricultural vehicles and tractors. New information technologies open up new opportunities in the direction of increasing agricultural production, reducing its cost and improving quality.

Keywords: cybernetics, tractor, digital technologies, software, robot, control, control.

Введение

Сельское хозяйство – одно из основных видов хозяйственной деятельности человека в течение многих тысяч лет. Оно прошло долгий путь эволюции от ручного труда через использование силы прирученных животных к использованию механизмов, приводящихся в движение от энергии углеводов. Первая техническая революция затронула и сельское хозяйство и была направлена на замену мускульной силы животных машинами. Паровая машина перевернула отношение к технологическим процессам в сельском хозяйстве. В XX веке произошла вторая, научно-техническая революция – она связана с появлением вычислительных машин и дальнейшего перехода к цифровым технологиям. Первая техническая революция в основном затрагивала

энергетические и материальные стороны с/х производства, тогда как вторая техническая революция имеет более информационную составляющую.

Обсуждение

Настоящее время – время информационных технологий. Информационные технологии сегодняшнего дня реализованы с применением электричества: техника связи и обработки информации в своей основе имеет операции коммутации, совершаемые на основании алгоритма и математической логики. Технологический уровень развития общества не обошел стороной и сельское хозяйство – сегодняшнее сельскохозяйственное производство невозможно без разнообразной автоматике, вычислительной техники и цифровых технологий.

В середине 20-го века для работы с информацией в различных областях науки и техники было введено понятие кибернетики. Термин «Кибернетика» имеет корни от греческого κυβερνητική – «Управление». Понятие «Кибернетика» упоминалось в древней Греции уже более 2000 лет тому назад философом Платоном. В научном смысле слово «кибернетика» впервые применил физик и математик из Франции Ампер в своей работе «Эссе о философии наук» (1834 г). В середине 20 века этот термин был употреблен Норбертом Винером, занимающегося построением вычислительной машины в книге «Кибернетика», в которой он рассматривал общение животных. Позже принципы, изложенные Н. Н. Винером, претерпели развитие. В нашей стране развитием кибернетики занимались ученые В. М. Глушко, А. Колмогоров, А. А. Ляпунов и другие. Многие области научной и хозяйственной деятельности человека происходят или тесно связаны с кибернетикой. В целом о кибернетике можно сказать, что это наука о получении, преобразовании, передаче, хранении и обработке информации в технических системах. Примерами применения кибернетики могут быть такие направления как: информатика, робототехника, теория управления, искусственный интеллект.

Отраслью науки, изучающей технические системы управления в сельском хозяйстве, является сельскохозяйственная кибернетика (агрокибернетика). Сначала кибернетика развивалась независимо от науки, изучающей техническую автоматизацию. Тем не менее, принципы, заложенные в кибернетике, являются близкими принципам, заложенным сначала в САУ (системах автоматического управления). Так, одним из основных законов кибернетики является закон обратной связи. Закон обратной связи состоит в том, что объектом управления (ОУ)

можно управлять, получая данные о работе системы на выходе из нее и сравнивая с входной информацией, что характеризует состояние объекта.

В связи с развитием вычислительной техники стало реальным сближение агрокибернетики и автоматики. Использование автоматики в сельском хозяйстве имеет свои особенности. К особенностям агрокибернетики можно отнести, например, рассредоточенность объектов управления на большие расстояния, влияние на технику оказывают различные природные факторы, например, перепады температуры, дождь, ветер и снег, что формирует случайные и неоднородные возмущающие воздействия.

Сегодня перед сельским хозяйством нашей страны стоят непростые задачи увеличения количественного и качественного роста производства сельскохозяйственной продукции, снижения ее себестоимости, а также снижение вредного техногенного воздействия на экосистему.

Автотракторное машиностроение является одним из основных направлений, обеспечивающих реализацию государственных программ развития, в т.ч:

- Доктрины продовольственной безопасности РФ от 21.01.2020 г. (указ Президента № 20);
- Стратегии развития агропромышленного комплекса РФ до 2030 г. от 08.09.2022 (распоряжение Правительства № 2567);
- Стратегии научно-технического развития РФ от 01.12.2016 г. № 642;
- Национальной программы «Цифровая экономика РФ», реализуемая в соответствии с Указом Президента РФ от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития РФ до 2030 г.»;
- Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России до 2030 г., утвержденного распоряжением Правительства РФ от 07.07.2017 г. № 1455.

Выполнение таких высоких требований возможно только при высокой степени автоматизации и широкой цифровизации сельскохозяйственных технологических процессов.

В зависимости от функций, возложенных на технические устройства в сельском хозяйстве, можно отметить: контроль, дистанционное управление, автоматическое управление техникой, в т. ч. роботами.

Материальный мир в своей основе состоит из трех компонентов – вещественных, энергетических и информационных. Они составляют

единую систему, в которой информационные составляющие играют определяющую роль. В них формируются управляющие воздействия на энергетические составляющие согласно заложенному алгоритму и системе обратных связей. Проявление энергетических составляющих реализуется посредством вещественных структур.

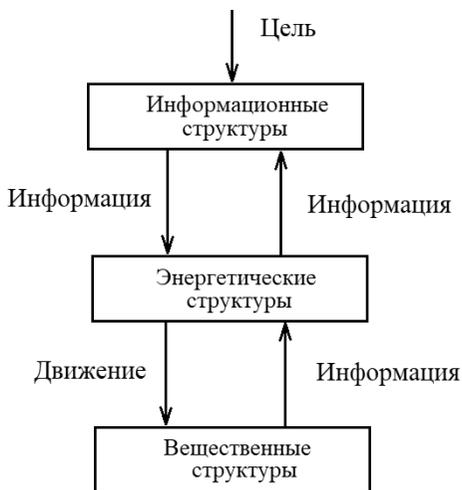


Рисунок 1 – Принципиальная система управления

Из этой схемы видно, что при одних и тех же материальных и энергетических ресурсах наиболее эффективным может быть хозяйство и техника при использовании оптимальных алгоритмов решения поставленных задач. В связи с этим, все больше и больше возрастает роль цифровизации технологических процессов в сельском хозяйстве.

Применительно к тракторной и автомобильной технике сельского хозяйства цифровые технологии имеют большие перспективы в применении беспилотной техники. Здесь большую роль играет работа по цифровизации полей. Также, на основе цифровизации полей становится возможным более оптимальное внесение удобрений и соответственно, снижение себестоимости сельхозпродукции.

Также важным аспектом применения автоматизации и цифровой техники в тракторах и автомобилях является экологический аспект. Применение цифровых технологий в управлении двигателем позволяет снижать вредные выбросы в атмосферу. Более оптимальная загрузка трактора при применении цифровых технологий позволяет

добиться снижения расхода топлива и также снижения выхлопа отработанных газов.

Заключение

Таким образом, с развитием агрокибернетики в общем, и цифровых технологий в частности, в нашей стране открываются новые возможности в направлении увеличения производства сельскохозяйственной продукции, снижения ее себестоимости, повышение качества и новые возможности в конкуренции на мировом рынке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Винер, Н. Кибернетика / Н. Винер. – М.: «Наука». – 1983. – 344 с.
2. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. – М. : Издательство Юрайт. – 2018. – 386 с.
3. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1.
4. Дидманидзе, О. Н. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра / О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, Е. П. Парлюк // Аграрная наука Северо-Востока. – 2020. – Т. 21, № 1. – С. 74-85. – DOI 10.30766/2072-9081.2020.21.1.74-85.
5. Сергованцев, В. Т. Информация. Сущность и цели / В. Т. Сергованцев // Сборник научных докладов ВИМ. – Т.2. – 2012. – С. 315-323.
6. Дидманидзе, О. Н. Использование суперконденсаторов в комбинированных энергоустановках тягово-транспортных средств / О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2004. – 160 с.
7. Меликов, А.В. Применение теории множеств для организации данных исходной реляционной базы данных / А. В. Меликов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2011. – № 4 (16). – С. 16-22.
8. Цифровое сельское хозяйство: сельскохозяйственная техника и системы / М. А. Караваев, В. К. Зимогорский, Д. А. Беда, Н. Н. Пуляев // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения : материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина, Ульяновск, 15 декабря 2022 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. – С. 2466-2471.
9. Дидманидзе, О. Н. Тенденции развития цифровых технологий диагностирования технического состояния тракторов / О. Н. Дидманидзе, А. С. Дорохов, Ю. В. Катаев // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 11 (281). – С. 39-43. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-11-39-41.
10. Harvesting of mixed crops by axial rotary combines / N. Aldoshin, O. Didmanidze, B. Mirzayev, F. Mamatov // TAE 2019 - Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2019, Prague, 17–20 сентября 2019 года. – Prague: Czech University of Life Sciences Prague, 2019. – P. 20-25.

11. Кузьмин, В. А. Искусственная нейронная сеть для обоснования параметров ходовых систем тракторов / В. А. Кузьмин, Р. С. Федоткин, В. А. Крючков // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 4. – С. 24-30.

12. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.

13. Пуляев, Н. Н. Цифровизация сельского хозяйства России: особенности, трудности и перспективы / Н. Н. Пуляев, В. С. Богданов, Д. Г. Асадов // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 25-26 января 2022 года. Том Часть 1. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2022. – С. 66-72.

Об авторе:

Анашин Дмитрий Викторович, соискатель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49), anashin@rgau-msha.ru.

About the author:

Dmitry V. Anashin, applicant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), anashin@rgau-msha.ru.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩЕЙ ПРИСАДКИ В СОСТАВЕ МОТОРНОГО МАСЛА

С. А. Анкудинова¹, Е. А. Баранов², В. Р. Стофарандов¹

Научный руководитель – В. Е. Коноплев¹

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Разработана методика получения металлоплакирующей присадки. Проведено исследование зависимости трибологических характеристик от концентрации присадки в моторном масле. Изучено влияние присадки на эксплуатационные характеристики масла и силовой установки, а также на физико-химические свойства моторного масла.*

***Ключевые слова:** металлоплакирующая присадка, моторное масло, смазочные материалы.*

DETERMINATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF A METAL-COATING ADDITIVE IN THE COMPOSITION OF ENGINE OIL

S. A. Ankudinova^a, E. A. Baranov^b, V. R. Stofarandov^a

Scientific advisor – V. E. Konoplev^a

^aRussian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

^bKosygin Russian State University (Technologies. Design. Art), Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The methodology for obtaining metal-cladding additive has been developed. The dependence of tribological characteristics on the concentration of the additive in the engine oil has been studied. The influence of the additive on the operational characteristics of the oil and power plant, as well as on the physical and chemical properties of the engine oil has been studied.*

***Keywords:** metal coating additive, engine oil, lubricants.*

Введение

Физико-химические и эксплуатационных свойства применяемых смазочных материалов определяют эффективность использования сельскохозяйственной техники. С каждым годом увеличивается

количество машин с большим сроком службы, что заставляет искать новые составы горючесмазочных материалов, улучшающих работу тракторов, автомобилей и комбайнов. Повышение качества моторных масел снижает затраты на техническое обслуживание и ремонт, что обусловлено уменьшением износа деталей подвижных сопряжений. Использование горючесмазочных материалов с улучшенными характеристиками позволяет увеличить срок службы двигателей в несколько раз при одновременном снижении общего расхода топлива.

Материалы и методы

В работе были исследованы физико-химические и трибологические свойства металлоплакирующей присадки, синтезированной из диэтанолamina, порошка меди и жирной непредельной кислоты (олеиновой), растворенной в моторном масле Genesis 5W-30. Данное моторное масло было использовано также в качестве контрольного образца.

Для оценки трибологических свойств изучаемой металлоплакирующей присадки использовались роликовые испытательные установки. В эксперименте проводилось одновременное измерение скорости изнашивания и момента сил трения без разъединения зоны трения.

Испытательный контакт образован циклическими поверхностями ролика и колодки, прошедшей гомогенизацию. Нормальные силы были определены экспериментально из условия отсутствия признаков заедания.

Частоту вращения вала выбирали экспериментально таким образом, чтобы отсутствовал гидродинамический режим смазки. В некоторых экспериментах испытания проводили при частотах вращения 50 и 150 об/мин, при которых также отсутствовало полное разделение трущихся поверхностей сплошной смазочной пленкой. Температуру измеряли одновременно со скоростью изнашивания и моментом сил трения в конце испытания.

По результатам двух серий экспериментов получены данные, позволяющие проследить зависимость физико-химических и трибологических свойств от концентрации присадки, большая часть которых имеет аномальный характер.

Результаты и обсуждение

В результате экспериментов было найдено, что смазочная композиция значительно отличается от базового масла по уровню взаимодействия контактов трущихся поверхностей ролика и колодки. Так как металлоплакирующие присадки влияют на трибологические свойства,

то и наибольший интерес представляет снижение износа трущихся поверхностей. Также представляет интерес изменение момента трения, который оказывает влияние на температуру смазочного масла в узле трения в рабочем режиме, поскольку ее повышение может привести к ухудшению физико-химических свойств смазочного масла в процессе работы двигателя.

Полученные данные показали, что металлоплакирующая присадка уменьшает степень износа 3...7 раз при изменении нормальной силы от 73 до 115 кгс, в то время как эта же присадка практически не влияет на момент трения и температуру смазочного состава.

Было найдено, что температура масла незначительно сказывается на степени износа в случае с исследуемым смазочным составом в отличие от базового масла.

Кроме того, оказалось, что на момент трения температура не оказывает заметного влияния в случае смазочного состава, так и в случае базового масла. Композиция с металлоплакирующей присадкой уменьшает степень износа при увеличении температуры, причем увеличение износа при увеличении нормальной нагрузки не наблюдается в отличие от экспериментов с базовым маслом. Износ в результате применения металлоплакирующей присадки уменьшился в 7 раз.

Поскольку изменение химического состава смазочной композиции может привести к значительному изменению эксплуатационных свойств из-за индивидуальных свойств компонентов и их взаимного влияния друг на друга, то в работе также была изучена такая важная характеристика масла, как стойкость к окислению.

Была проведена оценка влияния металлоплакирующей присадки на процесс окисления смазочной композиции и определен уровень антиокислительных свойств присадки. Окисление смазочного состава проводилось в присутствии медного катализатора в лабораторной установке, после чего были определены вязкость и фотометрический коэффициент загрязненности масла.

Данные показатели характеризуют накопление в смазочной композиции маслорастворимых и нерастворимых продуктов окисления. При низкотемпературном окислении масла образуются смолы и карбены, а при высокотемпературном окислении – кислоты, что подтверждается уменьшением щелочного числа.

Кроме того, при высоких температурах в смазочных композициях образуются продукты большой плотности, например смолы и асфальтены.

По результатам экспериментов по высокотемпературному окислению было найдено, что предлагаемая металлоплакирующая присадка не повышает окисляемость базовых масел. Присутствие металлоплакирующей присадки приводит к тому, что моторное масло приобретает большую термоокислительную стабильность, на что указывает уменьшение вязкости смазочной композиции. Данный эффект объясняется способностью хелатных комплексов меди, являющихся основным компонентом присадки, оказывать ингибирующее действие.

Заключение

Результаты экспериментов показали, что металлоплакирующая присадка оказывает значительное влияние на степень износа, уменьшая его в 3...7 раз, в то время как влияние на момент трения и температуру смазочной композиции оставалось незначительным.

Испытания по определению антикоррозионных свойств показали, что стальные образцы в предлагаемой смазочной композиции обладают стойкостью не меньше, чем в масле без присадки.

Термоокислительная стабильность смазочного состава выше, чем у контрольного образца, что подтверждается уменьшением вязкости смазочной композиции.

Применение металлоплакирующей присадки в составе смазочной композиции улучшает эксплуатационные показатели двигателя внутреннего сгорания: наблюдается увеличение крутящего момента, снижение общего расхода топлива и количества выбросов вредных веществ в отработавших газах двигателя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гайдар, С. М. Консистентные смазки с наномодифицированным дисульфидом молибдена / С. М. Гайдар // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 4. – С. 27-29.
2. Гайдар, С. М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Гайдар Сергей Михайлович. – Москва, 2011. – 433 с.
3. Карелина, М. Ю. Исследование эффективности триботехических препаратов на основе наноматериалов / М. Ю. Карелина, С. М. Гайдар // Грузовик. – 2015. – № 4. – С. 17-29.
4. Гайдар, С. М. Характеристика и показатели наноматериалов для снижения износов деталей сельхозмашин / С. М. Гайдар // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 12. – С. 20-22.

5. Гайдар, С. М. Применение нанотехнологий для повышения надежности машин и механизмов / С. М. Гайдар // Грузовик. – 2010. – № 10. – С. 38-41.

6. Повышение износостойкости узлов трения / С. М. Гайдар, М. Ю. Карелина, Е. А. Петровская, Э. А. Зиятдинов // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 122. – С. 40-47.

7. Карелина, М. Ю. Технология повышения износостойкости поверхностей трибосопряжений физико-химическим методом / М. Ю. Карелина, С. М. Гайдар // Грузовик. – 2015. – № 3. – С. 12-16.

8. Карелина, М. Ю. Исследование влияния наноструктурирования поверхностей трибосопряжений на эксплуатационные характеристики двигателей / М. Ю. Карелина, С. М. Гайдар, А. В. Пыдрин // Грузовик. – 2015. – № 2. – С. 29-37.

9. Гайдар, С. М. Адсорбция фтор-ПАВ и ее влияние на смазку трибосопряжений в условиях граничного и гидродинамического трения / С. М. Гайдар, А. А. Волков, М. Ю. Карелина // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 118. – С. 113-124.

10. Использование наноматериалов в качестве присадок к маслам для уменьшения трения в трибосопряжениях / С. М. Гайдар, В. Н. Свечников, А. Ю. Усманов, М. И. Иванов // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 35-37.

11. Жерновников, Д. Н. Защита стали от атмосферной коррозии летучим ингибитором коррозии ИФХАН-114 / Д. Н. Жерновников // Державинский форум. – 2019. – Т. 3. – № 9. – С. 105-112.

12. Ингибирование коррозии углеродистой стали олигомерными ингибиторами коррозии в различных средах / Х. С. Бекназаров, А. Т. Джалилов, У. Ю. Останов, А. М. Эркаев // Пластические массы. – 2013. – № 8. – С. 36-39.

13. Исследование синергетического эффекта контактных ингибиторов анодного и катодного действия при защите стали от коррозии / С. М. Гайдар, В. Е. Коношлев, Д. И. Петровский, И. А. Посуныко, А. М. Пикина // Коррозия: материалы, защита. – 2021. – № 12. – С. 10-14.

14. Пыдрин, А. В. Повышение коррозионной стойкости низкоуглеродистых сталей применением полифункциональных ингибиторов / А. В. Пыдрин // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». – 2016. – Т. 74. – № 4. – С. 46-50.

15. Посуныко, И. А. Влияние внутренних и внешних факторов на коррозионно-механическое изнашивание деталей топливной системы / И. А. Посуныко, А. М. Пикина // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию В.А. Михельсона, Москва, 09-11 июня 2020 года. Том 2. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – С. 339-344.

Об авторах:

Анкудинова Софья Алексеевна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Баранов Евсей Андреевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (119071, Российская Федерация, г. Москва ул. Малая Калужская, д. 1).

Стофарандов Василий Русланович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Коноплев Виталий Евгеньевич, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат химических наук, techmash@rgau-msha.ru.

About the authors:

Sofia A. Ankudinova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Evsevii A. Baranov, student, Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art) (119071, Russian Federation, Moscow, Malaya Kaluzhskaya str., 1).

Vasilii R. Stofarandov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Vitaly E. Konoplev, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Chemical), techmash@rgau-msha.ru.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ЭВТРОФИКАЦИЮ ВОДОЁМОВ

А. В. Бахарева

Научный руководитель – Д. А. Филимонов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Антропогенное эвтрофирование (эвтрофикация) - явление, вызванное увеличением потоков биогенных веществ в гидрографической сети водосборов вследствие роста населения и его хозяйственной деятельности. Оно обнаружено в начале XX века в Центральной Европе и стало повсеместным. На сессии ЮНЕП в 1984 г. эвтрофикация водоёмов, рек и прибрежных участков морей поставлена на первое место по степени опасности глобального антропогенного воздействия на окружающую среду.*

***Ключевые слова:** эвтрофикация, биотоксины электрическое поле, водоёмы, экология.*

DETERMINATION OF THE EFFECT OF THE ELECTRIC FIELD ON THE EUTROPHICATION OF RESERVOIRS

A. V. Bakhareva

Scientific advisor – D. A. Filimonov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Anthropogenic eutrophication (eutrophication) is a phenomenon caused by an increase in the flow of nutrients in the hydrographic network of catchments due to population growth and its economic activities. It was discovered at the beginning of the XX century in Central Europe and became widespread. At the UNEP session in 1984, the eutrophication of reservoirs, rivers and coastal areas of the seas was put in the first place in terms of the degree of danger of global anthropogenic impact on the environment.*

***Keywords:** eutrophication, biotoxins, electric field, reservoirs, ecology.*

Главная опасность эвтрофикации в том, что это явление трудно-обратимо [1]. Оно изменяет пастбищный тип круговорота веществ на детритный, а вслед за этим упрощает биотическую структуру экосистемы, сокращая число видов водных организмов. В отличие от естественного, антропогенное эвтрофирование убыстряется из-за

нарастающей массы веществ, участвующих в большом и малом биохимических ее круговоротах, и вследствие возрастающей внутренней нагрузке биогенными веществами. Загрязнение Ладожского озера снизило в нем численность ценных видов рыб – форели, лосося, палии, озерно-речных сигов, а атлантического осетра и волховского сига занесли в «Красную книгу» России.

Так же следует отметить, что некоторые виды водорослей вызывающие эвтрофикацию водоемов, токсичны для растений и животных. Цветение водоисточников представляет угрозу для животных и человека. Когда водоросли попадают в организм, выделяются нейро- и гепатотоксины, которые приводят к сильнейшему отравлению организма. Примером попадания токсинов из водорослей в организм человека является случай отравления моллюсками. Биотоксины, образующиеся во время цветения водорослей, поглощаются моллюсками (мидиями, устрицами), что приводит к тому, что эти продукты питания для человека приобретают токсичность и отравляют людей. Примеры включают паралитическое, нейротоксическое и диарейное отравление моллюсками. Другие морские животные могут быть переносчиками таких токсинов, в том числе в ряде промысловых рыб, в мясе которых накапливается токсин [2, 3].

На рисунке 1 показано цветение воды на водоеме Большой садовый пруд, расположенного на территории города Москвы, который является рекреационной зоной города, с пляжами, местами для ловли рыбы.



Рисунок 1 – Цветение водоема Большой садовый пруд

Целью проведения исследований являлось выявление воздействия электрического поля на сине-зеленые водоросли, вызывающие эфтрофикацию водоема Большой садовый пруд.

Для этого 15.08.2024 были отобраны пробы воды из указанного выше водоема. Далее пробы воды были подвергнуты воздействию электрического поля в электролизной установке (рисунок 2).

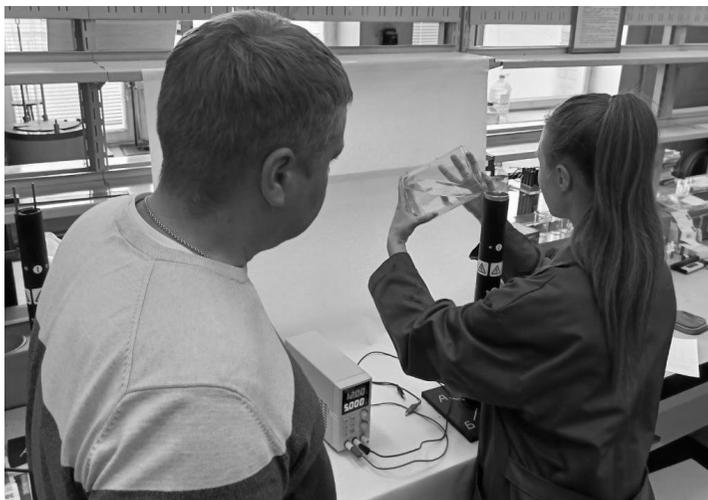


Рисунок 2 – Проведение эксперимента

При проведении экспериментальных исследований использовалась схема подключения, при которой катодом являлся внешний электрод колонны, а анодом – внутренний, при значениях постоянного тока 5 А и напряжением 12 В [4, 5]. Фотография экспериментальной установки и её принципиальной схемы представлены на рисунке 3.

Обработанные электрическим полем и не обработанные пробы воды были помещены в стеклянные боксы на 25 суток, по истечению которых были исследованы с помощью микроскопа (рисунок 4).

Из сравнения полученных результатов, представленных на рисунке 7, можно сделать заключение, что после обработки электрическим полем по истечению 25 суток водорослей в образце не обнаружено в отличии от необработанного образца.

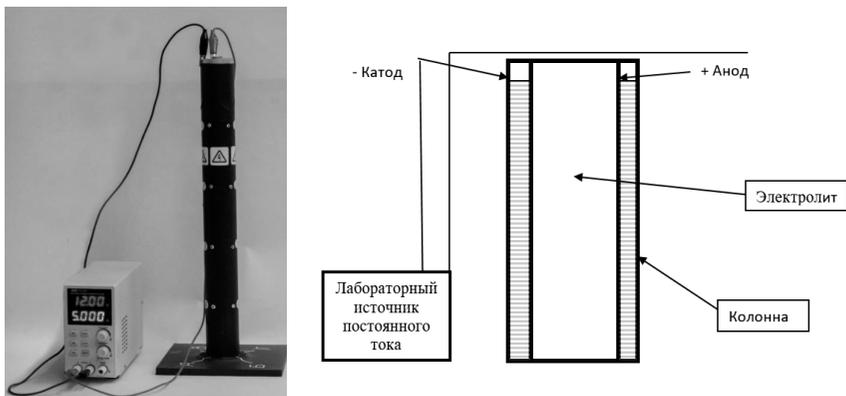


Рисунок 3 – Общий вид и принципиальная схема установки

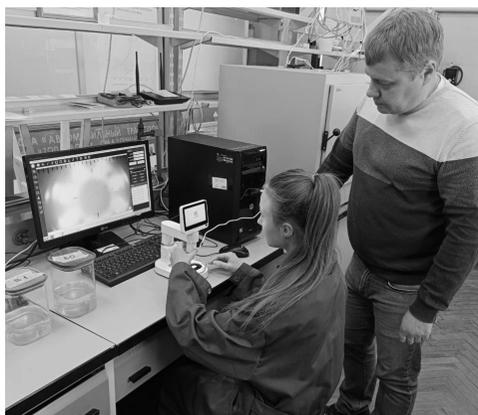


Рисунок 4 – Процесс исследования выявления воздействия электрического поля на сине-зеленые водоросли через микроскоп

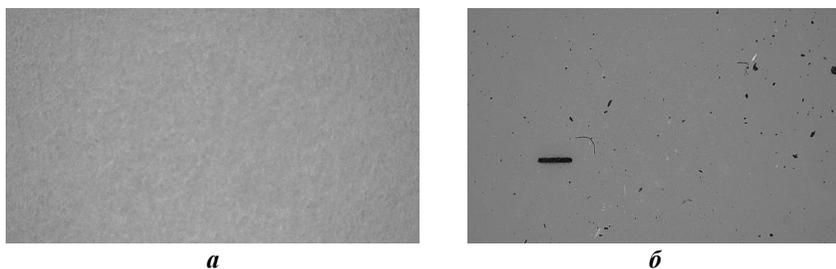


Рисунок 5 – Сравнение обработанного электрическим полем образца с не обработанным:

a – обработанный образец, *б* – необработанный образец

Полученные результаты показали, что после воздействия электрического поля наблюдается гибель водорослей и по истечению длительного периода времени они не восстанавливаются. Таким образом доказана эффективность применения данного способа для борьбы с эвтрофикацией водоемом.

Проведенные исследования позволят в дальнейшем разработать промышленный образец для очистки водоемов, который может быть внедрен на предприятия ГУП Мосводосток.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рымовская, М. В. Воздействие отработанных растворов дезинфекции сооружений водоснабжения на почву / М. В. Рымовская, В. И. Романовский // Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2016. – № 4 (186). – С. 214-219.
2. Сокольский, А. Ф. Влияние значения pH на организмы высших водных растений и моллюсков-фильтраторов / А. Ф. Сокольский, А. И. Воронина, В. И. Башмакова // Перспективы развития строительного комплекса. – 2017. – № 1. – С. 21-24.
3. Беспалова, К. В. Питьевое водоснабжение в условиях массового развития сине-зеленых водорослей на водохранилищах / К. В. Беспалова, А. В. Селезнева, В. А. Селезнев // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2021. – № 2. – С. 121-134.
4. A review of solar and visible light active TiO₂ photocatalysis for treating bacteria, cyanotoxins and contaminants of emerging concern / R. Fagan, D. E. Cormack, D. D. Dionysiou, S. C. Pillai // Materials Science in Semiconductor Processing. – 2016. – Vol. 42. – Pp. 2-14.
5. Результаты экспериментальных исследований влияния электрических полей на содержание аммония в животноводческих стоках / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, Н. Н. Пуляев, Д. А. Филимонов // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 5. – С. 4-9. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-5-4-9.
6. Экспериментальные исследования влияния освещения на эвтрофикацию водоемов и работу систем капельного орошения / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, Д. А. Москвичев и др. // Природообустройство. – 2024. – № 3. – С. 6-12.
7. Гусев, С. С. Водоподготовка на объектах агропромышленного комплекса / С. С. Гусев, Е. А. Улюкина, Л. Л. Михальский // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2012. – № 3(54). – С. 19-22.
8. Глобин, А. Н. Инженерное творчество : Учебное пособие / А. Н. Глобин, Т. Н. Толстоухова, А. И. Удовкин. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 108 с.
9. Результаты исследований пожароопасности торфа в зависимости от степени его разложения на землях сельскохозяйственного назначения / О. Н.

Дидманидзе, А. В. Евграфов, Н. Н. Пуляев, А. С. Гузалов // Природообустройство. – 2024. – № 4. – С. 26-33. – DOI 10.26897/1997-6011-2024-4-26-33.

Об авторах:

Бахарева Анастасия Вадимовна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Филимонов Дмитрий Александрович, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49), filimonov.dmitrii@rgau-msha.ru.

About the authors:

Anastasia V. Bakhareva, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Dmitry A. Filimonov, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), filimonov.dmitrii@rgau-msha.ru.

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

М. К. Бисенов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье проанализированы перспективы и проблемы электрификации транспортно-технологических машин, которые могут быть использованы сельскохозяйственными предприятиями различных типов. Выявлены основные преимущества, которые несет электрификация транспортно-технологических машин сельскохозяйственным предприятиям, в частности снижение эксплуатационных затрат, за счет сокращения затрат на топливо и техническую эксплуатацию. В качестве дополнительного преимущества – уменьшение негативного воздействия техники на окружающую среду и возможность работы в закрытых помещениях. Помимо преимуществ электрифицированных транспортно-технологических машин рассмотрены их недостатки, главный из которых высокая начальная стоимость электрифицированной транспортно-технологической машины.*

***Ключевые слова:** транспортно-технологическая машина, эксплуатационные свойства, модернизация, электрификация, аккумуляторная батарея, инновация.*

PROSPECTS AND PROBLEMS OF ELECTRIFICATION OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES FOR AGRICULTURE

M. K. Bisenov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article analyzes the prospects and problems of electrification of transport and technological machines that can be used by agricultural enterprises of various types. The main advantages of electrification of transport and technological machines for agricultural enterprises are identified, in particular, reduction of operating costs by reducing fuel costs and technical operation. An additional advantage is the reduction of the negative impact of technology on the environment and the ability to work indoors. In addition to the advantages of electrified transport and technological machines, their disadvantages are considered, the main of which is the high initial cost of an electrified transport and technological machine.*

***Keywords:** transport and technological machine, operational properties, modernization, electrification, battery, innovation.*

Введение

На появление тенденции к электрификации сельскохозяйственных транспортно-технологических машин большое влияние оказали экологические проблемы, характерные для государств с развитым транспортом и высоким уровнем механизации сельскохозяйственных работ, а также спрос на более устойчивые методы ведения сельского хозяйства. Производители видят будущее, в котором электрифицированные транспортно-технологические машины будут работать наряду с традиционными машинами, работающими на дизельном топливе. Однако полная замена парка сельскохозяйственной техники, использующей дизельное топливо, электрическими машинами в ближайшем будущем представляется маловероятной [1].

Исследования и разработки в отрасли в значительной степени направлены на повышение эффективности электродвигателей и изучение альтернативных видов топлива, таких как сжатый и сжиженный природный газ, водород, синтетическое топливо и биотопливо. Для повышения общей производительности машины внедряются усовершенствованные варианты силовых агрегатов, включая гибридные электрические системы и системы, работающие на топливных элементах [2].

В ответ на ужесточение экологических стандартов наблюдается значительный рост инвестиций производителей оригинального оборудования в технологии электрификации сельскохозяйственных машин различного назначения. Этот сдвиг также обусловлен увеличением спроса сельскохозяйственных предприятий и их собственников на экономически эффективные и экологичные методы производства. Аналитики прогнозируют, что к 2027 году мировой рынок электрифицированных транспортно-технологических машин в таких секторах, как сельское и коммунальное хозяйство, строительство и горнодобывающая промышленность, может достичь 100 млрд долларов в год [3].

Несмотря на эти достижения, переходный процесс сталкивается с рядом препятствий. Мощные электрические тракторы остаются непрактичными из-за существующих ограничений по продолжительности работы из-за недостаточной емкости применяемых в настоящее время батарей. Например, для работы трактора мощностью 300 лошадиных сил от аккумулятора потребуется машина вдвое большего размера, веса и стоимости, чем его дизельный аналог [1]. Кроме того, потенциальные собственники электрифицированных транспортно-технологических машин часто выражают обеспокоенность по поводу

срока службы аккумулятора, времени зарядки и затрат, связанных с заменой аккумулятора [1].

Цель данной работы – выявить основные проблемы и перспективы перехода к использованию электрифицированных транспортно-технологических машин.

Материалы и методы

Для анализа публикаций, посвященных перспективам и проблемам электрификации транспортно-технологических машин для сельского хозяйства, было подобрано 25 открытых источников различных видов, охватывающих как вопросы эффективности электрификации, так и конструктивные и технологические трудности такого перехода.

Результаты

Электрификация сельского хозяйства, которую часто называют «переходом на другие виды топлива», дает значительные преимущества малогабаритным транспортно-технологическим машинам. Одним из основных преимуществ является снижение зависимости от традиционных источников энергии, таких как дизельное топливо. Переходя на электроэнергию, потенциальные собственники электрифицированных транспортно-технологических машин могут сократить выбросы углекислого газа, что имеет решающее значение для решения неотложных проблем, связанных с изменением климата или плохим качеством воздуха [4, 6].

Электрическое сельскохозяйственное оборудование, включая тракторы и орудия труда, также позволяет потенциальным собственникам электрифицированных транспортно-технологических машин автоматизировать больше повседневных процессов и оптимизировать свои операции для повышения эффективности [4]. Эта тенденция к электрификации связана не только с заменой силового агрегата, трансмиссии и ходовой части транспортно-технологических машин, но и с электрификацией вспомогательных устройств и орудий, которые традиционно приводились в действие механическим, гидравлическим или пневматическим способом [5].

Эксплуатационные расходы на электрическое сельскохозяйственное оборудование, как правило, снижаются из-за снижения расхода топлива и необходимости технического обслуживания. Ожидается, что мировой рынок только электротракторов значительно вырастет – с 0,7 млрд долларов США в 2024 году до 3,4 млрд долларов США к 2030 году, что подчеркивает экономический потенциал и переход к более устойчивым методам ведения сельского хозяйства [6].

Электрификация малогабаритных сельскохозяйственных машин дает определенные экономические преимущества, особенно для мелких собственников электрифицированных транспортно-технологических машин. Одним из основных преимуществ является возможность существенного снижения эксплуатационных затрат, сопряженных с эксплуатацией техники. Эксплуатация традиционных тракторов и оборудования, работающих на дизельном топливе, часто сопряжена с высокими эксплуатационными расходами из-за большого расхода топлива, постоянного роста стоимости топлива и необходимости относительно частого технического обслуживания. В отличие от них, электрифицированные транспортно-технологические машины, потенциально имеют более низкие эксплуатационные затраты, поскольку электроэнергия, как правило, дешевле дизельного топлива, а электрические двигатели, учитывая их конструкцию, требуют меньшей трудоемкости технического обслуживания [6, 9].

Использование электрифицированных транспортно-технологических машин может способствовать повышению эффективности работы персонала сельскохозяйственного предприятия, общему снижению затрат на рабочую силу, что может способствовать получению дополнительной экономической выгоды, а также меньшей зависимости от дефицита кадров, характерной для сельского хозяйства. Считается, что электрифицированные транспортно-технологические машины, должны быть оснащены передовыми технологическими решениями в области робототехники и автоматизации, следовательно, могут выполнять такие задачи, как посев, прополка и сбор урожая, с большей точностью и меньшим количеством ручного труда [7]. Это не только снижает потребность в рабочей силе, но и повышает производительность труда, позволяя собственникам электрифицированных транспортно-технологических машин обрабатывать большие площади или выращивать несколько культур одновременно.

Финансовые стимулы и субсидии, предлагаемые правительствами и организациями в ряде стран мира для продвижения устойчивых методов ведения сельского хозяйства, делают электрифицированные транспортно-технологические машины привлекательной инвестицией, например, для мелких фермеров. Эти стимулы могут компенсировать первоначальные затраты на приобретение электрифицированных транспортно-технологических машин, делая переход от традиционной дизельной техники более доступным для будущих собственников [9, 10].

Электрифицированные транспортно-технологические машины способствуют долгосрочной экономии за счет повышения общей устойчивости выполнения производственных процессов сельскохозяйственных предприятий. Они обеспечивают нулевой уровень выбросов, тем самым снижая воздействие на окружающую среду и потенциально снижая любые затраты, связанные с соблюдением экологических норм [9]. Внедряя электрифицированные транспортно-технологические машины, небольшие сельскохозяйственные предприятия могут удовлетворить растущий спрос на экологически чистые методы ведения сельского хозяйства, что потенциально открывает новые рыночные возможности и повышает их экономическую жизнеспособность [6, 10].

По мере усиления озабоченности в мире по поводу экологической устойчивости и изменения климата агропромышленный комплекс начинает обращать внимание на новые технологии, способные снизить выбросы не только вредных веществ, но выбросы углекислого газа. В связи с этим наиболее перспективной разработкой в этой области является электрификация транспортно-технологических машин, которые смогут послужить экологически чистой и бесшумной альтернативой традиционной самоходной технике [13].

Электрические тракторы предполагаются как более экологичное решение для сельскохозяйственных предприятий по сравнению с моделями, работающими на традиционных ископаемых топливах [13]. Экологические преимущества электрических сельскохозяйственных машин включают значительное сокращение выбросов парниковых газов и снижение уровня шума, что может положительно сказаться как на здоровье человека, так и на местной фауне [13]. Эти машины также способствуют снижению загрязнения почвы, поскольку устраняют риск разливов и утечек топлива, которые характерны для транспортно-технологических машин, работающих на традиционных видах топлив [13]. Кроме того, электрические тракторы могут улучшить качество воздуха за счет нулевого уровня выбросов, тем самым снижая количество вредных загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу [13].

Электрическая малогабаритная сельскохозяйственная техника обладает рядом экологических преимуществ по сравнению с традиционными аналогами, работающими на ископаемом топливе. Одним из основных преимуществ является сокращение выбросов токсичных веществ, решение насущных проблем, связанных с изменением климата и плохим качеством воздуха [6]. Отсутствие шума и выхлопных газов делает электрифицированные транспортно-технологические машины

идеальными для выполнения работ внутри помещений, например, уборки помещений животноводческих ферм, раздачи корма животным, погрузочно-разгрузочных работ и работ с растениями в тепличных комплексах [11]. Эти преимущества особенно заметны у компактных электрических тракторов мощностью не более 20...70 лошадиных сил, которые хорошо подходят для работы в ограниченных пространствах, таких как животноводческие помещения, тепличные хозяйства, складские и перерабатывающие комплексы.

Электрифицированные транспортно-технологические машины способствуют устойчивому ведению сельского хозяйства за счет потенциального использования робототехнических технологий, что повышает эффективность различных видов работ [7]. Такая интеграция робототехнических и зеленых технологий не только повышает операционную эффективность, но и способствует улучшению условий труда и совершенствованию производственных процессов, делая сельскохозяйственные предприятия более устойчивыми к внешним факторам [12].

Переход на электрифицированные транспортно-технологические машины для сельского хозяйства обусловлен глобальными экологическими проблемами и необходимостью повышения экономической эффективности [3]. По мере ужесточения экологических стандартов в развитых странах агропромышленный комплекс все активнее внедряет современные технологии для удовлетворения требований потребителей в устойчивых экологически нейтральных методах ведения сельского хозяйства. Этот переход способствует достижению цели сельскохозяйственной отрасли по сокращению выбросов углекислого газа при сохранении высокого уровня производительности.

Разработка и внедрение электрифицированных транспортно-технологических машин сопряжено с рядом технологических проблем, главным из которых является создание надежной и широко распространенной инфраструктуры зарядки. Например, грузовые электромобили для коммерческого использования становятся все более распространенными, обеспечение удобного и эффективного доступа к зарядным станциям имеет решающее значение для их более широкого внедрения [14, 15]. Кроме того, долговечность и надежность электрифицированных транспортно-технологических машин имеет первостепенное значение, так как в агропромышленном комплексе требуется техника, способная выдерживать сложные условия сельскохозяйственных работ и адаптированная к быстрому и недорогому ремонту [14, 15].

Современные транспортно-технологические машины, которые включает в себя целый ряд транспортных средств – от небольших коммунальных агрегатов до крупных тракторов и комбайнов – должны соответствовать жестким требованиям, связанным с большим весом и длительным рабочим временем, часто продолжающимся несколько смен в течение суток. Это еще больше усложняет процесс электрификации, поскольку машины должны быть способны стабильно работать на нескольких рабочих площадках без частой подзарядки [15]. Интеграция передовых систем управления в новые модели тракторов, опрыскивателей и комбайнов обеспечивают ранее недостижимый уровень точности, сочетая программное обеспечение с электрическими контроллерами и приводами [16, 17].

В настоящее время заложены основы для массовой электрификации всех типов транспортно-технологических машин, но по мере того, как крупные производители начинают разрабатывать их прототипы, они сталкиваются со значительными логистическими трудностями, связанными с заменой машин, работающих на дизельном топливе, в полевых условиях [18]. Одним из важнейших факторов, способствующих как способствующих, так и препятствующих более широкому внедрению электрифицированных транспортно-технологических машин в сельскохозяйственных предприятиях, является инфраструктура для зарядки [18]. Обеспечение удобной и эффективной зарядки электрифицированных транспортно-технологических машин в обособленных отделениях даже одного сельскохозяйственного предприятия остается существенным препятствием.

Долговечность и надежность также являются основными проблемами для сельскохозяйственных предприятий, которым требуется оборудование, способное выдерживать высокую нагрузку в период основных полевых работ при этом легко и быстро ремонтироваться [18]. Учитывая требовательный характер современного сельского хозяйства, которое в значительной степени зависит от разнообразного парка транспортных средств и спецтехники – от квадроциклов и небольших полноприводных автомобилей до высокопроизводительных тракторов и комбайнов больших классов – проблема становится еще более серьезной [18]. Эти машины должны не только эффективно работать в течение длительного рабочего дня и на нескольких участках, но и выдерживать значительные нагрузки по весу и мощности, необходимые для выполнения сельскохозяйственных задач [18].

Первоначальные инвестиционные затраты на электрифицированные транспортно-технологические машины могут быть значительными, особенно для мелких фермеров. Переход на электрическое оборудование был обусловлен глобальными экологическими проблемами и необходимостью повышения экономической производительности, при этом за последние пять лет заметно возрос интерес к этой задаче со стороны мировых производителей оригинального оборудования (ОЕМ-производителей) [3]. Однако финансовые последствия для небольших сельскохозяйственных предприятий существенно отличаются от таковых для крупных сельскохозяйственных предприятий. Концепция точного земледелия часто ассоциируется с крупными сельскохозяйственными предприятиями, но она также имеет потенциал применения в условиях небольших предприятий [19].

В исследовании Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) и организации «Инновации в борьбе с бедностью» (ИРА) подчеркивается, что на внедрение новых технологий мелкими фермерами влияют несколько факторов, включая финансовые барьеры и способность поддерживать инвестиции [20]. Это подчеркивает важность понимания экономического контекста и конкретных потребностей мелких фермеров при рассмотрении вопроса о первоначальных инвестициях в электрифицированные транспортно-технологические машины.

Электрифицированные транспортные средства могут изменить сельскохозяйственные производственные процессы, повысив экологичность и эффективность [7]. Сельскохозяйственная техника с электроприводом, имеют ряд преимуществ перед традиционной дизельной техникой, особенно с точки зрения эффективности и воздействия на окружающую среду и персонал [7]. Однако первоначальные инвестиционные затраты на электрифицированные транспортно-технологические машины могут быть значительно выше по сравнению с традиционной техникой [21].

Разница в стоимости обусловлена передовыми технологиями, реализованными в электрифицированных транспортно-технологических машинах, включая электроприводы, аккумуляторы и робототехнику, которые определяют существенную первоначальную цену [21]. И наоборот, традиционные сельскохозяйственные тракторы, которые используют хорошо зарекомендовавшие себя дизельные двигатели, как правило, имеют более низкие первоначальные затраты [2]. Несмотря на более высокие первоначальные инвестиции, электрические

тракторы могут обеспечить экономию средств в долгосрочной перспективе за счет снижения затрат на топливо и требований к техническому обслуживанию, поскольку электрические двигатели, как правило, имеют меньше движущихся частей и менее подвержены износу по сравнению со своими дизельными аналогами [2].

Таким образом, несмотря на более высокие первоначальные инвестиции, потенциал долгосрочной экономии и экологические преимущества делают электрифицированные транспортно-технологические машины привлекательным вариантом даже для небольших сельскохозяйственных предприятий, стремящихся внедрять более экологичные производственные процессы [2, 21].

Электрическая сельскохозяйственная техника, в частности электротракторы, способны преобразовать подходы к ведению сельского хозяйства за счет повышения устойчивости и эффективности [7, 12]. Одним из ключевых преимуществ этих инноваций является их положительное влияние на окружающую среду. здоровье почвы и биоразнообразие. Традиционные тракторы с дизельным двигателем часто способствуют уплотнению почвы из-за их большого веса и постоянной эксплуатации, что может препятствовать росту корней и снижать аэрацию почвы [9]. Напротив, электрические тракторы, несмотря на наличие батареи, могут весить меньше и могут быть сконструированы таким образом, чтобы свести к минимуму воздействие на почву, сохраняя ее структуру и способствуя сохранению корневой системы растений. Внедрение электрифицированных транспортно-технологических машин устраняет выбросы загрязняющих веществ, характерных для дизельных двигателей, которые могут оказывать пагубное воздействие на почву и жизнь растений [9, 10]. Благодаря бесшумной работе и возможности использования возобновляемой энергии, электрифицированные транспортно-технологические машины помогают поддерживать более здоровую экосистему, окружающую сельскохозяйственное предприятие, поддерживая более широкий спектр биоразнообразия [10]. Переход на электрическую технику согласуется с более широким переходом к более экологичным и устойчивым методам ведения сельского хозяйства, направленным на решение насущных экологических проблем, таких как изменение климата и качество воздуха [6, 9].

Непрерывный прогресс в области аккумуляторных технологий сыграл важную роль в повышении производительности и внедрении малогабаритных электрических сельскохозяйственных машин. Исторически сложилось так, что свинцово-кислотные аккумуляторы

использовались для электрификации оборудования, работающего на дизельном и бензиновом топливе. Однако их ограничения, такие как низкая удельная энергия и сниженная производительность при низких температурах, препятствуют их широкому использованию в более крупной сельскохозяйственной технике.

Развитие технологии литиевых аккумуляторов ознаменовало поворотный момент, сделав электрификацию сельского хозяйства более жизнеспособной. Литиевые аккумуляторы значительно улучшают эксплуатационные характеристики по сравнению со свинцово-кислотными, включая более высокую удельную энергию и КПД. Эти достижения подтолкнули производителей к изучению электрических машин в качестве дополнения к традиционному оборудованию, работающему на дизельном топливе [1].

Например, во время основного выступления на выставке «CES 2023» компания John Deere продемонстрировала значительные инновации, отражающие потенциал электрификации сельского хозяйства. Компания представила технологию точного внесения удобрений «ExactShot» и электрический экскаватор, которые призваны повысить производительность, прибыльность и экологичность для фермеров. «ExactShot», например, использует датчики и роботизированные исполнительные механизмы для точного внесения удобрений в процессе посева, что сокращает использование удобрений более чем на 60 % [22].

Вывод

Переход на электрифицированные транспортно-технологические машины приносит такие преимущества, как высокая эффективность, низкие затраты на техническое обслуживание и возможность для сельскохозяйственных предприятий использовать собственную генерацию электроэнергии, например, вырабатываемую из возобновляемых источников, таких как биогаз или фотоэлектрические системы. Эти достижения открывают многообещающие перспективы для интеграции электрических технологий в сельскохозяйственные машины всех типов и классов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. What's Next for Electric Machinery? – Successful Farming [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agriculture.com/electrifying-the-future-8403628> (дата обращения: 20.10.2024).
2. Mocera, F.; Somà, A.; Martelli, S.; Martini, V. Trends and Future Perspective of Electrification in Agricultural Tractor-Implement Applications. *Energies* 2023, 16,

6601 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/18/6601> (дата обращения: 20.10.2024).

3. Ag Prepares for Electric-Powered Future – Farm Equipment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.farm-equipment.com/articles/20408-ag-prepares-for-electric-powered-future> (дата обращения: 20.10.2024).

4. Electrification in the Agriculture Industry: What You Need to Know [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.machinefinder.com/34150/electrification-in-the-agriculture-industry-what-you-need-to-know> (дата обращения 20.10.2024).

5. The Electrification of Agricultural Equipment: Tractor & Implements – KEB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kebamerica.com/blog/electrified-farming-implements-for-agriculture-industry> (дата обращения 20.10.2024).

6. Руководство по диагностике, ТО и ремонту комбинированной энергоустановки гибридного автомобиля Toyota Prius NHW20/0 / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, Д. Г. Асадов [и др.]. – М. : ООО «Издательство «Триада», 2006. – 357 с.

7. Could Electric Tractors Revolutionize Farming? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/could-electric-tractors-revolutionize-farming-180982012> (дата обращения: 20.10.2024).

8. The Future of EV Tractors in Agriculture // Monarch Tractor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.monarchtractor.com/blog/ev-tractors> (дата обращения: 20.10.2024 года).

9. Revolutionizing Farms: How Electric Tractors Are // Cannon Creek Farm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cannoncreek.com/guide-to-electric-tractors> (дата обращения: 20.10.2024).

10. The Impact of Electric Farm Vehicles on Green Agriculture [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://husfarm.com/article/the-impact-of-electric-farm-vehicles-on-green-agriculture> (дата обращения: 20.10.2024).

11. Повышение надежности и эффективности электростартерного пуска двигателей внутреннего сгорания при использовании UltraCap / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, Д. Г. Асадов, Г. Н. Смирнов // Объединенный научный журнал. – 2005. – № 1. – С. 42-48.

12. Electric Tractors are Rolling Out in the Field. Here’s What That Could Mean for Farmers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://modernfarmer.com/2023/04/electric-tractors-are-rolling-out-in-the-field-heres-what-that-could-mean-for-farmers> (дата обращения: 20.10.2024).

13. Дидманидзе, О. Н. Исследования показателей тепловыделения газовых двигателей / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов // Записки Горного института. – 2018. – Т. 229. – С. 50-55. – DOI 10.25515/PMI.2018.1.50.

14. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.

15. Challenges slow farm vehicle electrification // Energy News Network [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energynews.us/2021/08/18/weight-dawn-to-dusk-demands-pose-challenges-to-electrifying-farm-vehicles> (дата обращения 20.10.2024).

16. Rural Electrification - John Deere NAF [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.deere.com/en/publications/the-furrow/2022/march-2022/rural-electrification> (дата обращения: 20.10.2024).

17. Electric powered farm vehicles set to revolutionise agriculture sector [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.impactlab.com/2019/08/03/electric-powered-farm-vehicles-set-to-revolutionise-agriculture-sector> (дата обращения: 20.10.2024).

18. Повышение эффективности сжигания жидкого топлива в сельскохозяйственных установках / Н. В. Ксенз, Н. С. Вороной, Т. Н. Толстоухова, Р. И. Штанько // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1997. – № 7. – С. 26-27.

19. How even small-scale farmers benefit from precision ag tech – AGDAILY [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agdaily.com/technology/how-small-scale-farmers-benefit-from-precision-ag-tech> (дата обращения: 20.10.2024).

20. Поцелуев, А. А. Система водо- и теплообеспечения технологических процессов обслуживания КРС / А. А. Поцелуев, И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 59-66.

21. Electrification of Agricultural Machinery: A Review [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cris.unibo.it/bitstream/11585/849271/4/Electrification_of_Agricultural_Machinery_A_Review.pdf (дата обращения 20.10.2024).

22. John Deere rolls out new battery-powered farming and construction equipment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.zdnet.com/article/new-battery-powered-farming-and-construction-equipment-from-john-deere-at-ces-2023> (дата обращения: 20.10.2024).

Об авторе:

Бисенов Мурат Кылышбаевич, соискатель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), bufernaya2022@mail.ru.

About the author:

Murat K. Bisenov, applicant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), bufernaya2022@mail.ru.

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

С. А. Блинова

Научный руководитель – Г. Н. Темасова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассматриваются основные критерии технико-экономического уровня продукции, методы и инструменты, а также важность оценки технико-экономического уровня для производителей и потребителей. Также приведены результаты технико-экономической оценки электроцентробежных насосов.*

***Ключевые слова:** технико-экономический уровень, стоимостной метод, параметрический метод, экономическая эффективность, удельные затраты.*

ASSESSMENT OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC LEVEL OF APPLICATION OF ELECTRIC CENTRIFUGAL PUMPS

S. A. Blinova

Scientific advisor – G. N. Temasova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article discusses the main criteria of the technical and economic level of products, methods and tools, as well as the importance of assessing the technical and economic level for manufacturers and consumers. The results of the technical and economic assessment of electric centrifugal pumps are also presented.*

***Keywords:** technical and economic level, cost method, parametric method, economic efficiency, specific costs.*

Введение. Техничко-экономический уровень (ТЭУ) – это относительная характеристика потенциальной эффективности использования продукта, получаемая путем сравнения значений набора функционально взаимосвязанных технико-экономических показателей разрабатываемого продукта и базовых образцов [1].

Конкурентоспособность продукта представляет собой важный аспект, который значительно влияет на его успешность на рынке. Эта характеристика является относительной и определяется через сравнение потребительской стоимости конкретного продукта с аналогичными

образцами, которые предлагает конкуренция [2, 3]. В процессе оценки конкурентоспособности учитываются различные показатели, такие как качество, экономическая эффективность и уникальные особенности – функциональность, дизайн, надежность, сервисное обслуживание и другие факторы, которые могут выделить продукт среди других.

Качество продукта включает в себя множество факторов, которые определяют его способность удовлетворять потребности потребителей [4]. Экономическая эффективность продукта измеряется через стоимостные показатели, такие как цена, затраты на эксплуатацию и обслуживание, а также потенциальные выгоды, которые он может принести в долгосрочной перспективе [5].

Конкурентоспособность может меняться в зависимости от рыночной ситуации, инноваций и изменений в потребительских предпочтениях. Производители должны постоянно адаптироваться и улучшать свои предложения, чтобы оставаться конкурентоспособными.

Кроме того, маркетинговые стратегии и брендинг также играют ключевую роль в восприятии конкурентоспособности продукта. Хорошо продуманный маркетинг может подчеркнуть уникальные качества и преимущества товара, что делает его более привлекательным для потребителей. В итоге, для достижения высокой конкурентоспособности необходимо учитывать не только технические характеристики, но и потребительские тренды, а также эффективные способы продвижения продукта на рынке.

Показатели технико-экономического уровня продукции играют ключевую роль в оценке её конкурентоспособности на рынке. Они определяются путём сравнения рассматриваемой продукции с лучшими мировыми образцами аналогичного типа [6], что позволяет выявить сильные и слабые стороны конкретного изделия. При этом важно учитывать не только физические характеристики, но и прогрессивность применяемых конструкторских и технологических решений, соответствующих актуальным тенденциям научно-технического прогресса.

Основные характеристики, которые формируют технико-экономический уровень продукции, можно разделить на несколько категорий [7-9]. Первая характеристика, технический уровень продукции – это характеристика, которая отражает степень её технического совершенства по сравнению с аналогами. Этот показатель также включает в себя степень использования мировых достижений в области науки и техники при разработке конструкции или технологии. Например, в

современных насосах могут применяться инновационные материалы и технологии, которые значительно улучшают их эксплуатационные характеристики.

Вторая характеристика, уровень качества изготовления продукции должен соответствовать международным стандартам, а также специфическим требованиям конечного потребителя. Это означает, что производители должны не только следовать общепринятым нормам, но и учитывать пожелания клиентов, что может включать в себя индивидуальные заказы или адаптацию продукции под специфические условия эксплуатации.

Третья важная характеристика – это уровень качества продукции в эксплуатации. Этот показатель демонстрирует, насколько фактические значения различных показателей качества соответствуют нормативно-техническим требованиям. Например, насос должен обеспечивать заявленный уровень производительности и надёжности в процессе работы, что критично для его применения в различных отраслях, таких как сельское хозяйство, водоснабжение и промышленность.

Четвёртая характеристика – уровень полных затрат для потребителя, который включает в себя как единовременные, так и текущие затраты. Это может быть не только цена самого товара, но и дополнительные расходы, такие как таможенные сборы, транспортировка, монтаж, наладка, а также затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание. Например, насосы с высокой эффективностью могут иметь более высокую начальную стоимость, но в долгосрочной перспективе они могут обеспечить значительную экономию на ресурсах и обслуживании, что делает их более выгодными для потребителя.

Цель и задачи исследования. Цель исследования заключается в определении экономии от эксплуатации электроцентробежных насосов, обладающих высоким качеством. Для достижения этой цели необходимо решить несколько задач. В первую очередь, необходимо провести анализ существующих методов оценки технико-экономического уровня продукции и выбрать наиболее подходящий для нашей оценки. Это может включать как качественные, так и количественные методы, позволяющие получить полное представление о ситуации.

Условия, материалы и методы исследования. Для оценки качества продукта используются стоимостные и параметрические методы. Стоимостные методы позволяют оценить экономическую эффективность на основе расчёта затрат и выгоды, в то время как параметрические методы предполагают анализ различных параметров,

таких как производительность, надёжность и долговечность. Например, при оценке насосов можно рассмотреть их эффективность в различных условиях эксплуатации, а также провести сравнительный анализ с аналогичными изделиями на рынке.

Таким образом, исследование технико-экономического уровня продукции, в частности электроцентробежных насосов, позволяет не только оценить их текущие характеристики, но и выявить пути для дальнейшего улучшения. Это, в свою очередь, может привести к повышению конкурентоспособности на рынке и увеличению удовлетворённости потребителей, что является важной целью для любого производителя.

Результаты исследования. Оценку технико-экономического уровня электроцентробежных насосов проводили на моделях 022ЭЦ-НАКИС7А-1000-1600Э/КП и ЭЦНКИ5А-400М-1420Э/КП.

Оценку технико-экономического уровня (ТЭУ) насосов проведем стоимостным методом, изложенным в [5].

Исходные данные и результаты расчетов технико-экономического уровня электроцентробежных насосов марок 022ЭЦНАКИС7А-1000-1600Э/КП (условный номер 1) и ЭЦНКИ5А-400М-1420Э/КП (условный номер 2) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные и результаты расчета ТЭУ электроцентробежных насосов

Показатель	Марка электроцентробежного насоса	
	1	2
Производительность P , м ³ /ч	41,67	16,67
Масса насоса M , кг	850	300
Цена C , руб.	500 000	230 000
Обслуживающий персонал L , чел.	1	1
Номинальная мощность насоса W , кВт	227,102	80,638
Срок службы насоса $T_{сл}$, лет	1	1
Удельная материалоемкость m , кг/м ³ -ч.	0,0034	0,003
Удельная трудоемкость обслуживания t , чел.-ч/шт.	0,024	0,06
Удельная энергоёмкость работы $э$, кВт/шт.	1,16	1,03
Удельная материалоемкость применяемых вспомогательных материалов m_n , ед./шт.	0,020	0,020
Производительность труда $П_t = 1/t$, шт./чел.-ч.	41	16
Себестоимость обработки $з$, руб./шт.	26,99	45,27
Интегральный показатель качества q , шт./руб.	0,075	0,055
Технико-экономический уровень I	1,36	-

Экономия от применения насоса за один год работы Э, руб.	2 413 099	-
Капитальные вложения К, руб.	600 000	-
Коэффициент эффективности капитальных вложений E	4,02	-
Срок окупаемости капитальных вложений T_o , лет	0,25	-

Вывод: Рассмотрен технико-экономический уровень продукции и методы его определения. Для оценивания ТЭУ был выбран стоимостной метод. С его помощью была рассчитана экономическая эффективность использования электроцентробежного насоса с наиболее высоким качеством.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Леонов, О. А. Экономика качества, стандартизации и сертификации : Допущено Учебно-методическим объединением вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 27.03.01 «Метрология и стандартизация» / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Н. Ж. Шкаруба. – М. : Издательский Дом «Инфра-М», 2019. – 251 с.
2. Леонов, О. А. Практикум по экономике качества / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова. – СПб. : Издательство «Лань», 2023. – 156 с.
3. Молиборода, А. Д. Экономика качества как инструмент совершенствования системы менеджмента качества коммерческой страховой компании Молиборода А. Д., Кошкарева Н. В., Замиралова Е. В. // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 12(114). – С. 211-214.
4. Управление затратами на качество продукции и услуг предприятий ремонтного профиля : монография / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Г. Н. Темасова [и др.]. – Ставрополь : Логос, 2020. – 133 с.
5. Леонов, О. А. Управление качеством : учебник предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата «Стандартизация и метрология» и «Управление качеством» / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова. – 3-е издание. – СПб. : Издательство «Лань», 2019. – 180 с.
6. Методика оценки качества процессов предприятий технического сервиса / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова // Компетентность. – 2021. – № 2. – С. 32-38.
7. Вергазова, Ю. Г. Оценка качества и результативности процесса производства на предприятиях технического сервиса / Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Теоретический и практический потенциал современной науки : сборник научных статей. Часть V. – М. : Издательство «Перо», 2019. – С. 132-136.
8. Зимин, Е. М. Определение качества технологий с учетом основных производственно-организационных мероприятий / Е. М. Зимин, В. В. Мартишкин // Омский научный вестник. – 2020. – № 6 (174). – С. 22-26.

9. Леонов, О. А. Статистические методы управления качеством : практикум / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2021. – 97 с.

10. Теория и практика оценки рисков процессов контроля на предприятиях технического сервиса / Г. И. Бондарева, Н. Ж. Шкаруба, О. А. Леонов [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 11. – С. 29-30.

Об авторах:

Блинова Софья Андреевна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Темасова Галина Николаевна, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат экономических наук, temasova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Sofya A. Blinova, master 's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Galina N. Temasova, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Economic), temasova@rgau-msha.ru.

КРИТЕРИЙ ВЫБОРА ТИПА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО НАСАДКА ДЛЯ ПРИТОЧНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

М. Н. Бобров, М. М. Прокофьев

Научный руководитель - И. Ю. Игнаткин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** На основе анализа климатических условий Москвы и Сочи предложен косвенный метод оценки эффективности использования аэродинамических насадок для систем приточной вентиляции.*

***Ключевые слова:** свиноводство, насадок, температура, приточная вентиляция, микроклимат.*

THE CRITERION FOR CHOOSING THE TYPE OF AERODYNAMIC NOZZLE FOR SUPPLY VENTILATION SYSTEMS IN ANIMAL HUSBANDRY

M. N. Bobrov, M. M. Prokofiev

Scientific advisor – I. Yu. Ignatkin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Based on an analysis of the climatic conditions of Moscow and Sochi, an indirect method for assessing the effectiveness of using aerodynamic nozzles for supply ventilation systems is proposed.*

***Keywords:** pig farming, nozzles, temperature, ventilation, microclimate.*

Микроклимат – один из основных факторов генетического потенциала животных. Изменение параметров микроклимата в ту или иную сторону от рекомендуемых значений снижает продуктивность животных на 5...30 %, продолжительность периода жизни 5...15 %, приводит к падежу молодняка до 40 % [1-3].

В животноводческих комплексах, конкретно в свинарниках, наблюдается высокая плотность содержания животных. Для поддержания оптимального микроклимата в свинарнике, необходимо обеспечить в заданных пределах такие параметры как влажность, температура, скорость воздушного потока и, в частности, вентиляция. В

данной обзорной статье будет рассмотрено влияние вентиляции на общее состояние микроклимата [4-7].

При некорректно работающей системе вентиляции, в следствие дискомфорта у свиней можно наблюдать резкое увеличение потребления корма, появление агрессии, в частности рост случаев каннибализма, снижение среднесуточных привесов, такое поведение негативно сказывается на себестоимости и снижении качества и объема выходной продукции – товарной свинины [2].

В течение отопительного периода приточный воздух всегда имеет температуру ниже температуры помещения, в результате из-за своей более высокой плотности, на выходе из вентиляционного рукава, либо непосредственно вентилятора он почти сразу устремляется вниз на животных, не успевая прогреться, что приводит к стрессу животных [8-11].

Для решения этой проблемы, в конструкцию вентиляции необходимо добавить аэродинамический насадок, позволяющий изменить характеристики воздушной струи.

Введение в конструкцию системы дополнительных элементов приводит к ее удорожанию и важно до принятия решения о применении того или иного технического решения провести его технико-экономическую оценку. Однако это процесс длительный, сложный и на начальном этапе возникает необходимость простой укрупненной оценки эффективности, возможно даже косвенной. В качестве такой характеристики может выступить произведение разности температур наружного и внутреннего воздуха на соответствующую длительность стояния температур в рассматриваемом регионе.

Для наглядности построены графики стояния температур в течение года для Москвы и Сочи (рисунки 1, 2).

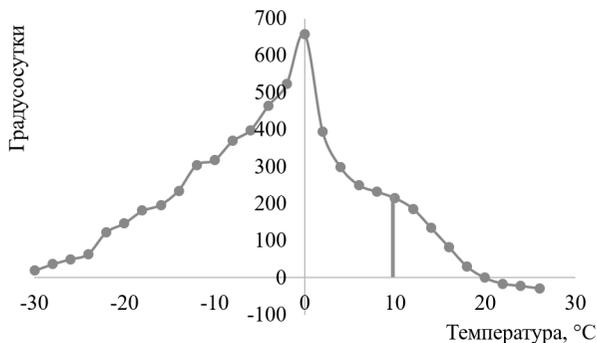


Рисунок 1 – Распределение температур в Москве

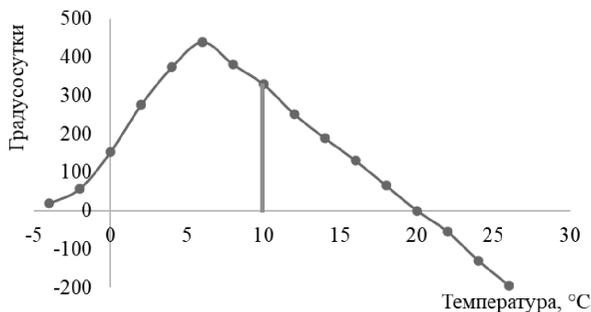


Рисунок 2 – Распределение температур в Сочи

Если учесть, что при разнице температур выше 10 °C возникает необходимость коррекции направления вектора потока, то значимость этого можно выразить площадью под кривой левее черты, соответствующей 10°C. Для Москвы это показатель составляет 5475, а для Сочи – 2028 градусо-суток, что в 2,7 раз меньше. При прочих равных это показатель отражает энергетическую составляющую экономического эффекта от применения аэродинамического насадка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Developing and Testing the Air Cooling System of a Combined Climate Control Unit Used in Pig Farming / I. Yu. Ignatkin, S. Kazantsev, N. A. Shevkun [et al.] // Agriculture. – 2023. – Vol. 13, No. 2. – P. 334.
2. Ильин, И. В. Влияние параметров микроклимата на продуктивность свиней / И. В. Ильин, И. Ю. Игнаткин, М. Г. Курячий // Эффективное животноводство. – 2011. – № 5(67). – С. 30-31.
3. Рекуперация теплоты в свиноводстве / И. В. Ильин, И. Ю. Игнаткин, М. Г. Курячий, А. М. Бондарев // Эффективное животноводство. – 2015. – № 9 (118). – С. 40-41.
4. Игнаткин, И. Ю. Анализ эффективности применения рекуператоров теплоты УТ-6000С, УТ-3000 в системе микроклимата секции откорма на 300 голов свиного комплекса «Фирма Мортадель» / И. Ю. Игнаткин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – № 1 (17). – С. 107-111.
5. Игнаткин, И. Ю. Энергосбережение при отоплении в условиях Крайнего Севера / И. Ю. Игнаткин // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 1 (68). – С. 52-58.
6. Игнаткин, И. Ю. Способ утилизации теплоты вытяжного воздуха с применением рекуперативного теплообменника / И. Ю. Игнаткин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (56). – С. 143-148.
7. Ильин, И. В. Опыт проектирования систем отопления и вентиляции на свиноводческих фермах и комплексах / И. В. Ильин, И. Ю. Игнаткин,

М. Г. Курячий // Эффективное животноводство. – 2011. – № 6 (68). – С. 30-31.

8. Кирсанов, В. В. Струйная модель притока вентиляционного воздуха из теплоутилизационной установки / В. В. Кирсанов, И. Ю. Игнаткин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2018. – № 2(84). – С. 28-32.

9. Кирсанов, В. В. Оценка характера распределения приточного воздуха в условиях струйных течений / В. В. Кирсанов, И. Ю. Игнаткин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2018. – № 3(85). – С. 35-41.

10. Рекуперативная установка с системой корректирования направления вектора потока приточного воздуха / И. Ю. Игнаткин, А. В. Архипцев, Н. А. Шевкун [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 183. – С. 1-11.

11. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.

Об авторах:

Бобров Максим Николаевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), bobrovmaksim190@gmail.com.

Прокофьев Михаил Михайлович, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), imaickprof@mail.ru.

Научный руководитель – Игнаткин Иван Юрьевич, профессор кафедры «Соппротивление материалов и детали машин» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, доцент, ignatkin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Maxim N. Bobrov, master 's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), bobrovmaksim190@gmail.com.

Mikhail M. Prokofiev, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), imaickprof@mail.ru.

Scientific advisor – Ivan Yu. Ignatkin, professor of the Department of «Resistance of Materials and Machine Parts», Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), Associate Professor, ignatkin@rgau-msha.ru.

АНАЛИЗ КОРРОЗИОННО-МЕХАНИЧЕСКИХ РАЗРУШЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Н. А. Бредихин

Научный руководитель – С. М. Ветрова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье проведен анализ коррозионно-механических разрушений деталей и узлов сельскохозяйственных машин. Дана оценка факторов, оказывающих влияние на коррозионно-механические разрушения в условиях сельскохозяйственного производства. В результате выявлена группа деталей, наиболее подверженных данному виду износа.*

***Ключевые слова:** коррозионно-механические разрушения, потеря прочности, сталь, сельское хозяйство, агрессивная среда, минеральные удобрения.*

ANALYSIS OF CORROSION AND MECHANICAL DAMAGE OF AGRICULTURAL MACHINERY

N. A. Bredikhin

Scientific advisor – S. M. Vetrova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article analyzes the corrosion-mechanical damage of parts and assemblies of agricultural machinery. An assessment of the factors influencing corrosion and mechanical damage in agricultural production conditions is given. As a result, the groups of parts most susceptible to this type of wear have been identified.*

***Keywords:** corrosion and mechanical damage, loss of strength, steel, agriculture, aggressive environment, mineral fertilizers*

Коррозионно-механические разрушения сельскохозяйственных машин представляют собой серьёзную проблему для эффективности аграрного производства. Эти разрушения обусловлены сочетанием химических процессов, возникающих в результате воздействия агрессивной окружающей среды, и механических нагрузок, которые испытывают машины в ходе эксплуатации [1].

Под воздействием атмосферных условий, таких как влажность, температурные колебания и наличие загрязняющих веществ, металлы подвергаются коррозии, что приводит к ослаблению структуры

материала, потере массы, изменению шероховатости. Механические нагрузки, возникающие в процессе работы машин, могут вызывать микротрещины и деформации. В результате материал теряет свою прочность, что может привести к аварийным ситуациям и увеличению затрат на поддержание и ремонт оборудования [2].

По данным М. М. Севернева [3] 70...80 % деталей машин выходит из строя вследствие совместного воздействия атмосферной коррозии и механических нагрузок. Из них 20...25 % приходится на долю поломок от перегрузок при работе вследствие потери прочности из-за атмосферной коррозии.

В конструкциях машин имеется большое количество узлов и деталей, подверженных коррозионно-механическому износу. Некоторые из них представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Классификация узлов и деталей сельскохозяйственных машин по видам коррозионного разрушения

Вид (тип) разрушения	Наименование узлов и деталей	Характер разрушения	Причины разрушения
Атмосферная коррозия	Рамы, обшивки несущей конструкции и все металлические детали, с разрушенным лакокрасочным или другим защитным покрытием	Образование рыхлых пленок окислов с последующим шелушением и возникновением очагов равномерной и точечной коррозии	Действие атмосферных осадков и влажного воздуха
Коррозионно-механический износ (коррозия при трении фреттинг-коррозия)	Гильзы и поршни двигателей, звездочки цепи, ручки шкивов механизмов передач, детали режущих аппаратов (сегменты, пальцы, пластины), кожухи транспортеров, шнеков и элеваторов, днища и поверхности трения на обшивках машин и др.	Возникновение на поверхностях коррозионных повреждений в виде полос, рисок, отдельных пятен или равномерная коррозия	Наличие коррозионно-активной среды и непрерывное разрушение окисной пленки в точках подвижного контакта
Коррозионное растрескивание	Крепежные и сварные соединения, детали, испытывающие монтажные напряжения, рабочие органы машин для внесения удобрений и для животноводства и др.	Коррозионные трещины по границам зерен со снижением прочности металла	Наличие коррозионно-активной среды и действие постоянных напряжений

Коррозионная усталость	Оси и валы, детали механизмов газораспределения, отдельные участки рам и тонколистовых обшивок, втулочно-роликовые и крючковые цепи шестерни и шлицевые соединения подшипники качения, пружины и др.	Коррозионные изломы, трещины и разрывы металла	Наличие коррозионной среды и действие знакопеременных напряжений
Кавитационное разрушение	Гильзы и блоки двигателей, арматура систем охлаждения и гидросистем	Появление мелких глубоких питтингов с местами сквозных разрушений	Вибрация и специфическое воздействие потока жидкости при высоких скоростях движения жидкости и детали

Выполненный анализ позволил количественно оценить значения коррозионных разрушений деталей и сопряжений сельскохозяйственных машин. Наиболее подвержены коррозии зубья звездочек, шкивы и диски вариаторов, сегменты и вкладыши режущих аппаратов комбайнов, втулочно-роликовые цепи, тонколистовая обшивка машин, сварные и шлицевые соединения и др.

Важным аспектом для предотвращения коррозии является выбор технологии и материала для защиты указанных элементов от воздействия агрессивных факторов окружающей среды [4].

Одним из эффективных способов защиты является применение специальных защитных покрытий, таких как антикоррозийные лакокрасочные материалы, полимерные и керамические покрытия [5]. Они создают барьер между металлом и агрессивной средой, замедляя коррозионные процессы.

Кроме того, следует рассмотреть возможность применения коррозионностойких материалов, таких как нержавеющая сталь, алюминий или специальные сплавы, которые обладают высокой стойкостью к коррозии даже в сложных эксплуатационных условиях [6, 7].

Таким образом, большинство деталей сельскохозяйственных машин подвержены коррозионно-механическому износу и требуют специальной противокоррозионной защиты, характер которой определяется техническими возможностями и экономической целесообразностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии / И. В. Семенова, Г. М. Флориантович, А. В. Хорошилов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с.
2. Оценка консервационных материалов для защиты от коррозии рабочих органов сельскохозяйственной техники / Е. Б. Миронов, В. В. Косолапов, Е. М. Тарукин, М. М. Маслов // Вестник НГИЭИ. – 2015. – №8 (51).
3. Износ деталей сельскохозяйственных машин / под ред. д-ра техн. наук проф. М. М. Севернева. – Ленинград: Колос [Ленингр. отд-ние], 1972. – 288 с.
4. Современные технологии и материалы для защиты металлических и неметаллических поверхностей сельскохозяйственной техники / А. И. Ушанев, А. М. Кравченко, Г. А. Борисов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 3 (43). – С. 142-147.
5. Защитные покрытия: учеб. пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардонина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.
6. Гайдар, С. М. Влияние легирующих элементов и термической обработки на механические свойства низколегированных сталей / С. М. Гайдар, С. М. Ветрова, А. С. Барчукова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2023. – № 9. – С. 11-15. – DOI 10.31044/1684-2561-2023-0-9-11-15.
7. Ветрова, С. М. Влияние термической обработки на механические свойства низколегированной стали / С. М. Ветрова, А. С. Барчукова // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 26-27 октября 2023 года. – Могилев : Белорусско-Российский университет, 2023. – С. 54.

Об авторах:

Бредихин Никита Александрович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), ujkempf98@gmail.com.

Научный руководитель – Ветрова Софья Михайловна, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), s.vetrova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Nikita A. Bredikhin, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), ujkempf98@gmail.com.

Scientific advisor – Sofya M. Vetrova, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), s.vetrova@rgau-msha.ru.

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПОД РЕМОНТНЫЙ РАЗМЕР

К. Я. Вергазова

Научный руководитель – О. А. Леонов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье научно доказана эффективность использования цифровых микрометров вместо классических для контроля коренных и шатунных шеек коленчатых валов при ремонте двигателей внутреннего сгорания.*

***Ключевые слова:** ремонт двигателя, коленчатый вал, контроль, погрешность измерений, брак при контроле.*

JUSTIFICATION OF THE FEASIBILITY OF USING DIGITAL MEANS OF CHANGES IN PROCESSING CRANKSHAFTS TO REPAIR SIZE

K. Ya. Vergazova

Scientific advisor – O. A. Leonov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article scientifically proves the effectiveness of using digital micrometers instead of classic ones for monitoring main and connecting rod journals of crankshafts during repair of internal combustion engines.*

***Keywords:** engine repair, crankshaft, control, measurement error, defective control.*

Производству и ремонту отечественных машин для агропромышленного комплекса уделяется значительное внимание [1-3], разрабатывается новая техника, конструируются новые агрегаты и сборочные единицы с применением посадок высокой точности, как с зазорами [4, 5], так и с натягами [6, 7]. Повышение точности посадок и деталей требует использования более точных средств измерений, испытаний и контроля [8, 9].

Двигатели внутреннего сгорания широко применяются в современной технике, в том числе в комбайнах, самоходных сельхозмашинах, энергетических установках. Двигатели отечественного производства, такие как ЗМЗ-405, ЯМЗ-236 и Д-144 широко используются в

технике для сельского хозяйства. Основной нагруженной деталью двигателя, подверженной износу, является коленчатый вал. Особое место при ремонте коленчатого вала занимает процесс дефектации [10, 11]. При ремонте двигателей внутреннего сгорания коленчатые валы дефектуются и в большинстве случаев восстанавливаются под ремонтный размер путем шлифования шеек на специальном оборудовании.

В таблице 1 представлены контролируемые параметры коренной и шатунной шеек коленчатого вала двигателей ЯМЗ.

Таблица 1 – Параметры контроля шеек коленчатого вала двигателей ЯМЗ

Контролируемый параметр	Размер с отклонениями	Размер, допустимый без ремонта, мм	Допуск размера, мкм	Допускаемая погрешность измерений, мкм
Коренная шейка	110 _{-0,022}	-	22	±6
Шатунная шейка	88 _{-0,022}	-	22	±6

Рассмотрим процесс контроля коренных шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ после обработки под ремонтный размер 110_{-0,022} мм.

Для контроля коренной шатунной шейки коленчатого вала, имеющих допуск 22 мкм и допускаемую погрешность измерений ±6 мкм, необходимо выбрать средство измерений, удовлетворяющее условию [12]:

$$\Delta_{lim} \leq \delta, \quad (1)$$

где Δ_{lim} – предельная погрешность средства измерений;

δ – допускаемая погрешность измерения.

Условие (1) достаточно грубо обеспечивает выбор средства измерений. Так, использование микрометра МК-125-0,01 с точностью отсчета 0,01 мм, диапазоном измерений 100...125 мм и предельной погрешностью $\Delta_{lim} = \pm 15$ мкм, согласно условию (1) запрещено, так как идет нарушение установленной границы ±6 мкм. Из-за таких нарушений могут возникать внутренние потери при контроле [13, 14].

В таблице 2 приведен расчет показателей разбраковки и экономии от замены микрометра МК-125 на рычажный микрометр МКЦ-125-0,001 с цифровой головкой, которая имеет точность отсчёта 0,001 мм, при контроле диаметров клапанов двигателей ЯМЗ во время ремонта.

Таблица 2 – Результаты расчета потерь от погрешности измерений при обработке коренных шеек двигателя ЯМЗ под ремонтный размер

Параметр	Средство измерений	
	МК125	МРЦ125
Контролируемый размер, D , мм	110 _{-0,022}	
Предельная погрешность СИ, Δlim , мкм	±15	±5
СКО погрешности измерения, $\sigma_{мет}$, мкм	7,5	2,5
Точность технологического процесса, $T/\sigma_{тех}$	4	4
Коэффициент точности измерения, $A_{мет}$, %	34	11
Количество неправильно принятых шеек, m , %	3,2	1,2
Количество неправильно забракованных шеек, n , %	13	4,1
Итого брака, %	16,2	5,3
Стоимость коленчатого вала, руб.	140000	
Затраты на устранение последствий от установки бракованного вала в двигатель, руб.	12000	
Программа ремонта двигателей	1000	
Экономия от сокращения неправильно забракованных валов, млн руб.	-	12,46
Экономия от уменьшения количества неправильно принятых клапанов, млн руб.	-	1,308

После обработки шеек коленчатого вала применяется сплошной контроль, все шейки в результате контроля принимаются как годные, но из-за погрешности измерений микрометром МК-125 формируется брак 16,2 %, причем из него неправильно забракованных в виде годных, которые попали в брак 13 %. При обнаружении такого брака возникают потери в виде затрат на обработку данных шеек под следующий ремонтный размер, что увеличивает себестоимость ремонта. А в случае не обнаружения 3,2 % неправильно принятых шеек возможен отказ у потребителя. Применение цифрового микрометра МКЦ-125-0,001, который имеет погрешность измерений ± 5 мкм, происходит значительное снижение неправильно забракованных шеек (всего 4,1 %) и неправильно принятых шеек (всего 1,2 %), что приводит к экономии, указанной в таблице 1. Следует иметь ввиду, что по данным сайта Челябинского инструментального завода, микрометр МКЦ-125 0,001 ЧИЗ стоит 32768 руб., а микрометр МК-125 0,01 ЧИЗ – 12051 руб. В подавляющем большинстве случаев при покупке ремонтным предприятием средства контроля диаметров шеек выбор менеджеров и мастеров склоняется к микрометру МК-125 0,01, так как он дешевле в 2,5 раза. Потери при этом никто не рассчитывает и о них никто не задумывается. Ведь фраза «Точность – вежливость королей, но обязанность

для их подданных» до сих пор актуальна. Потери определены в таблице 2. Так что использование более точного средства контроля из числа универсальных средств измерений всегда принесет экономический эффект.

Вывод

Выделена роль контроля в формировании качества ремонта коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания. Рекомендовано для контроля шеек коленчатых валов при ремонте двигателей использовать цифровые микрометры вместо классических, что повышает точность контроля и снижает вероятность возникновения брака.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Дидманидзе О. Н., Парлюк Е. П., Пуляев Н. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем. – М. : Изд-во «Триада», 2020. – 232 с.
3. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
4. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.
5. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Вергазова Ю. Г. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки // Трение и износ. – 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327-334.
6. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, Д. У. Хасьянова // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2022. – № 6. – С. 65-71.
7. Расчет посадок соединений упругих втулочно-пальцевых муфт с валами / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 2. – С. 96-101.
8. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27.
9. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45.
10. Леонов, О. А. Совершенствование методики проведения микрометража и дефектации шеек коленчатых валов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2007. – № 3-1(23). – С. 81-85.

11. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 95 с.

12. Инструментальный контроль дефектов коренных опор блока цилиндров / О. А. Леонов, В. К. Зимогорский, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 65-70.

13. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 5. – С. 421-426.

14. Основы проектирования операций входного контроля на машиностроительных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «ОнтоПринт», 2020. – 89 с.

Об авторах:

Вергазова Каталина Яновна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), uverg@mail.ru.

Научный руководитель – Леонов Олег Альбертович, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), доктор технических наук, профессор, oaleonov@rgau-msha.ru.

Об авторах:

Katalina Ya. Vergazova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), uverg@mail.ru.

Scientific advisor – Oleg A. Leonov, professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, oaleonov@rgau-msha.ru.

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В АПК

Д. Д. Волков

Научный руководитель – С. Н. Девянин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Рассмотрены беспилотные летательные аппараты с целью их применения в агропромышленном комплексе. Показаны основные типы БПЛА, их технические характеристики, применимость и их преимущества применения БПЛА в сельском хозяйстве.*

***Ключевые слова:** автоматизация управления, сельское хозяйство, функционал БПЛА, классы БПЛА, типы БПЛА.*

UNMANNED AERIAL VEHICLES AND THEIR USE IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

D. D. Volkov

Scientific advisor – S. N. Devyanin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Unmanned aerial vehicles with the purpose of their application in agro-industrial complex are considered. The main types of UAVs, their technical characteristics, applicability and their advantages of UAV application in agriculture are shown.*

***Keywords:** control automation, agriculture, UAV functionality, classes of UAVs, types of UAVs.*

В последние годы беспилотные летательные аппараты (далее – БПЛА), стали неотъемлемой частью современных технологий. Они находят всё более широкое применение в различных сферах деятельности. Одной из наиболее перспективных областей использования БПЛА является сельское хозяйство. Эти компактные летательные аппараты не требуют присутствия пилота на борту и способны выполнять разнообразные задачи. Они могут осуществлять аэрофотосъёмку, мониторинг состояния посевов, распылять удобрения и средства защиты растений, а также перевозить грузы [2, 3].

Применение БПЛА в сельском хозяйстве открывает значительные перспективы для повышения эффективности производства,

оптимизации процессов и снижения затрат. БПЛА позволяют фермерам более точно и оперативно реагировать на изменения в состоянии посевов и почвы, что способствует улучшению урожайности и качества продукции. В будущем можно ожидать дальнейшего развития и расширения возможностей применения БПЛА в сельском хозяйстве. Это сделает отрасль ещё более продуктивной и устойчивой.

В таблице 1 рассмотрены классы БПЛА, с последующими их характеристиками [1, 8, 10].

Таблица 1 – Классы БПЛА и их характеристики

Класс	Наименование (международное обозначение)	Взлётный вес, кг	Радиус действия, км	Практический потолок, м	Время полета, ч
Малые	Нано	< 0,025	< 1	100	< 0,5
	Микро	< 5	< 10	3000	1
	Мини	< 25	10...40	3000	< 2
Легкие	Ближнего действия, класса 1	25...50	25...70	3000	2...4
	Ближнего действия, класса 2	50...150	50...100	3000	3...6
Средние	Малой дальности	≤ 200	≤ 150	4000	6...10
	Средней дальности	≤ 500	200	5000	10...18
	Средней дальности с большой продолжительностью полета	500	500	8000	24...48
	Маловысотный большой дальности	≥ 250	> 250	≤ 4000	0,5...1
Тяжелые	Маловысотный с большой продолжительностью полета	≥ 250	≥ 250	4000	> 24
	Средневысотный с большой продолжительностью полета	≥ 1000	> 1000	8000	24...48
	Высотный с большой продолжительностью полета	≥ 2500	> 4000	20000	24...48

Были выбраны 4 типа БПЛА, которые чаще всего используются в АПК [6, 7] (таблица 2).

Таблица 2 – Основные типы БПЛА, используемые в АПК

Тип БПЛА	Использование в АПК
Мультироторные	Обладают отличной манёвренностью и стабильностью в воздухе, что позволяет им равномерно распылять растворы пестицидов
Одновинтовые	Автоматизация полётов по заданным траекториям и распыление пестицидов или удобрений на сельскохозяйственных полях с соответствующей картой-заданием
Крылатые	Обрабатывают большие поля. Имеют внушительную грузоподъёмность, могут находиться в воздухе часами и обрабатывать самые удаленные участки
Гибридные	Способны вертикально взлетать и садиться, находиться длительное время в воздухе и нести большой объём пестицидов для распыления

Выбор конкретного типа БПЛА зависит от ряда факторов, такие как размер участка, требуемая грузоподъёмность, эффективность распыления и наличие инфраструктуры. БПЛА в сельском хозяйстве способны выполнять следующие функции [4]:

- **Аэрофотосъемку** – необходимую для выявления проплешин, гибели урожая после воздействия природных факторов и других дефектов, нуждающихся в своевременном устранении. Аэрофотосъемка с БПЛА более детальная, чем съемка со спутника, за счет небольшой высоты полета. Кроме того, беспилотные системы позволяют снимать даже в условиях порывистого ветра и облачности.

- **Видеосъемку** – производительность летательного аппарата при видеосъемке достигает 30 км² за 1 час, что существенно снижает временные и финансовые затраты по сравнению с использованием наземных видов обследования или пилотируемой авиации.

- **3D моделирование** – позволяет определять переувлажненные или засушливые территории, выемку грунта, грамотно создавать планы и карты увлажнения или осушения почвы, рекультивации участков или мелиорации земель.

- **Тепловизионную съемку** – осуществляется с применением всего спектра инфракрасного излучения: ближнего, среднего и дальнего диапазона. Исследование с БПЛА дает возможность определить сроки дифференцирования точек роста, что напрямую влияет на

урожайность и сохранение продуктивных свойств растений с сохранением наследственных возможностей сорта.

- **Лазерное сканирование** – применяется для анализа местности на труднодоступных или недоступных территориях. Данный метод обеспечивает получение точной модели высокой плотности с детальным отображением рельефа даже при работе в условиях сильной загущенности насаждений.

- **Опрыскивание** – благодаря возможности дооснащения, БПЛА используют для точечного опрыскивания растений и плодовых деревьев. Такой подход позволил фермерам обрабатывать только большие растения, исключая попадание химикатов на остальной урожай.

Использование беспилотных летательных аппаратов в агропромышленном комплексе имеет ряд преимуществ, которые делают их эффективным инструментом для повышения производительности и оптимизации процессов:

1. **Повышение эффективности работы.** БПЛА могут выполнять задачи, такие как мониторинг состояния посевов, внесение удобрений и защита растений, с высокой точностью и скоростью, что позволяет сократить время и ресурсы, затрачиваемые на эти операции.

2. **Снижение затрат.** Использование БПЛА может снизить затраты на рабочую силу, топливо и другие ресурсы, необходимые для выполнения задач. Это особенно актуально для больших территорий или удалённых районов, где доступ к рабочей силе может быть ограничен.

3. **Улучшение качества продукции.** БПЛА могут помочь контролировать состояние посевов и выявлять проблемы на ранних стадиях, что позволяет своевременно принимать меры для предотвращения потерь урожая. Это способствует повышению качества продукции и снижению затрат на её производство.

4. **Оптимизация производственных процессов.** БПЛА могут использоваться для сбора данных о состоянии посевов, которые могут быть использованы для оптимизации производственных процессов. Например, они могут помочь определить оптимальные сроки посева, внесения удобрений и защиты растений.

5. **Снижение нагрузки на персонал.** БПЛА могут выполнять рутинные задачи, которые требуют много времени и усилий, освобождая персонал для более сложных и важных задач. Это может повысить эффективность работы и снизить уровень стресса у сотрудников.

6. Возможность мониторинга в реальном времени. БПЛА могут передавать данные в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения в состоянии посевов и принимать необходимые меры.

Помимо плюсов, у БПЛА есть возможные минусы использования:

1. Высокая стоимость оборудования. Приобретение и обслуживание БПЛА может быть дорогостоящим.

2. Зависимость от погодных условий. Плохая погода (сильный ветер, дождь или снег) может ограничить использование БПЛА и его эффективность.

3. Необходимость квалифицированных специалистов. Требуются обученные операторы, чтобы эффективно пользоваться БПЛА.

4. Риск потери оборудования. Из-за технических неисправностей, погодных условий или столкновения с препятствием есть риски повреждения или потери БПЛА.

5. Сложность с законодательством. Могут существовать различные правила и ограничения при использовании БПЛА в том или ином месте, что не редко сопровождается получением специального разрешения.

Следует подчеркнуть, что применение беспилотных летательных аппаратов в агропромышленном комплексе требует детальной подготовки и анализа всех аспектов, связанных с их использованием. Однако при грамотном подходе БПЛА могут стать мощным инструментом для увеличения эффективности работы и оптимизации ресурсов в сфере сельского хозяйства.

Чтобы подчеркнуть эффективность применения БПЛА, была сделана оценка экономической эффективности использования БПЛА M5 AGRO на сельскохозяйственных работах [4, 9].

При выявлении всхожести растений с подсчетом результата на примере подсолнечника было получено, что по причине низкого качества работы высеваяющих комплексов расстояние между всходами было нестабильное, присутствовало большое количество пропусков и двойников. Сингуляция составляла 86 %. Это было обнаружено и автоматически посчитано после мониторинга с БПЛА Альбатрос M5, характеристики которого подробно описаны в работе [5].

После получения результатов, перенастройка высеваяющих комплексов в следующем сезоне значительно повысила качество посевов,

сингуляция всходов составила 98 %, что обеспечило прибавку к урожайности 8 %. После подсчета чистая прибыль составила 55 млн руб.

В заключение можно сказать, что БПЛА смогут сыграть существенную роль в агропромышленном комплексе. Рассмотренные типы и классы БПЛА позволяют охватить большой спектр решаемых с их помощью задач. Они могут быть использованы для мониторинга посевов, оценки состояния почвы, контроля вредителей и болезней растений, для проведения аэрофотосъемки, а также для решения многих других задач, повышающих производительность технологических процессов АПК. Применение БПЛА позволит повысить эффективность работы, снизить затраты и улучшить качество продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 56122-2014. Беспилотные летательные аппараты единичные. Общие технические требования. Приказ Минсельхоза России от 29.08.2022 № 696 «Об утверждении Порядка проведения сельскохозяйственной авиационной работы» / Минсельхоз России. – М., 2020.

2. Турмачев, А. С. Применение беспилотных авиационных систем в сельском хозяйстве / А. С. Турмачев, В. С. Ткаченко. – М. : Издательство РГАУ-МСХА, 2020.

3. Белов, А. И. Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в сельскохозяйственном производстве / А. И. Белов, А. А. Белов, М. А. Буянов // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 5. – С. 7–12.

4. Беспилотники в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geomir.ru/publikatsii/bespilotniki-v-selskom-khozyaystve/?ysclid=m21n19ggr361262174> (дата обращения: 21.10.2024).

5. Беспилотный комплекс M5 AGRO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.alb.aero/catalog/bpla-samoletnogo-tipa/bespilotnyy-kompleks-m5-agro/?ysclid=m21jhrqz11744442015> (дата обращения: 21.10.2024).

6. Сельскохозяйственные дроны для распыления пестицидов. Обзор моделей. Критерии выбора БПЛА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eurasia-group.ru/blog/articles/selskokhozyaystvennye-drony-dlya-raspyleniya-pestitsidov-obzor-modeley-kriterii-vybora-bpla/?ysclid=m21nmpf47q58171909> (дата обращения: 21.10.2024).

7. Типы беспилотных летательных аппаратов. Обзор. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aviatest.aero/articles/typy-bespilotnykh-letatelnykh-apparatov-obzor/?ysclid=m1zod8r1ss184226782> (дата обращения: 21.10.2024).

8. Методические рекомендации по практике применения беспилотных летательных аппаратов, а также противодействие им в современных условиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://t91366i.dou.obrazovanie33.ru/upload/site_files/6i/Мет_рек_беспилотных_лет.pdf.

9. Глобин, А. Н. Инженерное творчество : Учебное пособие / А. Н. Глобин, Т. Н. Толстоухова, А. И. Удовкин. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 108 с.

10. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.

11. Трухачев, В. И. Какие сельскохозяйственные тракторы нужны завтра России? / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар : сборник статей, Москва, 22-24 января 2020 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2020. – С. 11-19.

Об авторах:

Волков Дмитрий Денисович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Девянин Сергей Николаевич, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, профессор, s.devyanin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Dmitry D. Volkov, master 's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Sergey N. Devyanin, professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, s.devyanin@rgau-msha.ru.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ГОСТ Р ИСО 9000-2015 И ГОСТ Р 56404-2015

А. А. Гайворонская

Научный руководитель – Ю. Г. Вергазова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы требования стандартов ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р 56404 необходимые для создания ИСМ. Предложена модель создания ИСМ с учетом общих и специфических требований СМК и СМБП. Разработана структура основных элементов интегрированной системы менеджмента на основе СМК и СМБП.

Ключевые слова: бережливое производство, система менеджмента качества, интегрированная система менеджмента, требования к системам менеджмента.

DEVELOPMENT OF A MODEL OF AN INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM OF AN ORGANIZATION BASED ON GOST R ISO 9000-2015 AND GOST R 56404-2015

A. A. Gaivoronskaya

Scientific advisor – Yu. G. Vergazova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The requirements of the standards GOST R ISO 9001 and GOST R 56404 necessary for the creation of the IMS are considered and analyzed. A model for creating the IMS is proposed taking into account the general and specific requirements of the QMS and SMBP. The structure of the main elements of the integrated management system based on the QMS and SMBP is developed.

Keywords: lean manufacturing, quality management system, integrated management system, requirements for management systems.

Для совершенствования деятельности производственного предприятия, в том числе занимающегося ремонтом сельскохозяйственной техники, ведутся работы по внедрению наиболее эффективных методик и подходов управления качеством продукции (услуги) [1-3], включая вопросы контроля [4, 5] и оценки рисков и потерь [6]. Одной из

общеизвестных концепций улучшения производства является система «Бережливое производство» [7, 8]. На предприятии данная концепция внедряется в виде системы менеджмента, разработанной в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р 56404-2015 «Бережливое производство. Требования к системам менеджмента». Для улучшения и оптимизации управления, в рамках общей системы менеджмента предприятия, рациональным решением будет создание интегрированной системы менеджмента (ИСМ) на основе стандарта ГОСТ Р ИСО 9000-2015 с учетом требований системы бережливого производства (СМБП).

Базой интегрированной системы менеджмента служат требования стандартов ИСО серии 9000, так как в них установлены общие принципы и понятия системы менеджмента качества (СМК) предприятия [9-11].

При создании интегрированной системы менеджмента одним из первых этапов будет формирование её структуры и разработка модели ИСМ. Основу разрабатываемой модели должны составлять общие и специфические требования на соответствие стандартам [12-14]. Требования, относящиеся ко всем внедренным на предприятии системам менеджмента в рамках общей интегрированной системы, являются общими, требования, относящиеся только к одной системе – специфическими.

Общие и специфические требования, идентифицированные с целью интеграции в общую систему менеджмента, пример результата анализа и распределения данных требований по элементам ИСМ представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Требования стандартов по СМК и СМБП к элементам ИСМ

Пункт ИСМ	Наименование процесса	Пункт треб. ГОСТ Р ИСО 9001	Пункт треб. ГОСТ Р 56404	Категория треб.
1	Область применения	1	1	ОЭ
2	Нормативные ссылки	2	2	ОЭ
3	Термины и определения	3	3	ОЭ
4	Среда организации	4	4	ОЭ
4.1	Понимание организации и её среды	4.1	4.1	ОЭ
4.2	Понимание потребностей и ожиданий	4.2	4.2	ОЭ
4.3	Определение области применения ИСМ	4.3	4.3	ОЭ

Пункт ИСМ	Наименование процесса	Пункт треб. ГОСТ Р ИСО 9001	Пункт треб. ГОСТ Р 56404	Категория треб.
4.4	ИСМ	4.4	4.4	ОЭ
5	Лидерство	5	5	ОЭ
5.1	Лидерство и приверженность	5.1	5.1	ОЭ
5.1.1	Общие положения	5.1.1	5.1.1	ОЭ
5.1.2	Ориентация на потребителя	5.1.2	-	СЭСМК
5.2	Политика ИСМ	5.2	5.2	ОЭ
5.2.1	Разработка политики в области ИСМ	5.2.1	-	СЭСМК
5.2.2	Доведение политики в области ИСМ	5.2.2	-	СЭСМК
5.3	Ответственность и полномочия сотрудников	5.3	5.3	ОЭ
6	Планирование	6	6	ОЭ
6.1	Действия в случае риска и возможностей	6.1	6.1	ОЭ
6.2	Цели в области ИСМ и их достижение	6.2	6.2	ОЭ
6.3	Планирование изменений	6.3	-	СЭСМК
7	Средства обеспечения	7	7	ОЭ
7.1	Ресурсы	7.1	7.1	ОЭ
7.1.1	Общие положения	7.1.1	7.1.1	ОЭ
7.1.2	Человеческие ресурсы	7.1.2	7.1.2	ОЭ
7.1.3	Инфраструктура	7.1.3	7.1.3	ОЭ
7.1.4	Среда функционирования ИСМ	7.1.4	7.1.4	ОЭ
7.1.5	Ресурсы для мониторинга и измерения	7.1.5	7.1.5	ОЭ
7.1.6	Знания организации	7.1.6	7.1.6	ОЭ
7.2	Компетентность	7.2	7.2	ОЭ
7.3	Осведомленность	7.3	7.3	ОЭ
7.4	Обмен информацией	7.4	7.4	ОЭ
7.5	Документированная информация	7.5	7.5	ОЭ
7.5.1	Общие положения	7.5.1	7.5.1	ОЭ
7.5.2	Создание и актуализация	7.5.2	7.5.2	ОЭ
7.5.3	Управление документированной информацией	7.5.3	7.5.3	ОЭ
8	Операционная деятельность	8	8	ОЭ
8.1	Планирование и управление процессов	8.1	8.1	ОЭ

Пункт ИСМ	Наименование процесса	Пункт треб. ГОСТ Р ИСО 9001	Пункт треб. ГОСТ Р 56404	Категория треб.
8.2	Требования к продукции и услугам	8.2	8.2	ОЭ
8.2.1	Связь с потребителем	8.2.1	-	СЭСМК
8.2.2	Определение требований к продукции	8.2.2	-	СЭСМК
8.2.3	Анализ и изменение требований	8.2.3	-	СЭСМК
8.3	Проектирование и разработка продукции	8.3	8.3	ОЭ

Внедрение СМК на предприятии преследует цель обеспечить стабильное, требуемое качество производимой продукции или услуги. Внедрение СМБП производится с целью повышения эффективности и результативности организации путем создания ценности производимой продукции или услуги. Интеграция СМК и СМБП предполагает создание единой системы, обеспечивающей планирование, производство, контроль и улучшение продукции (услуг), с соблюдением необходимых характеристик качества, уровня затрат и своевременностью реализации, с учетом требований и ожиданий заинтересованных сторон и потребителей. Разработанная модель интегрирования СМК и СМБП представлена на рисунке 1.

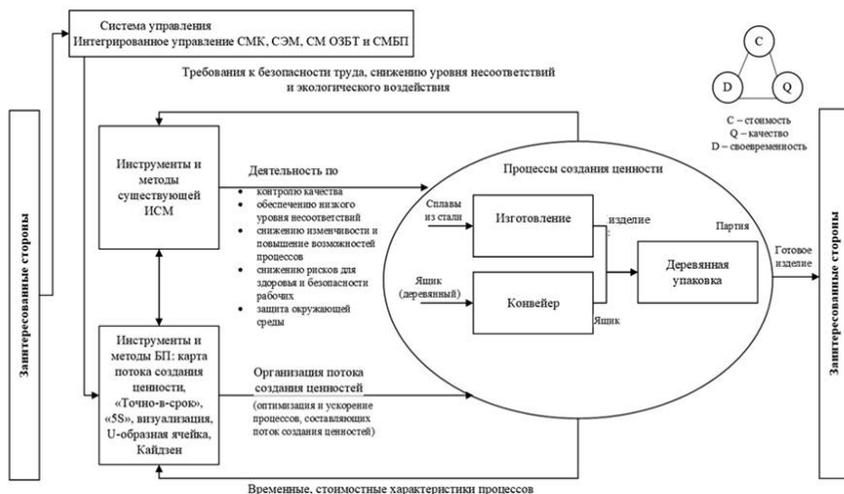


Рисунок 1 – Модель интегрирования СМК и СМБП

Внедрение ИСМ обеспечивает оптимизацию управления на предприятии, с учетом всех обязательных и рекомендуемых требований стандартов систем менеджмента организации, при этом отсутствует дублирование основных процессов и осуществляется более цельный подход, что дает экономию ресурсов.

По результатам анализа требований стандартов ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р 56404 предложена модель создания ИСМ с учетом общих и специфических требований СМК и СМБП. Разработана структура основных элементов интегрированной системы менеджмента на основе СМК и СМБП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Дидманидзе О. Н., Парлюк Е. П., Пуляев Н. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем. – М. : Изд-во «Триада», 2020. – 232 с.
3. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
4. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 95 с.
5. Леонов, О. А. Исследование затрат и потерь при контроле шеек колнчатого вала в условиях ремонтного производства / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2013. – № 2(58). – С. 71-74.
6. Леонов, О. А. Использование диаграммы Парето при расчете внешних потерь от брака / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2004. – № 5(10). – С. 81-82.
7. Внедрение элементов бережливого производства на промышленных предприятиях / Г. Н. Темасова [и др.] // Компетентность. – 2023. – № 6. – С. 41-46.
8. Леонов, О. А. Управление качеством : учебник / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова. – М. : Изд-во «Лань», 2020. – 180 с.
9. Карпузов, В. В. Методические рекомендации по созданию системы менеджмента качества на предприятии ТС АПК / В. В. Карпузов, А. Н. Самордин. – М. : Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 353 с.
10. Основы проектирования операций входного контроля на машиностроительных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 89 с.
11. Управление затратами на качество продукции и услуг предприятий ремонтного профиля : монография / М. Н. Ерохин [и др.]. – Ставрополь : Изд-во Логос, 2020. – 133 с.

12. Лебедев, А. Т. Совершенствования методов оперативного управления надежностью технических систем в АПК / А. Т. Лебедев, А. А. Серегин, А. Г. Арженовский // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 1. – С. 71-76. – DOI 10.31992/0321-4443-2020-1-71-76.

13. Operational Management of Reliability of Technical Systems in the Agro-Industrial Complex / А. Т. Lebedev, А. Arzhenovskiy, V. V. Zhurba [et al.] // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021»: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24-26 февраля 2021 года. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 79-87.

14. Голиницкий, П. В. Разработка процедуры управления внутренней документацией для промышленного предприятия / П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Компетентность. – 2018. – № 7(158). – С. 20-25.

Об авторах:

Гайворонская Алина Андреевна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

Научный руководитель – Вергазова Юлия Геннадьевна, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, доцент vergazova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Alina A. Gaivoronskaya, master 's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Yulia G. Vergazova, associate professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, vergazova@rgau-msha.ru.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ РЕДУКТОРОВ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬ- НЫХ ПОСЕВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Д. И. Герасимова

Научный руководитель – О. Н. Дидманидзе

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассматриваются различные варианты и особенности конструкций редукторов-вариаторов на базе редуктора высевающего аппарата высокопроизводительного посевного комплекса Amazone DMC Primera. Также в статье проводится анализ вариантов редукторов на основании патентов.*

***Ключевые слова:** редуктор высевающего аппарата, патент, анализ, сельскохозяйственный агрегат, фермерское хозяйство, импортозамещение.*

STUDY OF THE DESIGNS OF REDUCERS OF SEEDING UNITS OF HIGH-PERFORMANCE SEEDING COMPLEXES

D. I. Gerasimova

Scientific advisor – O. N. Didmanidze

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article discusses various variants and design features of gearboxes-variators based on the gearbox of the seeding machine of the Amazone DMC Primera high-performance sowing complex. The article also analyzes gearbox options based on patents.*

***Keywords:** the gearbox of the seeding machine, patent, analysis, agricultural unit, farming, import substitution.*

Введение

В последние годы в сфере сельскохозяйственного производства наблюдается устойчивый рост интереса к высокопроизводительным посевным комплексам, которые необходимы для повышения эффективности агрономической деятельности.

Однако, из-за затруднительного положения, связанного с прекращением поставок и обслуживания специализированной сельскохозяйственной техники и запасных частей в России, в которое попали

многие сельхозпредприятия и фермерские хозяйства, необходимо развитие импортозамещения для создания отечественного посевного комплекса [1].

Одним из ключевых элементов таких комплексов являются высевающие аппараты, эффективность работы которых во многом зависит от конструктивных характеристик редукторов.

Современные требования к агрономии предполагают не только высокую производительность, но и минимизацию затрат на посевной материал. Одной из распространенных проблем является необходимость частого регулирования редуктора в процессе эксплуатации, что приводит к дополнительным временным и материальным затратам [2].

Распространенной сельскохозяйственной машиной по посеву зерновых культур является высевающий аппарат Amazone DMC Primera. Основной целью высевающего аппарата является равномерное распределение посевного материала по ходу движения машины. Главным узлом посевного комплекса Amazone DMC Primera, отвечающим за норму высева семян, является редуктор-вариатор. Из-за санкций и ухода большинства компаний, в том числе Amazone, с отечественного рынка, пропала возможность осуществлять специализированное техническое обслуживание.

Методы исследования

Анализ научно-технической литературы, патентов, прототипирование и моделирование в программах Solidworks, Geomagic Design X, Компас 3D.

Основная часть

Одним из важных узлов сеялки является редуктор высевающего аппарата, который можно настроить в зависимости от культуры и требований, предъявляемых для её посадки и оптимальной дозы высева. Срок службы сеялок до момента списания составляет 7 лет в зависимости от условий эксплуатации и воздействия многих факторов. На работу высевающего аппарата влияют нестабильные настроенные - регулировочные параметры, безопорная конструкция крепления вала зерновых катушек [3, 4].

Распространенным узлом подверженным отказам является редуктор высевающего аппарата, на который приходится от 10 до 15 % от всех отказов сеялки. Из-за постоянных динамических нагрузок и воздействия внешней среды, не выдерживается норма высева, связанная со сдвигом вала, в связи с чем рычаг плохо закреплен.

Самая первая модель, которая получила известность и запуск в массовое производство была модель бесступенчатой коробки передач, разработанная немецким изобретателем Отто Вайцем и опубликована 14 августа 1969 года под номером DE1941402A1.

Отличительные особенности изобретения являются бесступенчатым регулированием изменение частоты вращения и величины крутящего момента. За счёт отсутствия резких толчков при работе идет более плавная работа редуктора-вариатора и продлевается его срок службы [5, 6].

Первый отечественный прототип редуктора-вариатора, разработан 9 марта 2021 года в Пензенском государственном аграрном университете, с кулачком ведущего вала редуктора-вариатора на основе траектории Брахистохрона (патент RU 2744377).

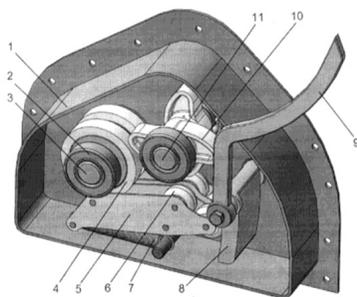


Рисунок 1 – Внешний вид отечественного редуктора-вариатора

Полезная модель относится к области сельскохозяйственного машиностроения, в частности к сажалкам для посадки материалов с низкой сыпучестью (рисунок 1), точнее лука-севка при его посадке.

На рисунке представлен бесступенчатый редуктор луковой сажалки, который состоит из таких частей как корпус (1), подшипники качения на ведомом вале (11), ведомый вал (11), две обгонные муфты (2), насаженные на ведомый вал (3), два толкателя (5) с роликами (6), шарнирно соединенных с обгонными муфтами (2), пружины (7) направляющую регулировочным рычагом (9) и 2 двухсторонних кулачка поставленные между друг другом под прямым углом (10), закрепленных на ведущем валу (11), при этом для снижения трения кулачки и ролики толкателей выполнены из фторопласта-4. Полезная модель обеспечивает бесступенчатое регулирование нормы поштучной

посадки лука-севка в борозду независимо от скорости сажалки, что увеличивает точность и производительность сеялки.

Для модернизации редуктора высевающего аппарата необходимо провести анализ существующих решений конструкции узла, для чего были проанализированы патенты на изобретения и полезные модели редуктора-вариатора высевающего аппарата (таблица 1).

Таблица 1 – Анализ патентов на изобретение и полезные модели редуктора высевающего аппарата

Номер патента	Конструктивные особенности	Преимущества модели
DE 1941402 A1	Первая модель бесступенчатого редуктора (1969 г.)	Главным преимуществом вариатора перед редуктором является бесступенчатое изменение частоты вращения и величины крутящего момента
RU 209521	Прототип редуктора с использованием фторопласта-4	Основным преимуществом является снижение трения кулачков и роликов толкателей за счет применения нового материала, выполненного из фторопласта-4
RU 216923	Добавление лысок под обгонные муфты на ведомом вале	Посадочное место под обгонные муфты ведомого вала содержит две лыски, что не позволяет проворачиваться обгонным муфтам в процессе срока эксплуатации
RU 2744377	Траектория кулачка Брахистохрона	Кривая наиболее быстрого (моментального) спуска, являющаяся частью циклоиды, по которой движется кулачок в данной модели
RU 2744378	Траектория кулачка Дельтоида	За счёт геометрических параметров данная траектория позволяет применить оптимальную форму для кулачка, который стоит на ведущем валу редуктора-вариатора
RU 2765499	Доработка подпиромой рычагом и его кулачком пластины, удерживающей ролики в заданном положении	Направляющая имеет прямолинейные дорожки, выполненные с возможностью взаимодействия с роликами толкающих рычагов, при этом на ведущем валу через 90 градусов закреплены четыре кулачка, а прямолинейные дорожки выполнены по линейной зависимости $x = a$, где a – расстояние от оси вращения направляющей до дорожки

Разработка способа крепления кулачка с валом

Взяв за основу особенности вышеописанных запатентованных моделей с учётом отличительных особенностей каждой модели было принято решение о модернизации узла редуктора-вариатора ведущего

вала и кулачка, который при сборке одевается на ведущий вал (рисунок 2).

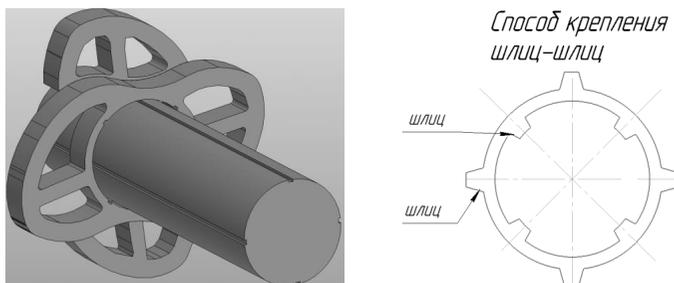


Рисунок 2 – Трёхмерная модель кулачка с отверстием под вал (материал кулачка типа СКУ-ПФЛ-100)

Предлагаемый способ крепления вала с кулачком заключается в применении шлицевого крепления с внутренней и наружной поверхностью.

В оригинальном прототипе редуктора-вариатора сеялки лука крепление кулачка на вал осуществляется за счёт шпонки, которая расположена на валу, а на кулачке расположено отверстие под шпонку. Кулачок встает в шпоночное соединение, но при посадке на вал, а также в процессе работы, кулачок из полимерного материала испытывает значительные механические нагрузки в местах посадки на вал, где возможно формирование и развитие трещин. Впоследствии эти трещины приведут к потере контакта в соединении с валом и разрушению кулачка.

Так же предлагается изменить материал кулачка. В качестве материала для кулачка будет выступать полиуретан, так как он хорошо сядет на втулку при литье, так как на внешней стороне втулки будет предусмотрена шероховатая поверхность, за счёт которой кулачок будет держаться на съёмной втулке, надеваемой на вал. Сама втулка будет с шлицевым соединением под вал с внутренней стороны, для обеспечения безопасной и надёжной посадки на вал, а также предотвращения растрескивания посадочного отверстия кулачка в процессе его работы. Целесообразно посадочное отверстие сформировать стальной втулкой. Для обеспечения надёжного соединения втулки с полимерным кулачком, последний целесообразно изготовить из полиуретана (типа СКУ-ПФЛ-100). Это обеспечит возможность упрощения технологии изготовления изделия, так как полиуретан литьевой материал.

Кроме того, применение данного материала позволит обеспечить безударную и плавную работу между кулачком и роликом. На рисунке 3 представлена кинематическая схема редуктора высевающего аппарата сеялки.

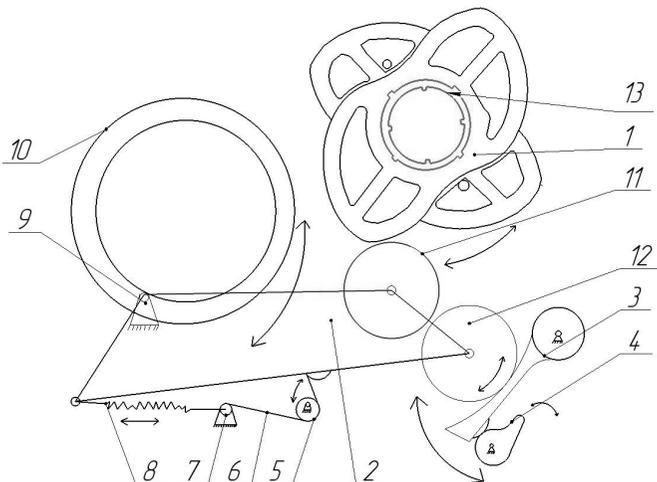


Рисунок 3 – Общая кинематическая схема редуктора высевающего аппарата сеялки:

1 – Кулачок двойной; 2 – Каркас для кольца и ролика, 3 – Прижимная пластина, 4 – Кулачок от рычага, 5 – Стойка с пружиной (элемент 6), 6 – Пружина скручивания, 7 – Стойка между пружинами, 8 – Пружина растяжения, 9 – Крепление кольца с подшипником к ролику, 10 – Кольцо под обгонную муфту, 11 – Ролик 1, 12 – Ролик 2, 13 – шлицевая втулка крепления кулачка в ведущему валу

Описание принципа действия в крайних положениях

Элементом, задающим крайние положения является рычаг, который присоединён к кулачку 4, который в свою очередь меняет положение удерживающей пластины 3, тем самым ролик 12 начинает двигаться с большим усилием и за счёт него поднимается и весь каркас 2, который держит оба ролика 11 и 12, и связан со стойками 5, 7, держится пружинами 6, 8. Каркас 2 начинает при смене положения создавать давление на двойной кулачок 1, который передает через шлицевую втулку момент на ведущий вал и начинает работать с большим усилием, тем самым меняя положение заслонки которая высypает семена.

Вывод

В ходе проделанной работы был представлен анализ отечественных и зарубежных патентов модели редуктора высевающего аппарата. Взяв за основу особенности вышеописанных запатентованных моделей с учётом отличительных особенностей каждой модели, было принято решение о модернизации узла редуктора-вариатора ведущего вала и кулачка.

В результате анализа патентов, общих схем составных частей редукторов-вариаторов была предложена новая конструкция крепления вала и кулачка посредством добавления шлицевого соединения. Также предложено изменение материала кулачка на полиуретан СКУ-ПФЛ-100 в связи с упрощенной технологией изготовления и улучшенной работой узла.

Составлена кинематическая схема редуктора высевающего аппарата сеялки с описанием механизма работы основных деталей и шлицевой втулки крепления кулачка в ведущем валу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О разработке двухзвенного малогабаритного роботизированного транспортно-технологического средства / А. Ю. Измайлов, А. С. Дорохов, Р. С. Федоткин [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2020. – № 1(34). – С. 4-14.
2. Дидманидзе, О. Н. Трактор с комбинированной энергоустановкой / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, В. С. Иволгин // Сельский механизатор. – 2008. – № 11. – С. 6-7.
3. Лебедев, А.Т. Совершенствования методов оперативного управления надежностью технических систем в АПК / А.Т. Лебедев, А.А. Серегин, А.Г. Арженковский // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 1. – С. 71–76.
4. Федоткин, Р. С. Выбор двигателя для тракторов и комбайнов / Р. С. Федоткин // Сельский механизатор. – 2019. – № 4. – С. 2-3. – EDN YUYOJB.
5. Губанова, А. Р. Конструктивные схемы редукторов приводов высевающих аппаратов сеялок / А. Р. Губанова, В. В. Шумаев // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 28-29 марта 2019 года. Том III. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – С. 63-66.
6. Лебедев, А. Т. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / А. Т. Лебедев, А. Г. Арженковский // Технический сервис машин. – 2019. – № 1(134). – С. 46-52.
7. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
8. Луханин, В. А. Повышение равномерности внесения минеральных удобрений оптимизацией параметров дозаторов, направлятелей и центробежных распределителей : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации

сельского хозяйства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Луханин Владимир Александрович. – Зерноград, 2012. – 192 с.

9. Черноволов, В. А. Расчет параметров дозирующего устройства распределителя минеральных удобрений для работы в системе координатного земледелия / В. А. Черноволов, В. А. Луханин, А. Б. Локтев // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – 2013. – № 5. – С. 200-207.

10. Подготовка семян к озимому посеву в засушливых условиях на агрегатах типа ЗАВ / А. В. Касьяненко, И. Н. Краснов, И. А. Кравченко, Т. Н. Толстоухова // Сельский механизатор. – 2020. – № 5-6. – С. 37-38.

11. Кувайцев, В. Н. Конструкция рычажно-кулачкового вариатора привода высевальных аппаратов сеялок для посева мелкосеменных масличных культур / В. Н. Кувайцев, Н. П. Ларюшин, А. В. Мамонов // Нива Поволжья. – 2015. – № 3(36). – С. 102-108.

Об авторах:

Герасимова Дарья Игоревна студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), dahagrach15@gmail.com.

Научный руководитель – Дидманидзе Отари Назирович, заведующий кафедрой тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, профессор, академик РАН, didmanidze@rgau-msha.ru.

About the authors:

Daria I. Gerasimova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), dahagrach15@gmail.com.

Scientific advisor – Otary N. Didmanidze, Head of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, didmanidze@rgau-msha.ru.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕМОНТЕ

П. В. Голиницкий, У. Ю. Антонова, Э. И. Черкасова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассмотрена оптимизация системы принятия решений при ремонте на примере гильзы цилиндров.*

***Ключевые слова:** гильза цилиндров, дефектация, принятие решений, цифровые технологии.*

OPTIMIZATION OF DECISION-MAKING SYSTEM DURING REPAIRS

P. V. Golinitsky, U. Yu. Antonova, E. I. Cherkasova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article discusses the optimization of the decision-making system during repair using the example of a cylinder liner.*

***Keywords:** cylinder liners, defect detection, decision making, digital technologies.*

Ремонт машин – достаточно сложный процесс, который в итоге должен обеспечить заданное качество отремонтированного изделия [1-3].

Ремонт двигателя внутреннего сгорания является задачей, предъявляющей повышенные требования квалификации к сотрудникам организации, что приводит к необходимости использования различных инструментов для снижения вероятности ошибки [4-6]. Так, для предприятий с минимальным внедрением цифровых технологий, можно применить балльную систему оценки целесообразности проведения ремонта.

Принятие решений по результатам дефектации является наиболее ответственным этапом процесса ремонта [7], именно от него будет зависеть эффективность принятых мер, поэтому необходимо снизить вероятность возникновения ошибки и, как следствие, влияния человеческого фактора [8, 9].

Поскольку ремонтные предприятия имеют различную степень внедрения цифровых систем, то создание универсального решения

затруднительно [10-12]. Условно, ремонтные предприятия по уровню внедрения цифровых систем можно разделить на две группы:

- предприятия с точечным применением цифровых систем (цифровой измерительный инструмент, поиск запасных частей и т.д.);
- предприятия с островным применением цифровых систем (учет рабочего времени, учет нормы часов, автоматизированный расчет затрат и т.д.).

При этом среди ремонтных предприятий не встречается примеров с единой информационной средой, поскольку внедрение данных технологий чрезмерно затратное.

Для предприятий, имеющих низкую степень развития цифровых технологий, невозможно организовать принятие решений в полностью автоматическом режиме, но применив балльную систему оценки можно упростить поставленную задачу. Для снижения вероятности ошибочного принятия решения введём коэффициент весомости степени дефектности K_d :

$$K_d = (\sum k_{id}) / n, \quad (1)$$

где k_{id} – коэффициент влияния дефекта на результат восстановления; n – количество обнаруженных дефектов.

Значения k_{id} выбирались таким образом, чтобы исключить промежуточное состояние в принятии решения (таблица 1).

Таблица 1 – Дефекты и значение k_{id}

Дефект	Значение k_{id}			
	2	4	8	16
Износ диаметров, мм	От 92,024 мм до 92,084 мм	От 92,085 мм до 92,524 мм	От 92,525 мм до 93,024 мм	Свыше 93,025
Отклонение от формы, мм	0	До 0,02	До 0,03	Более 0,05
Глубина механических повреждений, (риски, задиры и т.д.)	0	До 0,02	До 0,03	Более 0,05
Износ или дефект бурта	–	–	–	Наличие
Износ, дефект верхнего центрирующего пояса	–	–	–	Наличие
Износ, дефект нижнего центрирующего пояса	–	–	–	Наличие
Износ, дефект посадочного пояса	–	–	–	Наличие

При $K_d \leq 4$ остаточный ресурс гильзы составляет не менее 80 % и проведение ремонта целесообразно, при $K_d \geq 5$ остаточный ресурс составит 50 %, и ремонт будет не целесообразен, если $K_d \geq 10$, то деталь ремонту не подлежит. Помимо этого, необходимо учитывать стоимость ремонта и новой детали, если стоимость ремонта превысит 80 % от новой детали, то выполнять ремонт не целесообразно.

Применение балльной системы оценки целесообразности проведения ремонта позволит в значительной степени исключить влияние человеческого фактора, снизить трудоёмкость процесса дефектации, что положительно скажется на его эффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте / О. А. Леонов [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 3. – С. 30-32.
2. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Изд-во «Триада», 2020. – 232 с.
3. Теоретические основы выбора рациональных способов восстановления деталей / Г. И. Бондарева [и др.] // Сельский механизатор. – 2019. – № 5. – С. 38-39.
4. Голиницкий, П. В. Разработка процедуры управления внутренней документацией для промышленного предприятия / П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Компетентность. – 2018. – № 7(158). – С. 20-25.
5. Разработка алгоритма верификации запасных частей при ремонте машин / Г. И. Бондарева [и др.] // Сельский механизатор. – 2022. – № 10. – С. 27-29.
6. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8.
7. Леонов, О. А. Совершенствование методики проведения микрометража и дефектации шеек коленчатых валов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2007. – № 3-1(23). – С. 81-85.
8. Standardizing the Permissible Mass Error in Monitoring Connecting Rods and Pistons / M. N. Erokhin [et al.] // Russian Engineering Research. – 2021. – Vol. 41, № 12. – P. 1156-1160.
9. Технический сервис дизельной топливной аппаратуры / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. М. Корнеев, Д. И. Петровский. – М. : ООО «Издательство «Триада», 2003. – 108 с.
10. Assessing External Defects at Manufacturing Enterprises / G. I. Bondareva [et al.] // Russian Engineering Research. – 2022. – Vol. 42, № 2. – P. 151-154.

11. Применение цифровых инструментов для совершенствования производственного процесса / П. В. Голиницкий [и др.] // Компетентность. – 2023. – № 5. – С. 32-37.

12. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.

13. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 95 с.

14. Дидманидзе, О. Н. Исследования показателей тепловыделения газовых двигателей / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хахимов // Записки Горного института. – 2018. – Т. 229. – С. 50-55. – DOI 10.25515/PMI.2018.1.50.

Об авторах:

Голиницкий Павел Вячеславович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, gpv@rgau-msha.ru.

Антонова Ульяна Юрьевна, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, uantonova@rgau-msha.ru.

Черкасова Эльмира Исламовна, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат сельскохозяйственных наук, e.cherkasova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Pavel V. Golinitsky, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), gpv@rgau-msha.ru.

Ulyana Yu. Antonova, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), uantonova@rgau-msha.ru.

Elmira I. Cherkasova, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Agricultural), e.cherkasova@rgau-msha.ru.

ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ШЕЕК РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ ЗМЗ ПОД РЕМОНТНЫЙ РАЗМЕР

П. В. Голиницкий, А. Н. Самордин, В. О. Леонов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Описан процесс изнашивания опорных шеек распределительных валов. Предложено использовать в качестве средства измерений при дефектации и контроле опорных шеек распределительных валов двигателей ЯМЗ после обработки под ремонтный размер вместо микрометра МК-75 рычажный микрометр МР-72-0,002, что приведет к снижению брака от наличия погрешности измерений.*

***Ключевые слова:** ремонт двигателей, распределительный вал, дефектация, ремонтный размер, контроль опорных шеек.*

SELECTION OF MEASURING INSTRUMENTS FOR QUALITY CONTROL OF PROCESSING OF ZMZ ENGINE CAMSHAFT JOINTS FOR REPAIR SIZE

P. V. Golinitzky, A. N. Samordin, V. O. Leonov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The process of wear of bearing journals of camshafts is described. It is proposed to use as a measuring instrument during deflection and control of bearing journals of camshafts of YaMZ engines after processing for repair size instead of MK-75 micrometer lever micrometer MP-72-0.002, which will lead to reduction of defects from presence of measurement error.*

***Keywords:** engine repair, camshaft, defect detection, repair size, bearing journal inspection.*

В настоящее время перед предприятиями технического сервиса АПК стоит важная задача поддержания сельскохозяйственной техники в работоспособном состоянии [1-3]. Двигатели внутреннего сгорания являются самыми сложными агрегатами с технической точки зрения и их необходимо достаточно часто ремонтировать.

Одной из важнейших деталей в двигателе внутреннего сгорания является распределительный вал, опоры которого должны работать в условиях гидродинамической смазки и иметь наименьший износ [4, 5].

В процессе эксплуатации распределительный вал с конструктивно заложеной малой жесткостью подвергается действию переменных, разнесенных по длине нагрузок, причем каждая нагрузка прилагается с угловым смещением по отношению к другой. Вследствие этого распределительный вал работает не только на изгиб, но и на кручение. Значительные контактные давления, возникающие в соединении «кулачок-толкатель», являются причиной износа кулачков распределительных валов.

Дефектация высоконагруженных деталей двигателей – ответственная задача [6]. Основными дефектами распределительных валов являются: изгиб, износ опорных шеек и шейки под распределительную шестерню, кулачков, шпоночной канавки, износ или повреждение резьбы.

После проведения дефектации делают заключение о необходимости восстановления опорных шеек распределительного вала или, если размеры не выходят за пределы допустимых – не восстанавливать, а отправлять на сборку при условии соответствия других параметров установленным требованиям.

Шейки распределительных валов восстанавливаются под ремонтные размеры на предприятиях технического сервиса АПК, имеющих специализированное технологическое оборудование.

В таблице 1 приведены параметры точности опорных шеек распределительных валов двигателя ЯМЗ, которые необходимо выдерживать при оценке качества вала во время дефектации и при контроле после обработки под ремонтный размер.

Таблица 1 – Параметры точности опорных шеек распределительных валов двигателей ЯМЗ

Контролируемый параметр	Размер с отклонениями	Размер, допустимый без ремонта, мм	Допуск размера, мм	Допускаемая погрешность измерений, мкм
Номинальный размер опорных шеек распредвала ЯМЗ	$54_{-0,105}^{-0,065}$	53,88	40	±12
Первый ремонтный размер опорных шеек распредвала ЯМЗ	$53,7_{-0,105}^{-0,065}$	-	40	±12

Установлено, что погрешность средств измерений оказывает существенное влияние на качество контролируемой продукции [7-9].

Для анализа качества восстановления параметров точности при обработке опор распределительного вала под ремонтный размер необходимо выбрать рациональные средства контроля, учитывая диапазон и погрешность измерений [10-12], а также трудоемкость выполнения работ по контролю.

В нормативной документации на ремонт двигателя ЯМЗ рекомендовано контролировать шейки распределительного вала микрометром МК-75, предельная погрешность измерений которого на размере 54 мм при работе в руках составляет ± 10 мкм, что не превышает величину допускаемой погрешности измерений ± 12 мкм, представленную в таблице 1. В свою очередь, применение более точного прибора – рычажного микрометра МР-75-0,002, с погрешностью ± 4 мкм позволит не только повысить точность измерений, но и значительно снизить трудоемкость контроля, так как рычажный микрометр можно настроить на средний размер и производить измерения относительным способом. В таблице 2 приведены параметры выбранных средств измерений опорных шеек распределительных валов двигателей ЯМЗ.

Таблица 2 – Результаты расчета параметров разбраковки опорных шеек распределительных валов двигателей ЯМЗ для выбранных средств контроля

Наименование параметра	Обозначение	Размерность	Средство контроля	
			Микрометр МК-75	Рычажный микрометр МР-75-0,002
Диапазон измерений	-	мм	50-75	50-75
Погрешность измерений	Δ_{lim}	мкм	± 10	± 4
Допуск размера диаметра шейки	T	мкм	40	40
Среднеквадратическое отклонение погрешности измерения	$\sigma_{мет}$	мкм	5	2
Коэффициент точности измерений	$A_{мет}(\sigma)$	%	12,5	5
Число неправильно принятых шеек	m_1	%	1,4	0,5
Число неправильно забракованных шеек	n_1	%	4,2	1,3

Из полученных в таблице 2 значений видно, что при переходе на средство контроля в виде рычажного микрометра МР-75-0,002 происходит снижение потерь от погрешности изменений в виде уменьшения количество неправильно принятых и неправильно забракованных опорных шеек распределительных валов дизелей ЯМЗ, что повышает качество контроля.

Таким образом установлено, что замена микрометра МК-75 на рычажный микрометр МР-75-0,002 с целью контроля качества обработки опорных шеек распределительных валов двигателей ЯМЗ под ремонтный размер приведет к снижению трудоемкости операций контроля и существенному уменьшению потерь от погрешности измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
3. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Изд-во «Триада», 2020. – 232 с.
4. Леонов, О. А. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Трение и износ. – 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327-334.
5. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.
6. Леонов, О. А. Совершенствование методики проведения микрометража и дефектации шеек коленчатых валов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2007. – № 3-1(23). – С. 81-85.
7. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27.
8. Нормирование допускаемой погрешности измерения массы при контроле деталей шатунно-поршневой группы / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2021. – № 9. – С. 40-44.
9. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45.
10. Леонов, О. А. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2013. – № 2(58). – С. 71-74.

11. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева [и др.]. – М. : Изд-во ООО «ОнтоПринт», 2020. – 95 с.

12. Основы проектирования операций входного контроля на машиностроительных предприятиях / Г. И. Бондарева [и др.]. – М. : Изд-во ООО «ОнтоПринт», 2020. – 89 с.

Об авторах:

Голиницкий Павел Вячеславович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, gpv@rgau-msha.ru.

Самордин Андрей Николаевич, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), asamordin@rgau-msha.ru.

Леонов Василий Олегович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), vasion4@ya.ru.

About the authors:

Pavel V. Golinsky, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), gpv@rgau-msha.ru.

Andrey N. Samordin, senior lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), asamordin@rgau-msha.ru.

Vasily O. Leonov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), vasion4@ya.ru.

РАЗРАБОТКА УЧАСТКА ПО 3D ТЕХНОЛОГИЯМ ОБРАТНОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

Н. С. Горохова

Научный руководитель – О. А. Ступин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** С каждым днем использование аддитивных технологий в производстве становится всё популярнее и популярнее. На таком устройстве, как 3D-принтер, можно напечатать всё что угодно: от простых и мелких деталей до более сложных. Эту технологию и раньше применяли в производстве небольших партий изделий. Разнообразии принтеров и материалов позволяет создавать модели и различные материалы под свои нужды и применять их во многих отраслях, включая авиацию, медицину, архитектуру и другие.*

***Ключевые слова:** 3D, производство, печать, технология, аддитивный.*

DEVELOPMENT OF A 3D REVERSE PROTOTYPING TECHNOLOGY SECTION

N. S. Gorokhova

Scientific advisor – O. A. Stupin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Every day, the use of additive technologies in manufacturing is becoming more and more popular. On a device like a 3D printer, you can print anything from simple and small parts to more complex ones. This technology has been used before in the production of small batches of products. A variety of printers and materials allows you to create models and various materials to suit your needs and apply them in many industries, including aviation, medicine, architecture and others.*

***Keywords:** 3D, production, printing, technology, additive.*

С помощью 3D-принтеров многие компании автоматизировали процесс создания деталей автомобиля. Благодаря этому снизились стоимость производства на 50 % и срок выполнения работ на 80 % [1]. Для многих производств приобретение 3D-принтера помогло ускорить процесс производства изделий и снизить как экономические потери, так и временные.

Несколько лет назад появилась возможность изменять под себя такие элементы отделки, как приборные панели, светодиодные накладки на пороги и выступы с подсветкой и другое. Все эти детали можно напечатать на 3D принтере, ведь он позволяет экспериментировать, работать над нестандартными деталями, которые невозможно создать никаким другим способом. Также применение 3D-печати позволяет сократить расходы и длительность создания этой продукции.

Благодаря аддитивным технологиям определённую задачу можно реализовать всего за несколько часов, значительно сократив свои затраты. При этом в 3D-печати вместо металлических можно изготавливать пластиковые детали из новых упругих материалов, создавать прототипы, экспериментировать с ними, а после использовать в производстве.

Отсутствие запчастей для автомобиля может привести к задержке производства, увеличению времени ремонта и обслуживания машин, при этом хранение заранее изготовленных деталей тоже требует затрат. А с введением санкций многие компании покинули Россию, из-за чего поставка деталей стала затруднительной.

Эту проблему решает 3D-печать (рисунок 1). Главное, чтобы используемые для изготовления материалы соответствовали характеристикам традиционных материалов [2]. Также чертежи всех деталей могут храниться в цифровом виде, благодаря чему нужные для клиента детали можно будет печатать прямо в мастерской за несколько часов вместо того, чтобы ждать неделями, когда нужный элемент изготовится на производстве и доедет до пункта назначения.

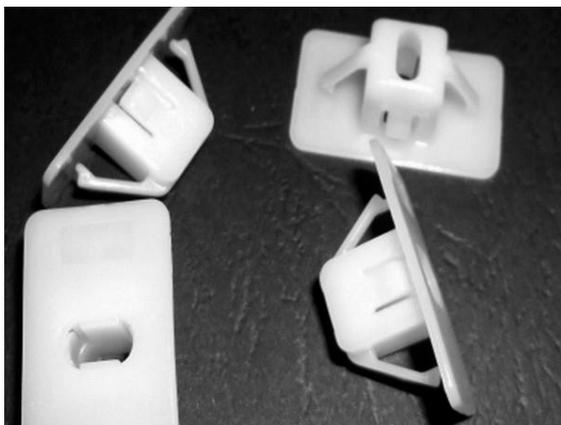


Рисунок 1 – Заглушки колесных дисков

Однако перед тем, как внедрять аддитивные технологии в производство необходимо проработать участок, где будет располагаться основное оборудование. Необходимо начинать с обустройства производственного пространства, которое включает зоны для 3D-печати, подготовки материалов и постобработки. Это могут быть различные типы 3D-принтеров, такие как FDM, SLA и SLS, в зависимости от используемых материалов и технологий. Зона подготовки должна быть оснащена оборудованием для подготовки и обработки порошков и смол, а также средствами для хранения и транспортировки.

Не менее важным элементом является техническое обеспечение. Оно включает системы вентиляции и очистки воздуха для работы с порошковыми и химическими материалами, а также устройства контроля температуры и влажности для оптимизации процессов. Кроме того, следует предусмотреть оборудование для проведения контроля качества напечатанных изделий, включая измерительные инструменты и программное обеспечение для анализа.

Аддитивные технологии имеют большой потенциал в производстве. На создание сложных деталей и конструкций уходит меньше времени, чем при традиционном способе. Так же 3D-печать позволяет сократить затраты на производство [3].

Однако, несмотря на все преимущества, аддитивные технологии все еще имеют некоторые ограничения. Например, качество поверхности изделий может быть ниже, чем у изделий, изготовленных традиционными методами. Но несмотря на это, аддитивные технологии продолжают развиваться и становятся всё более популярными в различных отраслях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сухочев, Г. А. Технология машиностроения. Аддитивные технологии в подготовке производства наукоемких изделий : учебное пособие / Г. А. Сухочев, С. Н. Коденцев. – Воронеж : ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2020. – 133 с.

2. Зленко, М. А. Аддитивные технологии в машиностроении / М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. – СПб : Издательство политехнического университета, 2013. – 221 с.

3. Научно-аналитический обзор технологий ресурсосбережения при эксплуатации технических средств в АПК / А. С. Апатенко, И. Н. Кравченко, Н. С. Севрюгина [и др.]. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2023. – 152 с. – ISBN 978-5-00207-449-5.

4. Дидманидзе, О. Н. Проектирование производственных процессов в растениеводстве с использованием компьютерных технологий / О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев, А. Н. Журилин. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 150 с.

5. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.

6. Пряхин, В. Н. Цифровая трансформация в сервисно-эксплуатационной сфере : учебник / В. Н. Пряхин, М. А. Карапетян, С. С. Гусев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2024. – 130 с.

7. Трухачев, В. И. Какие сельскохозяйственные тракторы нужны завтра России? / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар : сборник статей, Москва, 22-24 января 2020 года. – М. : ООО «Мегаполис», 2020. – С. 11-19.

8. Глобин, А. Н. Инженерное творчество : Учебное пособие / А. Н. Глобин, Т. Н. Толстоухова, А. И. Удовкин. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 108 с.

9. Тойгамбаев, С. К. Технологический процесс ремонта деталей двигателя / С. К. Тойгамбаев, М. А. Карапетян, С. С. Гусев // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 102-5. – С. 154-159. – DOI 10.18411/trnio-10-2023-285.

Об авторах:

Горохова Наталья Сергеевна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), gorokhova.natalia.03@mail.ru.

Научный руководитель – Ступин Олег Александрович, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), stupinl@rgau-msha.ru.

About the authors:

Natalia S. Gorokhova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), gorokhova.natalia.03@mail.ru.

Scientific advisor – Oleg A. Stupin, senior lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), stupin@rgau-msha.ru.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ПАРА В СИСТЕМЕ ЗАПАРИВАНИЯ КОРМОВ

Е. М. Гридасов, И. А. Тимофеев

Научный руководитель – Т. Н. Толстоухова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Предложена усовершенствованная система подачи пара для смесителей запарников типа С при запаривании кормов. Такая система позволяет сократить время нагрева корма в запарнике и тем самым снизить расход пара, а также сократить расход пара на страховочный перегрев корма выше температуры готовности.

Ключевые слова: страховочный перегрев, смеситель-запарник, паровые насадки, пар, тепловая обработка.

WAYS TO REDUCE STEAM CONSUMPTION IN THE SYSTEM STEAMING OF FEED

E. M. Gridasov, I. A. Timofeev

Scientific advisor – T. N. Tolstouhova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. An improved steam supply system is proposed for type C steamer mixers when steaming feed. Such a system makes it possible to reduce the heating time of the feed in the steamer and thereby reduce steam consumption, as well as reduce steam consumption for safety heating of the feed above the ready temperature.

Keywords: safety overheating, steam mixer, steam nozzles, steam, heat treatment.

Правильное и полноценное кормление сельскохозяйственных животных оказывает существенное влияние на их продуктивность. Ведь продуктивность животных и качественные характеристики мяса напрямую зависят от правильности и эффективности использования имеющихся кормовых ресурсов.

Организм животного перерабатывает в продукцию всего лишь 20...25 % энергии корма. Примерно 30...35 % энергии тратится на физиологические нужды, а остальная часть в неусвоенном виде выделяется с отходами [1].

Поэтому задача приготовления и подготовки кормов к скармливанию заключается в том, чтобы уменьшить потери энергии корма путем повышения его питательной ценности, поедаемости, переваримости и усвоения.

Для полноценного развития и роста сельскохозяйственных животных и получения соответствующей качественной продукции, животным необходим определенный набор питательных веществ, которые содержатся в кормах. Часто для повышения питательной ценности корма подвергают дополнительной обработке.

В кормлении сельскохозяйственных животных применяют грубые корма (сено, солому), концентрированные (зерновые корма, отруби, жмых, шрот и комбикорма) и сочные (силос, сенаж, корнеклубнеплоды). Но независимо от вида корма все они должны отвечать зоотехническим требованиям, которые сводятся к тому, чтобы обеспечить животное в течение суток необходимым количеством кормов, которые полностью удовлетворяли бы его потребность в питательных веществах. При несоблюдении норм кормления рацион может быть перенасыщен одним видом корма и иметь нехватку других, что приводит к дисбалансу питательных веществ в организме животного и развитию различных заболеваний.

Улучшить качество кормов, а также расширить возможность составления различных кормовых смесей и использовать при этом малоценные грубые корма возможно за счет их тепловой обработки. В результате продуктивность животных может увеличиваться на 7...10 %, а расход корма на единицу продукции снижаться на 15...20 %.

Анализ способов обработки кормов [2] показывает, что практически все виды кормов требуют определенной подготовки их перед скармливанием, которая заключается в механическом измельчении (дроблении), смешивании, запаривании, химической или биологической обработке [4, 11].

Из всех перечисленных способов обработки кормов особый интерес представляет процесс тепловой обработки, который позволяет повысить питательность кормов, поедаемость и усвояемость их животными, а также уничтожить вредные и болезнетворные бактерии. К видам тепловой обработки кормов относят запаривание (грубые корма), варку (корнеклубнеплоды) и стерилизацию (пищевые отходы).

В качестве теплоносителя наибольшее применение получил пар, так как варка в воде способствует вымыванию и растворению питательных веществ корма, что снижает его питательность.

Однако в небольших хозяйствах (фермерских) тепловую обработку кормов проводят редко из-за большого расхода пара на процесс до 200 кг на тонну корма и высокой стоимости энергоносителей и заменяют её процессом смачивания кормов горячей водой, что приводит к снижению качества готового продукта и, следовательно, к снижению продуктивности животных [5, 10].

Поэтому процессы снижения расхода пара и энергоносителей являются актуальными в приготовлении полнорационных кормовых смесей.

Рассмотрим процессы тепловой обработки кормов.

Технологические схемы, по которым осуществляется тепловая обработка кормов, могут быть самыми разнообразными и зависят как от назначения агрегата, так и от зоотехнических требований на конечный вид продукта.

Для тепловой обработки применяют запарники, смесители-запарники, варочные котлы, картофелезапарочные агрегаты.

Наиболее востребованными в приготовлении кормовых смесей влажностью 65...80 % являются запарники-смесители серии С (С-2, С-12 и др.) Запарники-смесители относятся к аппаратам периодического действия.

Для проведения тепловой обработки в качестве теплоносителя применяется пар, который вырабатывается котлами-парообразователями, работающими в паре с запарниками. Промышленность выпускает такие котлы-парообразователи как КВ-200МЖ, КЖ-500, КЖ-1500, Д-721, работающие на жидком топливе и КТ-500, КВ-300МТ, КТ1000, работающие на твердом топливе.

Процесс тепловой обработки корма в запарнике протекает следующим образом. Пар, вырабатываемый котлом-парообразователем, подается через парораспределительный коллектор 1 к парораспределителям 2, расположенным снизу по обе стороны корпуса запарника (рисунок 1). Таким образом пар, поднимаясь снизу-вверх, проходит через слой корма нагревая его до температуры 90...95 °С, образовавшийся при этом конденсат сливается через сливные отверстия 5. Во время подачи пара включаются в работу мешалки для интенсификации процесса нагрева.

Далее начинается процесс выдержки корма, который длится в течение часа, при этом подача пара уменьшается, обеспечивая поддержание температуры корма на уровне 90...95 °С. Таким образом расход пара на запаривание кормов составляет – 160...200 кг/т [6]. По

окончании процесса запаривания и смешивания готовая кормосмесь выгружается.

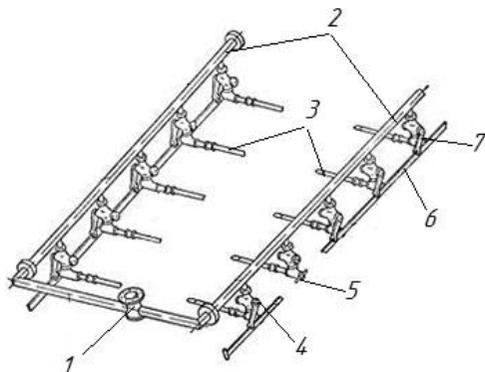


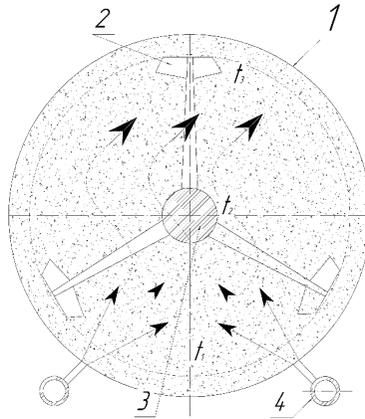
Рисунок 1 – Парораспределительная система смесителя серии С:

1 – коллектор, 2 – распределительная труба, 3 – пароподводящий патрубок,
4 – муфтовый кран, 5 – заглушка, 6 – штанга, 7 – рычаг

Исследованиями ряда ученых (К. Ф. Терпиловского, В. Н. Рыженкова и В. А. Денисова [7-9]) установлено, что при тепловой обработке кормов температура отдельных слоев корма в запарниках не одинаковая. Несмотря на перемешивание, слои корма, расположенные ближе к паровым насадкам, имеют температуру выше, чем те, которые расположены дальше. Поэтому для доведения корма до готовности в удаленных от паровых насадков частях в смесителях-запарниках потребуются дополнительный расход тепла (рисунок 2) при этом температура корма в зоне подачи пара будет выше температуры готовности корма, т.е. корм будет перегрет, а это, в свою очередь, приведет и к большему расходу пара.

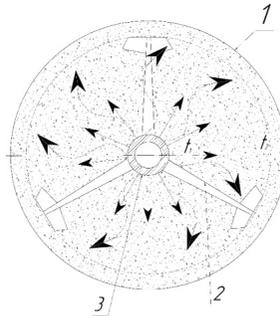
На наш взгляд, расход пара можно значительно уменьшить, если подавать его в смеситель-запарник через вращающиеся рабочие органы – мешалки (рисунок 3).

При такой подаче пара, от центра запарника, сокращается толщина слоя корма, через который проходит пар, т.е. сокращается время нагрева корма. Это приведет к снижению перерасхода пара на страховочный перегрев корма выше температуры готовности. Так как пар равномерно распределяется в объеме корма, все слои его будут прогреваться равномерно и быстрее, а, следовательно, конечная температура корма будет ниже, что повлияет и на расход пара на тепловую обработку корма в смесителе-запарнике, что подтверждается и выражением 1.



**Рисунок 2 – Схема подачи пара в смеситель-запарник
через паровые насадки:**

1 – корпус; 2 – лопасть; 3 – вал лопастной; 4 – паропровод



**Рисунок 3 – Схема подачи пара в смеситель-запарник
через рабочие органы**

1 – корпус; 2 – лопасть; 3 – полый лопастной вал

$$P = \frac{Q_{mo}}{i_n - i_k} = \frac{G_k c_k (t_k - t_n)}{i_n - i_k}, \text{ кг} \quad (1)$$

где P – количество пара, идущего на тепловую обработку корма, кг;

i_n – энтальпия пара, Дж/кг;

i_k – энтальпия конденсата, Дж/кг;

t_n – начальная температура корма в смесителе-запарнике, °С.

t_k – конечная температура корма в смесителе-запарнике, °С.

c_k – удельная теплоемкость корма, кДж/кг·К;

G_k – масса обрабатываемого корма, кг.

Дополнительное тепло корм в запарнике будет получать еще и за счет теплопередачи от поверхности лопастных валов. Следовательно, для проведения тепловой обработки кормов потребуется меньшее количество пара.

Таким образом, можно сделать вывод:

- перерасход пара в смесителях-запарниках связан со страховочным перегревом корма выше температуры готовности;
- теоретически установлено, что сократить расход пара, связанный со страховочным перегревом корма возможно за счет усовершенствования системы подачи пара в смеситель-запарник.

Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приготовление кормов в фермерских хозяйствах : практическое руководство. – Нижний Новгород : ГБУ НО «ИКЦ АПК», 2022. – 48 с.
2. Толстоухова, Т. Н. Способы подготовки кормов к скармливанию и их анализ / Т. Н. Толстоухова, И. И. Гагай, И. В. Гуджен // Активная честолюбивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. – 2023. – № 1(14). – С. 24-28.
3. Толстоухова, Т. Н. Совершенствование процесса тепловой обработки кормов в аппаратах периодического действия за счет использования озонированного воздуха : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук : 05.20.01. Зеленоград, 2001. 213 с.
4. Поцелуев, А. А. Система водо- и теплообеспечения технологических процессов обслуживания КРС / А. А. Поцелуев, И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 59-66.
5. Толстоухова, Т. Н. Совершенствование процесса обработки грубых кормов в фермерских хозяйствах / Т. Н. Толстоухова, А. А. Поцелуев, И. В. Назаров // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – №4. – С. 37-42.
6. Результаты исследований технологического модуля высокоинтенсивной тепловой обработки ингредиентов комбикормов / А. В. Смоленский, В. Д. Каун, В. А. Михайлов [и др.] // Инновационные процессы в технологии животноводства: исследования, испытания, внедрение. – Зеленоград, 2011. – С.75-82.
7. Рыженков, В. Н. Энергоемкость обработки пищевых отходов паром / В. Н. Рыженков // Исследование процессов комплексной механизации и автоматизации в свиноводстве : сб. науч. тр. – Подольск, 1988. – С.71-78.
8. Денисов, В. А. Ресурсо- и энергосберегающая технологическая линия тепловой обработки кормов / В. А. Денисов // Средства механизации и автоматизации процессов свиноводческих ферм : сб. науч. тр. – Подольск, 1990. – С.82-90.

9. Терпиловский, К. Ф. Механизация процессов тепловой обработки кормов / К. Ф. Терпиловский. – Минск : Ураджай, 1973. – 127 с.

10. Дидманидзе, О. Н. Моделирование производственных процессов по уборке фруктов / О. Н. Дидманидзе, А. А. Зангиев, Н. Х. Сулейманов. – М. : Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 1998. – 114 с.

11. Дидманидзе, О. Н. Проектирование производственных процессов в растениеводстве с использованием компьютерных технологий / О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев, А. Н. Журилин. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 150 с.

Об авторах:

Гридасов Егор Михайлович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), gridasow.egor@yandex.ru.

Тимофеев Иван Александрович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), dava.14@inbox.ru.

Научный руководитель – Толстоухова Татьяна Николаевна, доцент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, t.tolstouhova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Egor M. Gridasov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), gridasow.egor@yandex.ru.

Ivan A. Timofeev, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), dava.14@inbox.ru.

Scientific advisor – Tatyana N. Tolstouhova, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), t.tolstouhova@rgau-msha.ru.

КОНТРОЛЬ СООСНОСТИ ВАЛОВ РЕДУКТОРОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КПК-2-01 МЕТОДОМ КОМПЕНСАЦИИ

Л. А. Гринченко

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В работе проведен размерный анализ соединения валов редукторов Н.094.44.000-323 и Н.090.20.000-121 картофелеуборочного комбайна КПК-2-01, для обеспечения соосности валов предложено использовать метод компенсации. Для определения параметров компенсаторов построена размерная цепь, на основе которой проведены расчеты. В результате в качестве компенсатора рекомендуется использовать одну прокладку или набор прокладок разной толщины.

Ключевые слова: качество сборки, размерная цепь, контроль соосности, метод компенсации.

CONTROL OF THE ALIGNMENT OF THE GEARBOX SHAFTS OF THE KPK-2-01 POTATO HARVESTER BY THE COMPENSATION METHOD

L. A. Grinchenko

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The paper presents a dimensional analysis of the shaft connection of the gearboxes Н.094.44.000-323 and Н.090.20.000-121 of the KPK-2-01 potato harvester. To ensure the shaft wearability, it is proposed to use the compensation method. A dimensional chain is constructed to determine the parameters of the compensators, on the basis of which calculations are performed. As a result, it is recommended to use one gasket or a set of gaskets of different thicknesses as a compensator.

Keywords: build quality, dimensional chain, alignment control, compensation method.

Вопросы обеспечения качества и надежности машин, агрегатов и сборочных единиц с позиции обеспечения норм точности, широко исследуются современными учеными [1-5].

Долговечность работы современных агрегатов и узлов различных машин обеспечивается не только параметрами прочности и износостойкости, но и параметрами точности ответственных соединений [6-9]. Причем при ремонте машин определяют допустимые размеры

изношенных деталей, которые можно использовать без замены [10]. Точность изготовления деталей характеризует соответствие геометрических параметров реально изготовленной детали, параметрам, которые заданы для этой детали нормативной документацией. По мере развития технического прогресса, точность машин должна постоянно расти, обеспечивая постоянное улучшение их качества. Однако высокая точность требует высоких затрат на производство, поэтому установление оптимального уровня точности является наиболее рациональным методом решения задачи параметрической надежности.

Одним из методов достижения заданного уровня точности является метод компенсации. Данный метод используется, когда присутствует значительное различие между требуемым и рассчитанным допуском. Для компенсации могут использоваться прокладки, втулки, кольца и т.д., в таком случае размер компенсатора должен включаться в расчетную схему. Применение различных компенсаторов позволяет значительно уменьшить суммарную погрешность влияющих размеров, тем самым обеспечивая заданную точность.

Цель исследования – определить точностные параметры компенсатора, используемого для обеспечения точности расположения осей соединения вала редуктора Н.094.44.000-323 с валом редуктора Н.090.20.000-121 в картофелеуборочном комбайне КПК-2-01 (рисунок 1).

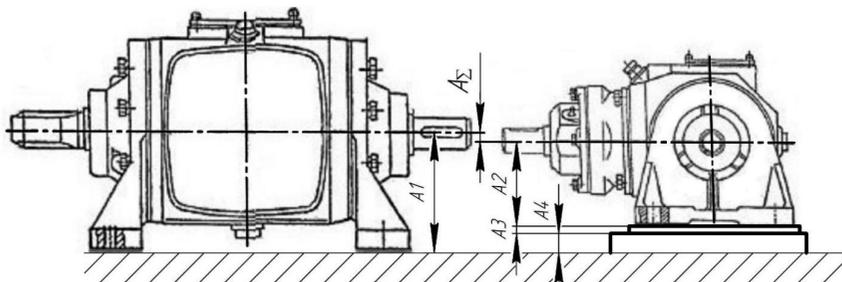


Рисунок 1 – Расчетная схема:

A_1 – расстояние от оси вала редуктора Н.094.44.000-323 до опорной поверхности, A_2 – расстояние от оси вала редуктора Н.090.20.000-121 до опорной поверхности; A_3 – толщина компенсатора; A_4 – высота подставки, A_Σ – расстояние между валами

Для определения параметров компенсатора рассчитаны [11]: коэффициент относительного рассеяния K_Σ по формуле (1), среднее отклонение исходного размера et'_Σ по формуле (2), допуск на исходный

размер t_{Σ} по формуле (3), среднее отклонение для компенсатора em_K по формуле (4), наибольший расчетный размер компенсатора Y_{Kmax} по формуле (5).

Для набора прокладок разной толщины, толщина самой тонкой прокладка – h_1 , определена, как h в неравенстве (6). Толщина самой толстой прокладки – h_m , определена по неравенству (7). Толщина остальных прокладок рассчитывалась по прогрессии (8), так чтобы, их сумма была приблизительно равна Y_{Kmax} . Расчетные выражения имеют вид [11]:

$$K_{\Sigma} = 1 + \frac{0,55 \left(\sqrt{\sum C_i^2 K_i^2 t_i^2} - \sqrt{\sum C_i^2 t_i^2} \right)}{\sqrt{\sum |C_i| t_i}} \quad (1)$$

$$em_{\Sigma} = \sum C_i (em_i + \alpha_i t_i) - \alpha_{\Sigma} t_{\Sigma} \quad (2)$$

$$t_{\Sigma} = \frac{\sqrt{\sum C_i^2 K_i^2 t_i^2}}{K_{\Sigma}} \quad (3)$$

$$em_K = \frac{em_{\Sigma} - em_{\Sigma}}{C_K} \quad (4)$$

$$Y_{Kmax} = Y_K + em_K + \frac{0,5 t_K}{|C_K|} \quad (5)$$

$$h \leq \frac{t_{\Sigma}}{|C_K|} \quad (6)$$

$$h_m \geq 0,5 Y_{Kmax} \quad (7)$$

$$h_n \approx 2 h_{n-1} \quad (8)$$

где C_i, C_K – коэффициент приведения влияющих размеров и компенсатора;

K_i – коэффициент относительного рассеяния размера;

t_i, t_{Σ}, t_K – допуски влияющих размеров, конечного размера и компенсатора;

em_i, em_{Σ} – середина поля допуска влияющих размеров и конечного размера;

α_i и α_{Σ} – коэффициенты относительной симметрии влияющих и конечного размеров;

Y_K – номинальный размер компенсатора.

При проведении размерного анализа в качестве замыкающего звена используется расстояние между валами редукторов. В качестве увеличивающего звена выбрано расстояние от оси вала редуктора Н.094.44.000-323 до опорной поверхности, в качестве уменьшающих звеньев: расстояние от оси вала редуктора Н.090.20.000-121 до опорной поверхности, высота подставки и толщина компенсатора. Построенная схема размерной цепи представлена на рисунке 1.

При проведении предварительного расчета значения отклонений для подставки и компенсатора определяются в зависимости от вида компенсатора. Таким образом, предельные отклонения высоты подставки и толщины подкладки рекомендуется выбрать по 11 качеству [11]. Итоговые исходные данные для расчётов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчетов

Параметр	Наименование размера				
	A_5	A_1	A_2	A_3	A_4
Размер с отклонением Y_i , мм.	$0_{-0,25}^{+0,25}$	$150_{-0,5}$	$100_{-0,5}$	$3_{-0,06}$	$47_{-0,08}^{+0,08}$
Середина поля допуска em_i , мм.	0	0,25	0,25	0,03	0
Допуск влияющего размера t_i , мм.	0,5	-0,5	-0,5	-0,06	0,16
Коэффициент относительной симметрии α_i	0	0	0	0	0
Коэффициент относительного рассеяния размера K_i	-	1,2	1,2	1,2	1,2

Результаты расчётов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов

Параметр	Значение
Коэффициент относительного рассеяния K_Σ , мм	1,08
Среднее отклонение исходного размера em_Σ , мм	0,03
Расчётный допуск на исходный размер t_Σ , мм	0,805
Среднее отклонение для компенсатора em_K , мм	0,03
Наибольший расчетный размер компенсатора Y_{Kmax} , мм	3,05
Толщина прокладок из набора прокладок разной величины:	
первой h_1 , мм	0,45
второй h_2 , мм	0,91
третьей h_3 , мм	1,82

По формулам 1-5 определён максимальный размер компенсатора. При использовании одной компенсаторной прокладки её размеры

должны будут соответствовать наибольшему расчетному размеру, при учете отклонения, соответственно от 3,05 мм, до 3,044 мм. В качестве компенсатора также можно использовать набор прокладок. В результате расчетов по формулам 6-8, при использовании набора разных прокладок, набор должен состоять из трёх прокладок толщиной: 0,45 мм, 0,91 мм, 1,82 мм.

В результате работы проведён размерный анализ соединения вала редуктора Н.094.44.000-323 с валом редуктора Н.090.20.000-121 в картофелеуборочном комбайне КПК-2-01. Для проведения размерного анализа построена схема размерной цепи рассматриваемого соединения, по его результатам выявлено, что для обеспечения точности соединения следует использовать метод компенсации. Параметры компенсатора определены с помощью расчетов, по итогам которых в качестве компенсатора рекомендуется использовать одну прокладку $3,17_{-0,06}$ мм, или набор из трех разных прокладок толщиной 0,45 мм, 0,91 мм, 1,82 мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
2. Теоретические основы выбора рациональных способов восстановления деталей / Г. И. Бондарева [и др.] // Сельский механизатор. – 2019. – № 5. – С. 38-39.
3. Проектная оценка надежности соединения циркуляционно-нагруженного кольца подшипника качения с валом класса допуска js6 / О. А. Леонов [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2023. – № 4. – С. 61-70.
4. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2022. – № 6. – С. 65-71.
5. Леонов, О. А. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Трение и износ. – 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327-334.
6. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.
7. Project Assessment of the Reliability of the Joint of a Circulation-Loaded Ring of a Rolling Bearing with a Shaft of Tolerance Class js6 / О. А. Leonov [et al.] // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2023. – Vol. 52, No. 4. – Pp. 343-350.
8. Fit of Elastic Sleeve–Pin Couplings with Shafts / О. А. Leonov [et al.] // Russian Engineering Research. – 2023. – Vol. 43, No. 4. – Pp. 399-403.

9. Денисов, В. А. Подходы к поиску конструктивных параметров ответственных деталей объемных гидроприводов зарубежного производства / В. А. Денисов // Технический сервис машин. – 2023. – Т. 61, № 3(152). – С. 32-38.

10. Определение номинальных значений размеров и допускаемых отклонений ответственных деталей агрегатов зарубежной техники / П. А. Ионов [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2022. – Т. 32, № 4. – С. 520-538.

11. Варнаков, В. В. Основы сертификации предприятий технического сервиса : учебное пособие для студентов сельскохозяйственных высших учебных заведений / В. В. Варнаков, О. Н. Дидманидзе. – М. : Триада, 2006. – 148 с.

12. Дунаев, П. Ф. Расчет допусков размеров / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М. : Инновационное машиностроение, 2021. – 400 с.

Об авторе:

Гринченко Лаврентий Александрович, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), grinchenko@rgau-msha.ru.

About the author:

Lavrenty A. Grinchenko, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), grinchenko@rgau-msha.ru.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В АВТОМОБИЛЬНОМ СЕРВИСЕ

Н. А. Федяев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Цифровизация – это процесс внедрения цифровых технологий во все аспекты деятельности компаний с целью повышения эффективности, прозрачности и автоматизации процессов. В современных отраслях цифровизация становится важнейшим фактором конкурентоспособности и роста.*

Автомобильная отрасль не стала исключением. Развитие технологий и изменение потребностей клиентов требуют от сервисных центров и автопроизводителей внедрения инновационных решений. Цифровизация автомобильного сервиса повышает скорость обслуживания, улучшает качество предоставляемых услуг и помогает создавать более удобный клиентский опыт.

***Ключевые слова:** цифровизация, процесс, технологии, сервис, автоматизация.*

DIGITALIZATION IN THE AUTOMOTIVE SERVICE

N. A. Fedyaev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Digitalization is the process of introducing digital technologies into all aspects of companies' activities in order to increase efficiency, transparency and automation of processes. In modern industries, digitalization is becoming an important factor of competitiveness and growth.*

The automotive industry is no exception. Technology development and changing customer needs require service centers and car manufacturers to implement innovative solutions. Digitalization of the automotive service increases the speed of service, improves the quality of services provided and helps to create a more convenient customer experience.

***Keywords:** digitalization, process, technology, service, automation.*

Основные направления цифровизации в автомобильном сервисе

1. Автоматизация процессов обслуживания.

Современные сервисные центры активно используют программное обеспечение для автоматизации основных процессов – от записи клиентов на обслуживание до управления ремонтом. Это сокращает

время на выполнение рутинных операций и снижает вероятность ошибок.

2. Использование CRM-систем для работы с клиентами.

CRM-системы помогают эффективно управлять клиентскими данными и взаимодействиями. Такие системы позволяют отслеживать историю обслуживания, формировать индивидуальные предложения и повышать лояльность клиентов.

3. Применение облачных технологий для хранения данных и управления сервисом.

Облачные решения позволяют безопасно хранить данные о клиентах, транспортных средствах и сервисных операциях, а также обеспечивают удалённый доступ к этим данным. Это упрощает управление сервисом и позволяет интегрировать различные системы для более эффективной работы.

4. Виртуальные ассистенты и чат-боты для взаимодействия с клиентами.

Виртуальные ассистенты и чат-боты помогают оперативно отвечать на вопросы клиентов, записывать их на обслуживание и предоставлять информацию о статусе ремонта. Это не только ускоряет коммуникацию, но и снижает нагрузку на персонал [1-3].

Инновационные технологии в автомобильном сервисе

1. Использование Big Data и аналитики.

Анализ больших данных позволяет предсказывать поломки автомобилей на основе статистических данных и их истории обслуживания. Это помогает сервисным центрам заранее предупреждать проблемы и планировать профилактические работы.

2. Внедрение IoT (Интернет вещей).

С помощью датчиков и сенсоров, интегрированных в автомобиль, сервисные центры могут получать информацию о состоянии транспортных средств в режиме реального времени. Это позволяет оперативно реагировать на возникшие проблемы и предотвращать более серьёзные поломки.

3. Автоматизация диагностических процессов с помощью искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект (ИИ) позволяет автоматизировать диагностику автомобилей, анализируя данные и предлагая возможные варианты решения проблем. Это ускоряет процесс диагностики и повышает его точность.

4. Виртуальная и дополненная реальность для обучения персонала и клиентов.

Технологии виртуальной и дополненной реальности могут использоваться для обучения механиков и инженеров, позволяя им отрабатывать сложные сценарии без необходимости работы с реальными автомобилями. Также эти технологии могут применяться для демонстрации клиентам процесса ремонта или обслуживания.

Цифровизация логистики и управления запасами

*1. Применение цифровых платформ для управления запасами за-
пчасти.*

Цифровые системы управления запасами позволяют сервисным центрам отслеживать наличие деталей, планировать их пополнение и оптимизировать затраты на хранение. Это снижает риски дефицита запчастей и сокращает время ремонта [4-6].

2. Оптимизация логистических процессов и поставок.

Внедрение цифровых решений помогает улучшить логистику поставок, обеспечивая своевременную доставку запчастей и материалов, а также оптимизируя затраты на транспортировку.

Преимущества цифровизации для клиентов

1. Увеличение скорости и качества обслуживания.

Цифровизация сокращает время на выполнение рутинных операций, что ускоряет процесс обслуживания и ремонта автомобилей. Также это снижает вероятность ошибок, что улучшает качество предоставляемых услуг.

2. Прозрачность сервисных процессов.

Современные сервисные центры могут предоставлять клиентам доступ к информации о состоянии их автомобилей и ходе ремонта в режиме реального времени, что делает процесс обслуживания более прозрачным и понятным.

*3. Возможность онлайн-записи и отслеживания статуса ре-
монта.*

Клиенты могут записываться на обслуживание онлайн, а также отслеживать статус ремонта через мобильные приложения или веб-порталы, что делает взаимодействие с сервисом более удобным.

Вызовы и риски цифровизации

1. Вопросы кибербезопасности и защиты данных.

С ростом цифровизации возрастает и угроза кибератак. Защита данных клиентов и информации о транспортных средствах становится важнейшей задачей для сервисных центров.

2. Необходимость обучения персонала.

Для эффективной работы с новыми технологиями персонал сервисных центров должен регулярно проходить обучение и повышать свою квалификацию, что требует дополнительных затрат и времени.

3. Высокие первоначальные затраты на внедрение цифровых решений.

Внедрение цифровых технологий требует значительных инвестиций на начальном этапе, что может стать барьером для небольших сервисных центров.

Перспективы развития цифровизации в автомобильном сервисе

1. Появление новых технологических решений.

Развитие технологий будет продолжаться, что приведёт к появлению новых решений, таких как более продвинутые системы диагностики, дистанционного обслуживания и улучшенные методы аналитики.

2. Увеличение доли дистанционного обслуживания и удалённой диагностики.

С развитием IoT и удалённых диагностических инструментов клиенты смогут получать обслуживание и диагностику без необходимости посещения сервисного центра, что повысит удобство и сократит время простоя автомобилей [7].

3. Синергия с автопроизводителями и разработчиками ПО.

Совместные проекты автопроизводителей и IT-компаний приведут к созданию более эффективных и интегрированных решений, которые повысят уровень обслуживания и улучшат взаимодействие между клиентом, автомобилем и сервисом.

Выводы

Цифровизация автомобильного сервиса – это неотъемлемая часть развития отрасли, которая уже сегодня позволяет повысить эффективность работы, улучшить клиентский опыт и сократить издержки. Несмотря на вызовы и риски, связанные с внедрением новых технологий, перспективы развития цифровизации обещают сделать автомобильный сервис ещё более удобным, технологичным и надёжным в будущем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цифровая трансформация в экономике транспортного комплекса. Развитие цифровых экосистем: наука, практика, образование / под ред. Г. В. Бубновой, Л. А. Каргиной. – М. : РУТ (МИИТ), 2020.

2. Гусев, С. С. /Водоподготовка на объектах агропромышленного комплекса / С. С. Гусев, Е. А. Улюкина, Л. Л. Михальский // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2012. – № 3 (54). – С. 19-22.

3. Использование ПГС-полимеров для очистки жидкостей в сельскохозяйственном производстве / В. П. Коваленко, К. Я. Лесной, С. С. Гусев, И. Н. Леонов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2003. – № 1. – С. 10.

4. Боярский, В. Н. Регенерация отработанных моторных и гидравлических масел при эксплуатации автотранспортной и сельскохозяйственной техники / В. Н. Боярский, С. С. Гусев // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2009. – № 2 (33). – С. 76-78.

5. Гусев, С. С. Восстановление качества отработанных нефтяных масел с помощью ПГС-полимеров на сельскохозяйственных предприятиях : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук : Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина. – Москва, 2006.

6. Гусев, С. С. Разработка технологического процесса ремонта коленчатого вала двигателя ЗМЗ-511 / С. С. Гусев, С. К. Тойгамбаев, М. А. Карапетян // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. – 2023. – № 3 (66). – С. 91-97.

7. Андреев, А. А. Очистка нефтяных масел от механических загрязнений / А. А. Андреев, А. С. Апатенко, С. С. Гусев // Естественные и технические науки. – 2021. – № 7 (158). – С. 243-251.

8. Патент на полезную модель № 47335 U1 Российская Федерация, МПК В65D 88/02. Резервуар для жидкостей : № 2005103727/22 : заявл. 14.02.2005 : опубл. 27.08.2005 / В. П. Коваленко, А. В. Литовченко, Е. А. Улюкина, С. С. Гусев.

Об авторе:

Федяев Николай Александрович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат педагогических наук, fedyev@rgau-msha.ru.

About the author:

Nikolay A. Fedyayev, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Pedagogical), fedyev@rgau-msha.ru.

АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОБОЧНОГО СЫРЬЯ МЯСНОЙ ОТРАСЛИ

А. М. Дуленков

Научный руководитель – О. М. Лапсарь

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Агропромышленный комплекс Российской Федерации в настоящее время успешно решает вопросы продовольственной безопасности и обеспечения продовольственным сырьем других отраслей промышленности. В процессе переработки сельскохозяйственной продукции особенно на мясоперерабатывающих предприятиях образуются отходы, наносящие большой ущерб природе. Жиросодержащие отходы представляют собой жир-сырец низкого качества или жиросодержащую эмульсию 4 класса опасности, такие отходы не подлежат захоронению или утилизации при высоких температурах.*

***Ключевые слова:** новые материалы, зеленая химия, технология переработки жиросодержащих отходов, органический синтез, гидролиз, поверхностно-активные вещества, экологическая безопасность, жирные кислоты, триглицериды, эксплуатационные материалы.*

ASPECTS OF THE USE OF BY-PRODUCTS OF THE MEAT INDUSTRY

A. M. Dulenkov

Scientific advisor – O. M. Lapsar

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The agro-industrial complex of the Russian Federation is currently successfully addressing issues of food security and the provision of food raw materials to other industries. In the process of processing agricultural products, especially at meat processing enterprises, waste is generated that causes great damage to nature. Fat-containing waste is a low-quality raw fat or a fat-containing emulsion of hazard class 4, such waste is not subject to burial or disposal at high temperatures.*

***Keywords:** new materials, green chemistry, technology for processing fat-containing waste, organic synthesis, hydrolysis, surfactants, environmental safety, fatty acids, triglycerides, operational materials.*

Современный уровень развития мясной отрасли АПК требует принципиально нового подхода к проблеме комплексного использования всех видов сырья – не только основного, но и побочного.

Утилизация побочного сырья вместо его переработки – это не только потери продукции, но и огромные денежные убытки, приводящие к повышению себестоимости мяса.

В настоящее время ведутся научные разработки, которые позволят решить проблему экологической безопасности для предприятий отрасли, внедряя новые технологии переработки жиросодержащих отходов для получения биогаза, жидкого и твердого биотоплива в качестве альтернативы для существующих видов топлива.

Разработка технологии синтеза поверхностно-активных веществ из животных жиров, а также отходов производства аграрных и жироперерабатывающих предприятий, позволит сократить расходы растительных масел и жиров, используемых в пищевой промышленности, на технические цели, а также перерабатывать жировые отходы вместо утилизации. Полученные поверхностно-активные вещества могут являться основными компонентами в рецептурах таких эксплуатационных материалов, как ингибиторы коррозии, эмульгаторы, антифрикционные присадки, консистентные смазки, технические моющие средства и т.д. Разработка отечественных инновационных материалов позволит обеспечить промышленность качественными материалами и решить экологические проблемы, связанные с утилизацией отходов при производстве и переработке масел и жиров.

Разработанный метод переработки жиросодержащих отходов мясоперерабатывающих предприятий состоит из 2 этапов.

На начальном этапе решалась проблема отделения жира от воды, далее переходили к гидролизу жиров и получали этаноламиды жирных кислот.

Технологическая схема получения амида жирных кислот представлена на рисунке 1.

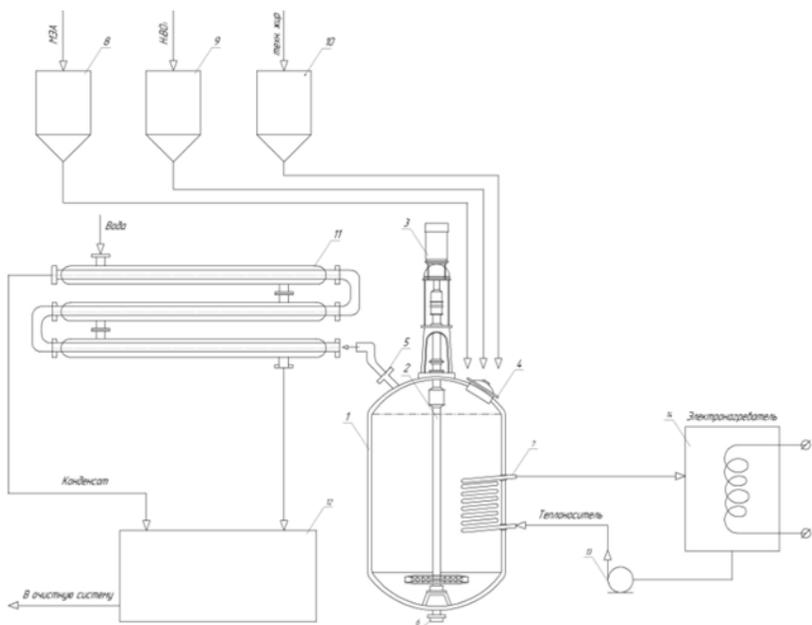


Рисунок 1 – Технологическая схема получения амида жирных кислот из технического жира:

1 – реактор смешения; 2 – вал с турбинной мешалкой; 3 – электродвигатель с редуктором; 4 – люк для загрузки реагентов; 5 – патрубок для присоединения линии выхода конденсата (патрубок для установки предохранительного клапана манометра и других средств контроля на рисунке не показаны); 6 – патрубок для выгрузки готового продукта; 7 – змеевик теплообменника; 8, 9, 10 – дозаторы для подачи реактивов; 11 – холодильник; 12 – емкость для приема конденсата; 13 – циркуляционный насос; 14 – печь для нагрева теплоносителя с помощью электрических тэнов

Таким образом, данная технология позволяет решить экологическую проблему утилизации жиросодержащих отходов. Полученные поверхностно-активные вещества являются основными компонентами в рецептурах таких эксплуатационных материалах как: ингибиторы, эмульгаторы, присадки и т.д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицын, А. Б. Инновации в интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции / А. Б. Лисицын, Н. Ф. Небурчилова, Н. А. Горбунова // Перспективные направления повышения эффективности переработки побочного сырья мясной отрасли : материалы Международной науч.-

практич. конференции / ФГБНУ «ВНИИМП им. В. М. Горбатова. – Волгоград, 2015. – С. 209-212.

2. Исследования сырья растительного происхождения для синтеза ингибиторов коррозии с целью продления срока службы металлоконструкций и техники в условиях повышенной влажности / С. М. Гайдар, М. Ю. Карелина, Д. К. Хоанг, В. С. Ершов, А. А. Акулов, А. О. Волков // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2021. – № 1 (64). – С. 17-23.

3. Патент на полезную модель № 113270 U1 Российская Федерация, МПК C11B 13/00. Технологическая линия переработки жиросодержащих отходов : № 20111139445/13 : заявл. 27.09.2011 : опубл. 10.02.2012 / А. В. Соловьев, И. В. Карпов, А. А. Червяков.

4. Гайдар, С. М. Консистентные смазки с наномодифицированным дисульфидом молибдена / С. М. Гайдар // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 4. – С. 27-29.

5. Гайдар, С. М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Гайдар Сергей Михайлович. – Москва, 2011. – 433 с.

6. Карелина, М. Ю. Исследование эффективности триботехических препаратов на основе наноматериалов / М. Ю. Карелина, С. М. Гайдар // Грузовик. – 2015. – № 4. – С. 17-29.

7. Гайдар, С. М. Применение нанотехнологий для повышения надежности машин и механизмов / С. М. Гайдар // Грузовик. – 2010. – № 10. – С. 38-41.

8. Гайдар, С. М. Повышение износостойкости узлов трения / С. М. Гайдар, М. Ю. Карелина, Е. А. Петровская, Э. А. Зиятдинов // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 122. – С. 40-47.

9. Methodology for Assessing the Efficiency of Measures for the Operational Management of the Technical Systems' Reliability / A. T. Lebedev, A. G. Arzhenovskiy, Ye. A. Chayka [et al.] // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021» : Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24-26 февраля 2021 года. Vol. 246. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 13-20. – DOI 10.1007/978-3-030-81619-3_2.

10. Карелина, М. Ю. Технология повышения износостойкости поверхностей трибосопряжений физико-химическим методом / М. Ю. Карелина, С. М. Гайдар // Грузовик. – 2015. – № 3. – С. 12-16.

11. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

Об авторах:

Дуленков Александр Максимович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»

(127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), te-behanahaha@gmail.com.

Научный руководитель – Лапсарь Оксана Михайловна, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), o.lapsary@rgau-msha.ru.

About the authors:

Alexander M. Dulenkov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), tebehanahaha@gmail.com.

Oksana M. Lapsar, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), o.lapsary@rgau-msha.ru.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ ПОДЪЁМА ИГЛЫ ФОРСУНКИ НА СОСТАВ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЯ

В. В. Егоров, Ал-Жавхар Али Еззат Махди

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Статья описывает результаты эксперимента по анализу изменения состава выхлопных газов дизеля при искусственном введении неисправности. Показано, что разрегулировка даже одной форсунки оказывает значительное влияние на количество NOx в выхлопных газах, а изменение показателей CO и CO₂ находится в пределах погрешности.*

***Ключевые слова:** дизельный двигатель, выхлопные газы, диагностика, форсунка.*

ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE NOZZLE NEEDLE LIFTING PRESSURE ON THE COMPOSITION OF DIESEL EXHAUST GASES

V. V. Egorov, Al-Zhavkhar Ali Yezzat Mahdi

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article describes the results of an experiment analyzing exhaust gases of diesel engine with imitated defect. It is shown that misadjustment of even one nozzle can significantly affect NOx quantity in exhaust gases, while CO and CO₂ quantities remain almost stable.*

***Keywords:** diesel engine, exhaust gases, diagnostics, nozzle.*

Обзор и анализ

Современное сельское хозяйство немислимо без применения тракторов, комбайнов, автомобилей и иных мобильных энергетических средств (МЭС), на выхлопные газы которых приходится, по данным работы [5], порядка 2 % от общего загрязнения атмосферы.

Снижение экологического воздействия МЭС и двигателей внутреннего сгорания в целом является актуальной на данный момент задачей, в решении которой принимают участие в том числе специалисты ИМЭ имени В. П. Горячкина РГАУ-МСХА. К примеру, авторами работы [1] исследуется подача воды в цилиндры дизеля, которая

успешно позволяет снизить выбросы вредных веществ до 45 % в отдельных случаях.

Другим важным фактором снижения токсичности отработавших газов дизелей МЭС является их своевременный и качественный сервис, который, согласно опубликованной ещё в 1995 году концепции [4], для достижения требуемой эффективности должен основываться на данных диагностирования.

В настоящий момент учёными модернизируются классические и развиваются новые методы диагностирования ДВС – к примеру, анализ энергозатрат на проворачивание вала дизеля, позволяющий получить представление о техническом состоянии цилиндропоршневой группы [3], а при наличии индикаторных кранов – увеличить точность постановки диагноза [7-9].

Кафедра эксплуатации МТП Института механики и энергетики имени В. П. Горячкина традиционно занимается вопросами технического диагностирования тракторных дизелей, в том числе топливной аппаратуры. Ранее исследовались преимущественно механические диагностические параметры [2, 6]; настоящая же статья раскрывает результаты эксперимента по анализу состава выхлопных газов при имитации неисправностей топливной аппаратуры.

Эксперимент

В качестве измерительного прибора был использован газоанализатор Инфракар 5М2.02 (авторы выражают благодарность кафедре тракторов и автомобилей за предоставленное оборудование).

Первичный эксперимент с 30 экспериментальными точками (5 повторностей при 6 различных частотах вращения вала, выбираемых хаотично), был направлен на определение состава выхлопных газов дизеля Д-240 при исправном состоянии топливной аппаратуры (форсунки были предварительно продиагностированы механотестером). Результаты эксперимента показаны на графиках рисунков 1-3 точками и пунктирной линией.

Второй эксперимент, проводившийся на следующий день, был направлен на подтверждение или опровержение гипотезы о том, что разрегулировка давления подъёма иглы форсунки способна оказать влияние на состав выхлопных газов; и в случае подтверждения данной гипотезы – конкретизацию информации об этом влиянии.

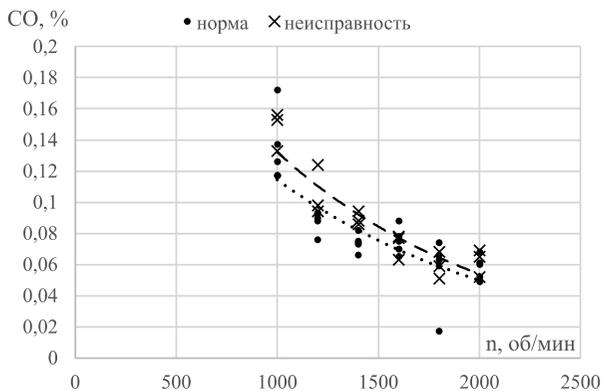


Рисунок 1 – Сравнение содержания CO в выхлопных газах

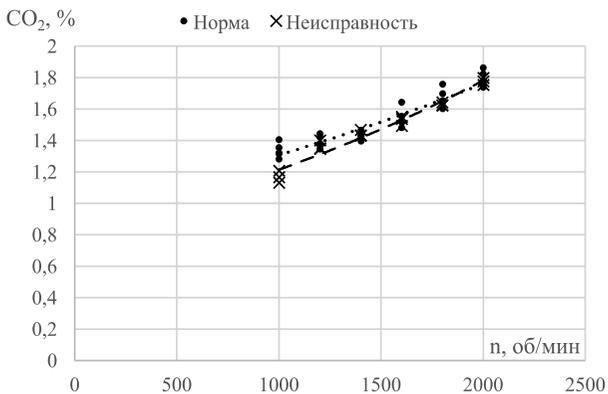


Рисунок 2 – Сравнение содержания CO₂ в выхлопных газах

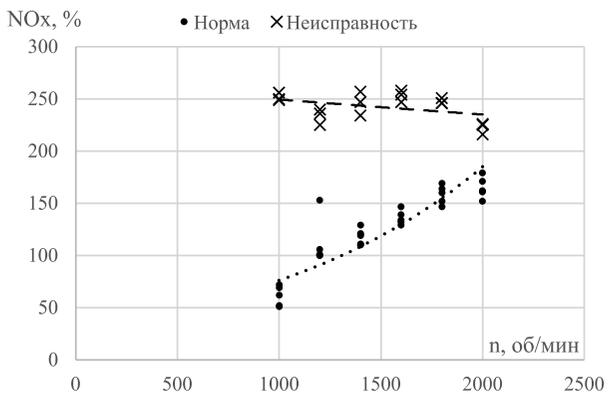


Рисунок 3 – Сравнение содержания NO_x в выхлопных газах

В процессе прогрева двигателя перед вторым экспериментом был повторно измерен состав выхлопных газов и полученные данные соответствовали результатам предыдущего эксперимента. После этого давление подачи топлива форсункой 4 цилиндра было настроено на 100 атм вместо номинальных 180 атм (что может достигаться, например, при изломе одного витка пружины).

Основная часть второго эксперимента включала в себя 18 экспериментальных точек: 6 частот вращения вала и 3 повторности. Результаты измерений показаны на рисунках 1-3 крестиками и штриховой линией, где даже без проведения корреляционного анализа видно, что показатели CO и CO₂ изменяются в пределах погрешности, а значения NO_x увеличиваются втрое при минимальной частоте холостого хода, и при увеличении оборотов – приближаются, но не уравниваются с показателями для исправной топливной аппаратуры, что может быть объяснено тем, что при росте цикловой подачи топлива уменьшается доля «излишков» подачи, вызванных недостаточным давлением записывания форсунки.

Выводы

Таким образом, есть все основания утверждать, что неисправность даже одной форсунки оказывает значительное влияние на количество NO_x в выхлопных газах, а изменение показателей CO и CO₂ при этом находится в пределах погрешности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подача воды в цилиндры дизеля и показатели токсичности его отработавших газов / С. Н. Девянин, В. А. Марков, А. В. Бижаев, А. Д. Денисов // Автомобильная промышленность. – 2021. – № 5. – С. 12-18.
2. Егоров, В. В. Оценка влияния тепловых зазоров газораспределительного механизма дизеля на пульсации во впускном коллекторе / В. В. Егоров, В. А. Чечет // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина». – 2019. – № 4. – С. 4-8.
3. Лобанов, И. И. Процесс пуска дизеля как источник диагностической информации / И. И. Лобанов, С. П. Калугин // Двигателестроение. – 2021. – № 2 (284). – С. 31-35.
4. Система технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин по результатам диагностирования / В. М. Михлин [и др.]. – М. : – Информатех, 1995.
5. Мухина, М. В. Анализ окружающей среды крупного промышленного города / М. В. Мухина, С. М. Шевченко, К. А. Фролова // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». – 2018. – № 1, том 5.

6. Дидманидзе, О. Н. Оптимизация параметров машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев, Е. П. Парлюк. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 77 с.

7. Арженовский, А. Г. Определение энергетических и топливно-экономических показателей тракторного двигателя / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 7. – С. 25-26.

8. Арженовский, А. Г. Методы определения энергетических и топливно-экономических показателей машинно-тракторных агрегатов / А. Г. Арженовский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 6. – С. 36-40.

9. Патент № 2329510 С1 Российская Федерация, МПК G01P 15/00. Устройство для измерения ускорения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания на всем диапазоне скоростей : № 2007108605/28 : заявл. 07.03.2007 : опубл. 20.07.2008 / Н. В. Щетинин, А. Г. Арженовский, Д. В. Казаков [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия».

Об авторах:

Егоров Вячеслав Владимирович, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, egorov-empt@rgau-msha.ru.

Ал-Жавхар Али Еззат Махди, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

About the authors:

Vyacheslav V. Egorov, senior lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), egorov-empt@rgau-msha.ru.

Al-Zhavkhar Ali Yezzat Mahdi, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

КОНТРОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ МАШИН В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

П. В. Ермакова

Научный руководитель – Р. Н. Дидманидзе

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В данной статье рассматривается контроль выброса вредных веществ сельскохозяйственной техникой. Приведены статистические данные о содержании токсичных компонентов в отработавших газах двигателя внутреннего сгорания и сведения о существующих инструментах для определения этого в полевых условиях. Затронут вопрос несоответствия отечественной техники АПК экологическим стандартам и нормам.*

***Ключевые слова:** экологические показатели, сельскохозяйственная техника, отработавшие газы, выбросы вредных веществ.*

MONITORING OF ENVIRONMENTAL INDICATORS DURING MAINTENANCE OF MACHINES IN THE FIELD

P. V. Ermakova

Scientific advisor – R. N. Didmanidze

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** This article discusses the control of the emission of harmful substances by agricultural machinery. Statistical data on the content of toxic components in the exhaust gases of an internal combustion engine and information on existing tools for determining this in the field are provided. The issue of non-compliance of domestic agricultural machinery with environmental standards and norms was raised.*

***Keywords:** environmental performance, agricultural machinery, exhaust gases, pollutant emissions.*

В современном мире, где техника используется в различных отраслях, возрастает негативное воздействие на окружающую среду. Выбросы вредных веществ, шум, загрязнение почвы и воды – все эти факторы могут привести к серьёзным проблемам. Поэтому контроль экологических показателей становится не просто мерой предосторожности, но и необходимостью для сохранения природы и обеспечения безопасности окружающей среды.

Химический состав выбросов зависит от вида и качества топлива, технологии производства, способа сжигания в двигателе и его технического состояния. Наряду с конструктивными факторами на состав отработавших газов оказывает влияние и эксплуатационные факторы: условия эксплуатации, природно-климатические факторы и техническое состояние автотранспортных средств.

При обслуживании техники в полевых условиях выделяют следующие загрязнители: выхлопные газы, утечки технических жидкостей, шум и т.д. Автомобильный транспорт является основным источником загрязнения атмосферного воздуха, поэтому более подробно рассмотрим вопрос, связанный с токсичными веществами, содержащимися в отработавших газах.

Отработавшие газы представляют собой смесь газов и частиц, образующуюся в результате сгорания топлива в двигателе внутреннего сгорания. В их составе содержатся сотни вредных компонентов, однако наиболее существенными являются: оксид углерода (CO), углеводороды (СН), оксиды азота (NO_x), твердые частицы (ТЧ), соединения свинца (Pb) и серы (SO₂), альдегиды, а также канцерогенные вещества. Содержание этих веществ зависит от вида используемого топлива и присадок к нему, типа организации и совершенства рабочего процесса, условий эксплуатации, технического состояния и т.д.

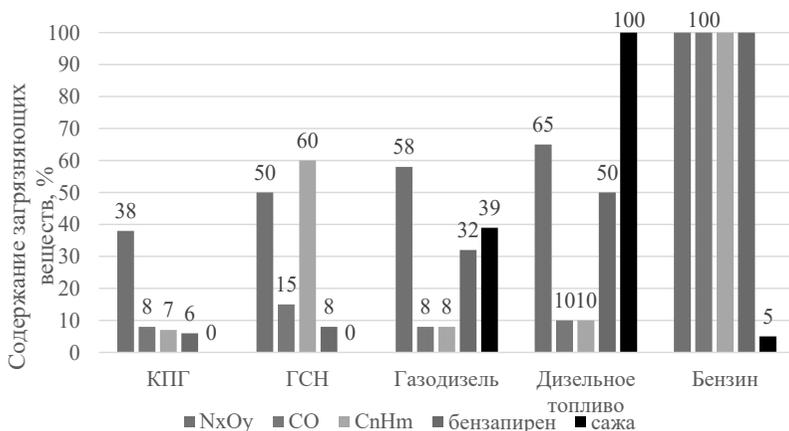


Рисунок 1 – Содержание загрязняющих веществ в отработавших газах ДВС, работающих на различных видах топлива

По данным источника абсолютное большинство машин в АПК работают на дизельном топливе, которое, исходя из приведенных выше данных, занимает второе место по содержанию вредных веществ в выхлопных газах. Чем же опасны эти компоненты:

- Оксиды азота являются одной из основных причин образования смога и кислотных дождей, они также вызывают раздражение дыхательных путей у человека и образуют на листовых пластинах растений растворы азотной или азотистой кислоты.

- Углеводороды способствуют разрушению озонового слоя атмосферы и являются одним из компонентов фотохимического смога.

- Оксид углерода вызывает головную боль, головокружения, а в повышенных концентрациях представляет собой смертельный яд.

- Твердые частицы сажи способны вызывать у человека серьезные заболевания дыхательной системы, более того, замедляют рост и развитие растений.

Чтобы минимизировать выбросы вредных веществ в полевых условиях применяются различные инструменты определения содержания токсичных компонентов в отработавших газах автомобиля:

- Газоанализатор – это прибор для непосредственного измерения количества выбросов вредных веществ в пробе отработавших газов или определения примеси в газовой смеси. Он также позволяет оценить параметры сгорания смеси в двигателе автомобиля по составу отработавших газов.

- Дымомер – устройство для измерения плотности дыма. Он используется для определения содержания твёрдых частиц в выхлопных газах и помогает оценить уровень выбросов дыма, что является важным показателем эффективности сгорания топлива и состояния двигателя.

Контроль дымности газов и токсичности машин проводят на временных рабочих постах в зонах ТО и ТР, диагностирования, на машинных дворах, автогараже, на открытых стоянках с использованием переносных приборов или передвижных комплексных лабораторий экологического контроля, в которых имеется полный набор газоанализаторов, дымомер и необходимая вспомогательная аппаратура. При отсутствии газоанализаторов временно допускается проводить эксплуатационный контроль только дымности газов, так как с ухудшением технического состояния дизелей по мере их наработки токсичность и дымность отработавших газов пропорционально увеличиваются.

Токсичность отработавших газов двигателя можно уменьшить двумя путями: обеспечить такие условия смесеобразования и сгорания топлива, при которых концентрация вредных веществ в отработавших газах становится минимальной или нейтрализовать токсичные вещества, попадающие в отработанные газы ДВС.

Устанавливать на двигателе дополнительные устройства для уменьшения токсичности отработавших газов следует при крайней необходимости и только в случаях, если исчерпаны все возможности достижения удовлетворительного состава газов путем конструктивных доработок и регулировок двигателя.

В настоящее время в большинстве случаев применяют различные способы уменьшения концентрации токсичных компонентов в процессе сгорания и расширения.

С этой целью изменяют конструкцию и регулировку двигателей, например, применяют двигатели с принудительным зажиганием, углы перекрытия клапанов, различные степени сжатия и т.д., что позволяет создать условия, необходимые для полного сгорания смеси в широком диапазоне режимов работы двигателя.

Для регулирования уровня выброса вредных веществ в окружающую среду были введены экологические классы сельскохозяйственной техники. Они определяют уровень ранее описанных токсичных компонентов, соответственно, чем выше класс, тем меньше выбросов производит техника.

В России с 2013 г. действуют нормы по ГОСТ Р 41.96-2011 (Правила ЕЭК ООН № 96), являющиеся эквивалентом нормам Stage III, установленные в странах ЕС в том же году. Однако, на сегодняшний день прослеживается несоответствие представленных на отечественном рынке тракторов мировым экологическим стандартам.

Заключение

В статье представлено, что оптимальным решением является переход с дизельного топлива на газомоторное. Во-первых, ГМТ более экологично, так как сельхозтехника, работающая на нем, производит меньше выбросов вредных веществ. Во-вторых, по данным Минсельхоза, эксплуатационные расходы у таких машин на 20 % ниже, чем у дизельных аналогов. По оценке Россельхозбанка, переход на газомоторное топливо позволит сократить расходы отечественных сельхозпроизводителей на топливо на 100 млрд рублей в год.

Нужно отметить, что в настоящее время в АПК на газе используются около 15 тыс. автотранспортных средств, но в будущем

Минсельхоз совместно с «Газпромом» планирует разработать программу перевода сельхозтранспорта и зерносушильного оборудования на природный газ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 41.96-2011 (Правила ЕЭК ООН № 96). Единообразные предписания, касающиеся двигателей с воспламенением от сжатия, предназначенных для установки на сельскохозяйственных и лесных тракторах и внедорожной технике, в отношении выброса вредных веществ этими двигателями = Uniform provisions concerning the approval of compression ignition engines to be installed in agricultural and forestry tractors and in non-road mobile machinery in regard to the emission of pollutants by the engines: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 998-ст: введен впервые : дата введения 2013- 01-01 / разработан ОАО «Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт двигателей» (ОАО «НИКТИД») и Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИНМАШ)-Москва : Стандартинформ, 2020. – 64 с.

2. Никишин, В. Н. Обеспечение экологической безопасности автотранспортного комплекса: учебное пособие / В. Н. Никишин, Е. П. Барыльникова. – Набережные Челны, 2019. – 232 с.

3. Давыдова, С. А. Класс экологичности современных сельскохозяйственных тракторов / С. А. Давыдова, И. А. Старостин // АгроЭкоИнфо. – 2020. – № 2. – С. 19.

4. Что лучше для сельского хозяйства: дизельное топливо или бензин [Электронный ресурс] // Своё. – Режим доступа: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/chto-luchshe-dlja-sel-skogo-hozjajstva-dizel-noe-toplivo-ili-benzin> (дата обращения: 30.10.2024).

5. Перспективные направления развития автотранспортного комплекса : сборник статей XVII Международной научно-практической конференции / Пензенский государственный университет [и др.]; под ред. Салмина В. В. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – 199 с.

6. Организация технического сервиса по фактическому состоянию машин на основе оценки их параметрической надежности / О. Н. Дидманидзе, Д. В. Варнаков, В. В. Варнаков, А. М. Карев. – М. : ООО «УМЦ Триада», 2016. – 128 с. – ISBN 978-5-9546-0107-7.

7. Оптимизация производственных процессов в плодово-ягодных питомниках / А. А. Зангиев, О. Н. Дидманидзе, В. С. Иволгин, А. Н. Синалеев. – М. : Агроконсалт, 2002. – 148 с. – ISBN 5-94325-021-2.

8. Технический сервис дизельной топливной аппаратуры / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. М. Корнеев, Д. И. Петровский. – М. : ООО «Издательство «Триада», 2003. – 108 с.

9. Повышение эффективности сжигания жидкого топлива в сельскохозяйственных установках / Н. В. Ксенз, Н. С. Вороной, Т. Н. Толстоухова, Р. И. Штанько // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1997. – № 7. – С. 26-27.

10. Андреев, А. А. Совершенствование технологий по восстановлению качества отработанных масел при эксплуатации транспортно-технологических машин в АПК / А. А. Андреев, А. С. Апатенко, С. С. Гусев // Естественные и технические науки. – 2021. – № 5(156). – С. 253-258.

Об авторах:

Ермакова Полина Вячеславовна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Дидманидзе Ремзи Назирович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат экономических наук, rdidmanidze@rgau-msha.ru.

About the authors:

Polina V. Ermakova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Remzi N. Didmanidze, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Economic), rdidmanidze@rgau-msha.ru.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИСТОГРАММЫ ДЛЯ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕФЕКТАЦИИ КОРЕННЫХ ОПОР ДВИГАТЕЛЕЙ ЯМЗ ПРИ РЕМОНТЕ

В. К. Зимогорский

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Использование гистограммы для анализа результатов дефектации коренных опор двигателей ЯМЗ на ремонтном предприятии позволило сделать вывод о том, что восемь процентов опор является неисправимым браком.*

***Ключевые слова:** точность, допуск, погрешность средства измерений, коренная опора.*

USING A HISTOGRAM TO ANALYZE THE RESULTS OF DEFECTING MAIN BEARINGS OF YAMZ ENGINES DURING REPAIRS

V. K. Zimogorsky

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The use of a histogram to analyze the results of defect detection of the main bearings of YaMZ engines at a repair facility allowed us to conclude that eight percent of the bearings are irreparable defects.*

***Keywords:** accuracy, tolerance, error of a measuring instrument, root support.*

Вопросами обеспечения качества и экономичности использования сельскохозяйственной техники занимается большое число ученых [1-6], при этом значительная роль уделяется вопросам эксплуатационной надежности [7-11]. Но следует иметь ввиду, что существенное влияние на надежность сельскохозяйственной техники оказывает качество ремонтных воздействий на отказавшие в процессе эксплуатации агрегаты [9-11]. Особо актуальным вопросом является метрологическое обеспечение контроля при ремонте агрегатов [12].

Целью исследования является использование гистограммы для анализа результатов дефектации коренных опор двигателей ЯМЗ.

Коренные опоры двигателей внутреннего сгорания работают в условиях гидродинамической смазки, при этом не всегда требуемые зазоры обеспечивают масляный клин [13, 14]. Происходит граничное

трение вала о вкладыш, который, в свою очередь, воздействует на поверхность опоры. Появляется фреттинг, в результате которого возникает износ.

Измерения коренных опор блока цилиндров двигателя ЯМЗ проводилось в двух плоскостях и двух сечениях, как показано на рисунке 1. Первое сечение назначается ближе к переду двигателя, а измерения проводились на расстоянии $l = 4$ мм от каждого бурта отверстия.

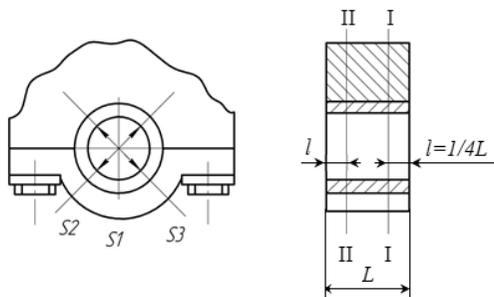


Рисунок 1 – Расположение сечений и плоскостей при оценке закона распределения действительных диаметров коренных опор в сборе с вкладышами коленчатого вала

В качестве контрольно-измерительного прибора использовался нутромер индикаторный повышенной точности 100-160 0,001 МИК (с головкой Микрон) с диапазоном 100...160 мм. Погрешность измерения, согласно паспортным данным, составила $\pm 4,5$ мкм. Метрологические характеристики нутромера представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики нутромера индикаторного повышенной точности 100-160 0,001 МИК

Измеряемый параметр	Средство измерения	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мкм	Погрешность измерения, мкм
Диаметр коренной опоры двигателя ЯМЗ	Нутромер индикаторный 100-160 0,001 МИК	100-160	1	$\pm 4,5$

Блоки цилиндров и контрольно-измерительный прибор выдерживали перед началом измерения три часа с целью снижения погрешности измерения от влияния температурного фактора. Все дефектуемые поверхности коренных опор были тщательно очищены ветошью.

Коренная шейка двигателя ЯМЗ-238 имеет следующий номинальный размер с отклонениями – $116^{+0,021}$, при этом допуск составляет 21 мкм, а допустимые без ремонта размеры не нормируются, т.е. опора будет забракована при выходе за границу поля допуска в случае нарушения условия $D > 116,021$ мм.

Для построения гистограммы была произведена дефектация отверстий коренных опор 20 блоков дизелей ЯМЗ-238, пришедших в ремонт. В каждом блоке продефектовано по 5 опор. В результате дефектации в двух плоскостях и двух сечениях из полученных величин выбирали наибольшее значение и строили вариационный ряд.

Результаты контроля отражены на рисунке 2. Данные по результатам расчетов приведены в таблице 2, откуда видно, что имеет место неисправимый брак, который составляет 8,25 %.

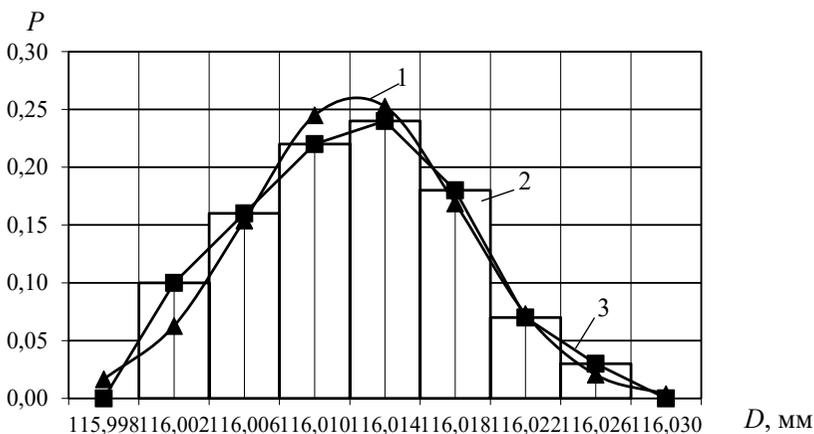


Рисунок 2 – Рассеяние размеров отверстий коренных опор двигателя ЯМЗ-238 $D=116^{+0,021}$ мм:

1 – теоретическая кривая; 2 – гистограмма; 3 – полигон

Таблица 2 – Статистические параметры исследуемого распределения рассеяния размеров отверстий коренных опор двигателя ЯМЗ

№ п/п	Параметр	Обозначение	Значение
1	Вероятность согласия	P	95 %
2	Количество измерений	n	100
3	Среднее арифметическое значение ряда наблюдений	\bar{X}	29,9243 мм
4	Среднеквадратическое отклонение	$S_{\bar{X}}$	0,00406 мм

Использование гистограммы для анализа результатов дефектации коренных опор двигателей ЯМЗ показало, что в результате дефектации коренных опор 20 блоков цилиндров выявлено, что годными являются 92 % опор, а 8 % опор больше предельного размера, что является браком. При этом забракуется пять блоков цилиндров, у которых выявлены опоры с нарушением границы наибольшего размера $D > 116,021$ мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.
3. Лебедев, А. Т. Совершенствования методов оперативного управления надежностью технических систем в АПК / А. Т. Лебедев, А. А. Серегин, А. Г. Арженовский // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 1. – С. 71-76.
4. Патент № 2612950 С Российская Федерация, МПК G01L 5/13. Способ определения силы сопротивления рабочих машин : № 2015152717 : заявл. 08.12.2015 : опубл. 14.03.2017 / А. Г. Арженовский, С. В. Асатуриян, И. И. Чичилов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).
5. Арженовский, А. Г. Методы определения энергетических и топливно-экономических показателей машинно-тракторных агрегатов / А. Г. Арженовский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 6. – С. 36-40.
6. Operational Management of Reliability of Technical Systems in the Agro-Industrial Complex / А. Т. Lebedev, А. Arzhenovskiy, V. V. Zhurba [et al.] // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021» : Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24-26 февраля 2021 года. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 79-87. – DOI 10.1007/978-3-030-81619-3_9.
7. Арженовский, А. Г. Метод получения тяговой характеристики трактора в эксплуатационных условиях / А. Г. Арженовский, Д. С. Козлов, Н. А. Петрищев // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – Т. 12, № 5. – С. 25-30. – DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-5-25-30.
8. Дидманидзе, О. Н. Исследования показателей тепловыделения газовых двигателей / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хахимов // Записки Горного института. – 2018. – Т. 229. – С. 50-55. – DOI 10.25515/PMI.2018.1.50.
9. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
10. Теоретические основы выбора рациональных способов восстановления деталей / Г. И. Бондарев [и др.] // Сельский механизатор. – 2019. – № 5. – С. 38-39.

11. Голиницкий, П. В. Разработка процедуры управления внутренней документацией для промышленного предприятия / П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Компетентность. – 2018. – № 7(158). – С. 20-25.

12. Шкаруба Н. Ж. Современные организационные подходы к метрологическому обеспечению ремонтного производства / Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2013. – № 3(59). – С. 41-44.

13. Леонов, О. А. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Трение и износ. – 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327-334.

14. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.

Об авторе:

Зимогорский Владислав Кириллович, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), zimogorskiy@rgau-msha.ru.

About the author:

Vladislav K. Zimogorsky, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), zimogorskiy@rgau-msha.ru.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Я. К. Зимогорский

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлен результат анализа информации о состоянии материально-технического обеспечения АПК, обозначена важность оценки уровня качества для развития отрасли, рассмотрены методы определения уровня качества однородной продукции, определены оптимальные показатели для оценки уровня качества технологического оборудования.

Ключевые слова: технологическое оборудование, уровень качества, технический уровень, дифференциальный метод, однородная продукция.

ANALYSIS OF EXISTING METHODS OF ASSESSING THE QUALITY OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Ya. K. Zimogorsky

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of the analysis of information on the state of material and technical support of the agro-industrial complex, identifies the importance of assessing the level of quality for the development of the industry, considers methods for determining the level of quality of homogeneous products, and determines optimal indicators for assessing the level of quality of technological equipment.

Keywords: technological equipment, quality level, technical level, differential method, homogeneous products.

Развитие машиностроительного производства приводит к тому, что оно определяется точностью производства [1-3], запас материалов на износ приводит к занижению допусков размеров, отклонений формы и расположения поверхностей, посадки создаются на базе низких квалитетов, как с зазором [4, 5], так и с натягом [6, 7], что требует применения средств измерений с погрешностью, удовлетворяющей требованиям выбора [8, 9].

По данным машиностроительных станций Ростехнадзора и министерства сельского хозяйства РФ, 85,6 % сельскохозяйственных машин имеют отклонения от требований технических условий. Этот факт

говорит о необходимости более строгого контроля качества производства и использования техники. Важно отметить, что 34,1 % сельскохозяйственных машин не соответствуют основным эксплуатационным показателям, что часто связано с производственными дефектами.

Одно из основных направлений технического прогресса – это повышение качества, надежности и долговечности машин. Это означает, что для усовершенствования техники необходимо строгое соблюдение норм взаимозаменяемости и применение новейших технологий и методов контроля. Согласно данным приемочных испытаний, у 65...70 % машин выявлены конструкторские недостатки, что подчеркивает важность постоянного совершенствования производства и проектирования техники [10-12].

Анализ показал, что более 90 % отказов машин обусловлены именно производственными дефектами. Это свидетельствует о необходимости улучшения производственных процессов и контроля за качеством выпускаемой техники. В целом, дальнейшее развитие отрасли машиностроения требует комплексного подхода к проблеме повышения качества и надежности машин [12].

Для эффективного функционирования сельскохозяйственных предприятий крайне важно обеспечить их материально-техническими ресурсами. Однако, по данным предприятий материально-технического обеспечения АПК, запасные детали, необходимые для восстановления изношенной сельскохозяйственной техники, часто поступают с нарушением установленных требований. Интересно, что практика показывает, что до 45 % запасных деталей приходят на сельскохозяйственное предприятие уже с дефектами и браком.

Для более точной оценки технического уровня и качества продукции применяются различные методы, среди которых основными считаются дифференциальный, комплексный и смешанный методы. В рамках дифференциального метода осуществляется выбор одноименных показателей базового и оцениваемого образцов, после чего значения этих показателей сравниваются для определения отличий от базового значения. Этот метод позволяет более точно определить качество и соответствие продукции установленным стандартам [12-14].

Относительные показатели качества станков определяют по формулам [12]:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{i6}}, \quad (1)$$

$$q_i' = \frac{P_{i6}}{P_i}, \quad i=1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

где P_i – значение i -го параметра, характеризующего изделие; P_{i6} – базовое значение i -го параметра, характеризующего изделие; n – количество оцениваемых параметра характеризующего изделие.

При решении вопросов о выборе между двумя зависимостями, предпочтение следует отдавать той, при которой увеличение показателя качества соответствует росту технического уровня продукции. Это позволяет обеспечить более эффективное использование ресурсов и повышение конкурентоспособности продукции на рынке.

Интегральный показатель качества является ключевым показателем эффективности производства и потребления продукции, так как он отражает соотношение между полезным эффектом и затратами на создание и эксплуатацию продукции. Чем выше значение интегрального показателя качества, тем более эффективно используются ресурсы и тем выше уровень конкурентоспособности продукции. Важно учитывать этот показатель при принятии решений о развитии и оптимизации производства. Интегральный показатель качества определяется по выражению [12]:

$$I_k = \frac{P}{3_c + 3_{\varphi}(t)}, \quad (3)$$

Интегральный показатель качества может быть рассчитан на основе зависимости, если учитывать суммарные капитальные и эксплуатационные затраты на создание и эксплуатацию продукции за весь срок её службы, а также учитывать поправочный коэффициент, зависящий от срока службы продукции. В данном случае, при постоянстве показателя производительности по годам и увеличении ежегодных эксплуатационных издержек, можно определить интегральный показатель качества как суммарный полезный эффект от эксплуатации продукции за весь срок её службы, выраженный в натуральных единицах [12]:

$$I_k = \frac{P_1 t}{3_c + 3_{\varphi} [(1 + E)^t - 1] / E}, \quad (4)$$

Оценка качества продукции является результатом совместного использования комплексных методов и дифференциального подхода, что формирует основу смешанного метода.

Комплексный показатель качества определяется из отношения [12]:

$$J = \frac{I_{кн}}{I_{кб}}, \quad (5)$$

где $I_{кн}$ и $I_{кб}$ – соответственно интегральные показатели оцениваемой и базовой техники.

Интегральный показатель качества падает с увеличением удельных затрат на одну единицу полезного эффекта, если посмотреть с другой стороны [12]:

$$I_k = 3^{-1}, \quad (6)$$

Новый образец считают лучше базового при $J > 1$.

Используя интегральный показатель качества [12] или стоимостные и параметрические методы, можно определить наилучший уровень качества оборудования и процессов [12].

Для оценки эффективности оборудования в процессе производства необходимо учитывать различные параметры, которые оказывают влияние на общий результат и экономическую выгоду:

1) Номенклатура затрачиваемых ресурсов – отражают степень технической оснащённости предприятия, загрузки оборудования, рациональность использования материально-сырьевых, топливно-энергетических ресурсов;

2) Производительность оборудования – это количество продукции или деталей, которое оборудование способно произвести за определённый период времени;

3) Стоимость оборудования – при оценке стоимости оборудования используют затратный, сравнительный и доходный методы. Затратный метод подразумевает анализ затрат, которые нужны для восстановления или замены оборудования, при этом учитывается степень износа объекта. Сравнительный вариант подразумевает сопоставление параметров оборудования с теми ресурсами на рынке, у которых есть идентичные или аналогичные показатели. Доходный метод базируется на ожидаемом доходе от оцениваемого объекта, при этом во внимание берётся несколько будущих лет непрерывной работы механизма;

4) Затраты на техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р). Своевременное, регулярное и качественное техническое обслуживание устройства важно для его долговечности;

5) Стабильность технологического процесса производства демонстрируется, если потери от брака совпадают по уровню дефектности и браку между партиями и равны общей дефектности и браку в производимой продукции за определённый период времени. Если эти уровни ниже установленных норм, то можно считать, что технологический процесс достаточно точен. Из анализа результатов можно сделать

вывод о пригодности технологического процесса для использования, путях улучшения процесса и направлениях для новых разработок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Изд-во «Триада», 2020. – 232 с.
3. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
4. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.
5. Леонов, О. А. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Трение и износ. – 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327-334.
6. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2022. – № 6. – С. 65-71.
7. Расчет посадок соединений упругих втулочно-пальцевых муфт с валами / О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 2. – С. 96-101.
8. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27.
9. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45.
10. Инструментальный контроль дефектов коренных опор блока цилиндров / О. А. Леонов [и др.] // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 65-70.
11. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 5. – С. 421-426.
12. Methodology for Assessing the Efficiency of Measures for the Operational Management of the Technical Systems' Reliability / A. T. Lebedev, A. G. Arzhenovskiy, Ye. A. Chayka [et al.] // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021»: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24-26 февраля 2021 года. Vol. 246. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 13-20. – DOI 10.1007/978-3-030-81619-3_2.
13. Лазарь, В. В. Методика оценки качества процесса финишной обработки гильз цилиндров при ремонте двигателей : специальность 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса : диссертация на

соискание ученой степени кандидата технических наук / Лазарь Вера Владимировна. – Рязань, 2024. – 145 с.

14. Назаров, И. В. Мембранный пресс для отжима виноградной мезги / И. В. Назаров, Н. Н. Белоусова, Т. Н. Толстоухова // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 3. – С. 36-41. – DOI 10.34286/1995-4646-2019-66-3-36-41.

Об авторе:

Зимогорский Ярослав Кириллович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), zimogorskij@rgau-msha.ru.

About the author:

Yaroslav K. Zimogorsky, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), zimogorskij@rgau-msha.ru.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КРЕСТОВЫХ НОЖЕЙ В МЯСОПЕРЕРАБОТКЕ

И. С. Козыренко

Научный руководитель – С. П. Казанцев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Проведен анализ состояния вопроса по решению проблемы повышения износостойкости режущих элементов мясоперерабатывающих волчков. Разработана технология модернизации крестовых ножей упрочненными ремонтными вставками.*

***Ключевые слова:** крестовые ножи, восстановление, упрочнение, вставка, технология, борирование, износостойкость.*

RESTORATION AND STRENGTHENING OF THE CUTTING ELEMENTS OF CROSS KNIVES IN MEAT PROCESSING

I. S. Kozyrenkov

Scientific advisor – S. P. Kazantsev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The analysis of the state of the issue on solving the problem of increasing the wear resistance of cutting elements of meat-processing tops is carried out. The technology of modernization of cross knives with reinforced repair inserts has been developed.*

***Keywords:** cross knives, restoration, hardening, insertion, technology, boration, wear resistance.*

Повышение качества выпускаемой продукции и уменьшение издержек производства мясоперерабатывающих предприятий является актуальной задачей. Проблема повышения износостойкости режущих элементов промышленных мясорубок требует своего решения.

Износ и притупление режущих поверхностей ножей и решет приводит к нагреву и ухудшению качества мясного фарша и различных полуфабрикатов. Кроме того, возрастает сопротивление резанию и, как следствие, увеличивается расход электроэнергии в приводе мясоперерабатывающего волчка.

Поэтому возникает необходимость ежесменной переточки (шлифования) ножей и решеток, что приводит к их преждевременной выбраковке.

Высокие цены на мясоперерабатывающее оборудование таких производителей как WolfKing, Fessmann, Компо, АМ2С, Nadratowski, К+G Wetter и других, вынуждают решать и проблему импортозамещения запасных частей.

Целесообразность восстановления и упрочнения режущих элементов промышленных мясорубок рассмотрена в работах [1-3].

Известны способы повышения износо- и коррозионной стойкости деталей машин блока за счет применения высоколегированных инструментальных сталей или путем нанесения покрытий на основе карбидов и нитридов тугоплавких металлов.

Данные способы применительно к мясопереработке имеют существенный и неустраняемый недостаток. Продукты износа инструмента из таких сталей содержат легирующие металлы – хром, никель и др., которые попадают в мясной фарш. Тяжелые металлы, попадая в организм человека, полностью из него не выводятся.

Перспективным методом упрочнения режущих элементов в мясопереработке является диффузионное борирование. Бор является не металлом, а металлоидом и поэтому не представляет опасности для здоровья человека.

На кафедре сопротивления материалов и деталей машин РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева разработана технологии получения упрочняющих покрытий на стальных деталях на основе боридов железа [6].

Нами предлагается технология восстановления крестовых ножей с помощью ремонтных режущих вставок (пластин), подвергнутых диффузионному борированию.

Конструкция предлагаемых вставок показана на рисунке 1. Материал для изготовления вставок – сталь инструментальная углеродистая У7 ГОСТ 1435-99.

Структурная схема новой технологии представлена на рисунке 2.

Последовательность операций при восстановлении ножей следующая. В начале производится отпуск изношенных ножей, затем механическая обработка посадочных поверхностей под ремонтные вставки, сверление глухих отверстий и нарезание резьбы для крепления вставок и последующая закалка с отпуском до твердости 42...45 НRC.

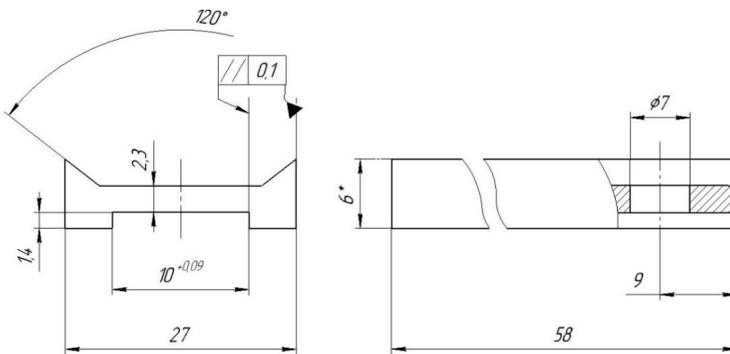


Рисунок 1 – Вставка ремонтная для крестовых ножей

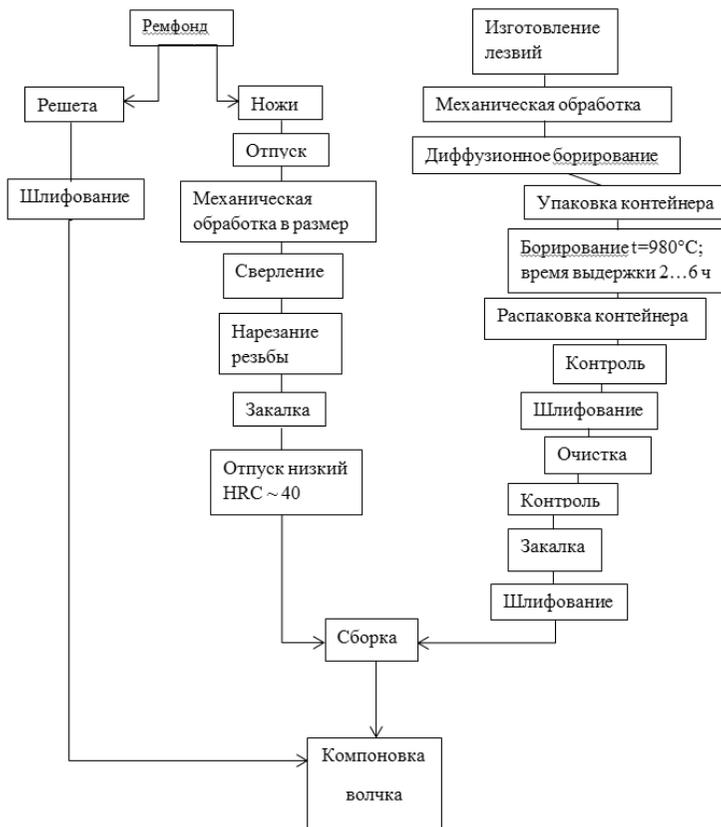


Рисунок 2 – Структурная схема технологии восстановления и упрочнения крестовых ножей ремонтными вставками

Диффузионное борирование вставок (сталь У7) и серийных решеток проводится в электропечи с окислительной атмосферой в контейнерах с плавким затвором. В состав смеси входят порошки карбида бора и оксида алюминия. Температура процесса 980 °С, время выдержки 4 ч. Закалка деталей производится в соляной ванне до твердости 52...56 HRC. После закалки для снятия внутренних напряжений производится низкий отпуск. Шлифование по плоскостям прилегания производится для ножей (в сборе с вставками) и решеток на обычных режимах.

Заключение

1. Наиболее перспективным методом восстановления крестовых ножей является применение ремонтных вставок из стали У7 с последующим упрочнением диффузионным борированием.
2. Разработана структурная схема технологии восстановления крестовых ножей мясоперерабатывающих волчков.
3. Борирование позволит значительно увеличить износостойкость режущих вставок ножей. Необходимо провести производственные испытания опытных образцов волчков с упрочненными ремонтными вставками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Целесообразность восстановления и пути повышения ресурса режущего инструмента промышленных мясорубок / Ф. Я. Рудик, С. А. Богатырев, Л. Ю. Скрябина, В. П. Лялякин // Труды ГОСНИТИ. – 2014. – Т. 115. – С. 128-133.
2. Чеха, О. В. Применение изношенных ножей в процессе переработки / О. В. Чеха // Аспирант и соискатель. – 2023. – №4. – С. 67-71.
3. Чеха, О. В. Боросилицирование и влияние процесса на характеристики поверхностного слоя элементов резания промышленных мясорубок / О. В. Чеха // Нанотехнологии: наука и производство. – 2024. – № 4. – С. 64-69.
4. Ерохин, М. Н. Применение карбонильного хрома для получения упрочняющих покрытий на деталях сельскохозяйственной техники / М. Н. Ерохин, Н. Н. Чупятов, С. П. Казанцев // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Белорусского государственного аграрного технического университета и памяти первого ректора БИМСХ (БГАТУ) д-ра техн. наук, проф. В. П. Сулова, Минск, 04-06 июня 2014 года. – Минск : Белорусский государственный аграрный технический университет, 2014. – С. 275-278.
5. Казанцев, С. П. Новая технология получения комбинированных диффузионных покрытий / С. П. Казанцев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2003. – № 7. – С. 30-32.

6. Казанцев, С. П. Восстановление плунжерных пар топливных насосов распределительного типа диффузионным хромонитридными покрытиями : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / С. П. Казанцев. – Москва, 1988. – 142 с.

7. Казанцев, С. П. Разработка комбинированной технологии получения железоборидных покрытий при восстановлении и упрочнении деталей сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Казанцев Сергей Павлович. – Москва, 2006. – 301 с.

8. Технический сервис дизельной топливной аппаратуры / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. М. Корнеев, Д. И. Петровский. – М. : ООО «Издательство «Триада», 2003. – 108 с.

9. Псюкало, С. П. Восстановление плунжерных пар методом избирательного переноса / С. П. Псюкало, В. А. Луханин, А. Г. Сергиенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 3. – С. 20-22.

10. Harvesting of mixed crops by axial rotary combines / N. Aldoshin, O. Didmanidze, B. Mirzayev, F. Mamatov // TAE 2019 - Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2019, Prague, 17–20 сентября 2019 года. – Prague: Czech University of Life Sciences Prague, 2019. – P. 20-25.

Об авторах:

Козыренков Иван Станиславович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), i.Kozyrenkov596@yandex.ru.

Научный руководитель – Казанцев Сергей Павлович, заведующий кафедрой «Сопrotивление материалов и детали машин» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, профессор, kspts@bk.ru.

About the authors:

Ivan S. Kozyrenkov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), i.Kozyrenkov596@yandex.ru.

Scientific advisor – Sergey P. Kazantsev, Head of the Department of Materials Resistance and Machine Parts, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, kspts@bk.ru.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОБАТАРЕИ НА ПРИМЕРЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ELITHION LITHIUMATE

А. А. Кривашеев, Т. В. Меркелова

Научный руководитель – А. В. Куриленко

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация: В данной статье были рассмотрены различные аспекты системы управления батареей BMS Elithion Lithiumate для электротранспорта и крупномасштабных накопителей энергии. Были изучены компоненты и топология BMS, функциональные возможности, тестирование и качество, и были предложены рекомендации по улучшению данной программы.

Ключевые слова: *электромобиль, BMS, SOC, SOH, состояние заряда, степень работоспособности аккумулятора.*

DIAGNOSING THE STATE OF AN ELECTRIC BATTERY USING THE ELITHION LITHIUMATE APPLICATION

A. A. Krivasheev, T. V. Merkelova

Scientific advisor – A. V. Kurilenko

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. *This paper reviewed various aspects of the Elithion Lithiumate BMS battery management system for electric vehicles and large-scale energy storage. The BMS components and topology, functionality, testing and quality were studied, and recommendations for improving the program were proposed.*

Keywords: *electric vehicle, BMS, SOC, SOH, state of charge, battery health.*

BMS Elithion Lithiumate – это распределенная система, в которой на каждой батарее установлены платы ячеек, которые отправляют показания напряжения и температуры на блок контроллера. Эти платы могут сбалансировать ячейку, подавая на неё внутренний ток 0,5 А до тех пор, пока он не сравняется с зарядом ячеек с меньшим зарядом в блоке. Elithion BMS может управлять CAN-шиной, управлять контакторами, реле, включать сигнальные лампы, зуммеры, управлять зарядными устройствами аккумуляторов тремя различными способами, контролировать максимальный разряд, оценить SOH и SOC (состояние заряда) и т.д. При проверке состояния электробатареи основными

параметрами состояния являются: напряжение, выдаваемое электробатарей (а также на ячейках), температура на ячейках, количество циклов заряда-разряда, сила тока в цепи, SOC, SOH.

Такие параметры как напряжение, температура, количество циклов заряда-разряда, сила тока в цепи, не требуют различных способов вычисления и их можно получить напрямую, сняв с электробатареи, или используя BMS контроллер, который отображает показатели через специальное приложение.

Касательно таких параметров как SOC и SOH дела обстоят совсем по-другому.

State of Health (буквально состояние здоровья, так же SOH, может быть переведено как степень работоспособности аккумулятора) – это величина, отражающая текущее состояние аккумулятора (или аккумуляторной ячейки, или аккумуляторной батареи) по сравнению с его идеальным состоянием. Единицами измерения SOH являются проценты [3].

Поскольку SOH не соответствует напрямую никакому физическому параметру, не существует общепотребительного метода определения SOH. Разработчики могут использовать как по отдельности, так и комбинации (например, с помощью использования весовых коэффициентов) следующих параметров:

- выходное сопротивление аккумулятора/импеданс/проводимость,
- величину разрядной ёмкости аккумулятора/полной ёмкости,
- величину саморазряда,
- величину разрядной ёмкости аккумулятора,
- количество циклов заряда-разряда.

Состояние заряда (SoC) количественно определяет оставшуюся емкость аккумулятора в данный момент времени и в зависимости от данного состояния старения. Обычно выражается в процентах (0 % = пусто; 100 % = заполнено). Альтернативной формой той же меры является глубина разряда (DoD), рассчитываемая как $1 - \text{SoC}$ (100 % = пустой; 0 % = полный). Это относится к количеству заряда, который может быть израсходован, если элемент полностью разряжен. Состояние заряда обычно используется при обсуждении текущего состояния используемой батареи, тогда как глубина разряда чаще всего используется для обсуждения постоянного изменения состояния заряда во время повторяющихся циклов.

Обычно SoC нельзя измерить напрямую, но его можно оценить на основе переменных прямого измерения двумя способами: оффлайн и онлайн. В автономных методах батарея должна заряжаться и разряжаться с постоянной скоростью, например, при счете Кулона. Этот метод дает точную оценку SoC батареи, но он занимает много времени, является дорогостоящим и нарушает работу основной батареи. Поэтому исследователи ищут некоторые онлайн-методы. В целом существует пять методов косвенного определения SoC:

- химический;
- напряжение;
- текущая интеграция;
- фильтрация Калмана;
- давление.

При использовании приложения, во время проведения эксперимента, а также анализа инструкции по эксплуатации Elithion Lithiumate Pro были проведены анализы по способам диагностирования параметров SOC и SOH. В ходе анализа и полученных данных по параметру SOH, было выявлено, что приложение выдает процент по данному показателю, используя метод анализа сопротивления на батарее. Такой метод не дает точной информации по состоянию батареи и требует доработки.

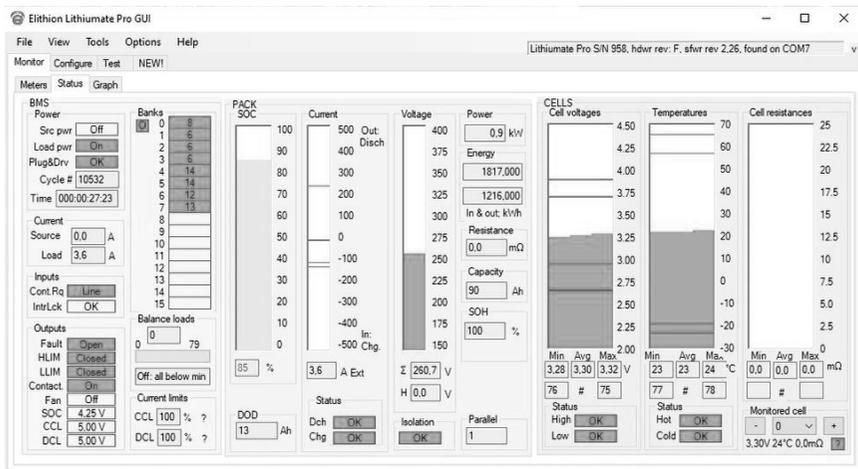


Рисунок 1 – Интерфейс программы

Показатель SOH не имеет линейного снижения или увеличения показателя, в связи с изменением сопротивления в цепи из-за

необходимости в различных режимах работы двигателя, что не дает точной информации о состоянии здоровья батареи, вводит в заблуждение и может привести к неправильной диагностике аккумуляторной батареи. Это, в свою очередь, может привести к неправильной эксплуатации электробатареи и излишним тратам. Данные последствия могут стать причиной более быстрого износа батареи и выхода её из строя, что является большой проблемой для владельцев электромобилей.

Что касается параметра SOC, то он является линейным и вычисляться с помощью напряжения в цепи. Показатель точен и не вводит в заблуждение о состоянии батареи.

Данный анализ позволяет сделать вывод в необходимости доработки системы анализа показателя SOH, так как он является одним из ключевых при диагностике электробатареи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Википедия. Показатель SOC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.m.wikipedia.org/wiki/State_of_charge.
2. BMS Elithion Lithiumate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electric.lynnautorepair.com/2011/08/01/bms-elithion-lithiumate-installed>.
3. Википедия. Показатель SOH [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/State_of_Health.
4. Руководство по Lithiumate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lithiumate.elithion.com/php/gui.php>.
5. Меркелова, Т. В. Анализ развития системы управления аккумулятором электромобилей / Т. В. Меркелова, А. В. Куриленко // Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Москва, 2023. – С. 102-106.
6. Повышение надежности и эффективности электростартерного пуска двигателей внутреннего сгорания при использовании UltraCap / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, Д. Г. Асадов, Г. Н. Смирнов // Объединенный научный журнал. – 2005. – № 1. – С. 42-48.
7. Экспериментальные исследования функциональных характеристик тяговых аккумуляторов гелевого типа / О. Н. Дидманидзе, Р. С. Федоткин, В. А. Крючков, Т. В. Меркелова // Наука в центральной России. – 2023. – № 5(65). – С. 36-45.
8. Глобин, А. Н. Инженерное творчество : Учебное пособие / А. Н. Глобин, Т. Н. Толстоухова, А. И. Удовкин. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 108 с.
9. Шамаева, А. О. Анализ типоразмерного ряда тяговых батарей электромобилей / А. О. Шамаева, А. С. Гузалов, Н. Н. Пуляев // Чтения академика В. Н.

Болтинского, Москва, 25-26 января 2023 года. Том 2. – М. : ООО «Сам полиграфист», 2023. – С. 392-397.

10. Дидманидзе, О. Н. Пути развития транспортных энергоустановок / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов. – М. : ООО «Триада», 2006. – 64 с. – ISBN 5-9546-0035-X.

Об авторах:

Кривашеев Александр Алексеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Меркелова Татьяна Валерьевна, соискатель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Куриленко Алексей Викторович, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), a.kurilenko@rgau-msha.ru.

About the authors:

Alexander A. Krivasheev, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Tat'yana V. Merkelova, applicant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Alexey V. Kurilenko, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), a.kurilenko@rgau-msha.ru.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА НА КОЛЕСЕ

Н. С. Кривых

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Введён новый показатель, названный фактором буксования, в качестве параметра, который связывает коэффициент буксования с различным коэффициентом сцепления, присущий различным агрофонам, и служит в качестве величины для перехода электропривода в другой режим работы. Проведены тяговые испытания на тракторе при различных опорных поверхностях. В ходе расчётного исследования были установлены значения фактора буксования для трактора МТЗ-82.1 для различных агрофонов при прочих равных условиях и составляет: 0,71 для поля под посев, 0,86 для стерни, 1,19 для залежи и 1,74 для асфальтового покрытия. Для понимания реальной ситуации с работой колеса было проведено экспериментальное исследование, при этом измерялся крутящий момент на колесе при помощи специального фиксирующего устройства. В ходе эксперимента получены значения углового смещения вала на величину 0,2 градуса при касательной силе тяги на колесе 3кН.

Ключевые слова: электротрактор, буксование, циркуляция мощности, индивидуальный привод, управление приводом колеса.

THE METHOD OF DETERMINING THE TORQUE ON THE WHEEL

N. S. Krivykh

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. A new indicator, called the slip factor, has been introduced as a parameter that connects the slip coefficient with a different coefficient of adhesion inherent in different agrophones, and serves as a value for switching the electric drive to another operating mode. Traction tests were carried out on a tractor with various support surfaces. During the calculation study, the values of the slipping factor for the MTZ-82.1 tractor for various agricultural zones were established, all other things being equal, and are: 0,71 for a field for sowing, 0,86 for stubble, 1,19 for deposits and 1,74 for asphalt pavement. To understand the real situation with the operation of the wheel, an experimental study was conducted, while the torque on the wheel was measured using a special locking device. During the experiment, the values of the angular displacement of the shaft by 0,2 degrees with a tangential thrust force on the 3kN wheel were obtained.

Keywords: *electric tractor, slipping, power circulation, individual drive, wheel drive control.*

Основной фактор, определяющий эффективность работы и производительность тракторов, – это взаимодействие колёс с опорной поверхностью [1]. Чтобы обеспечить оптимальный режим взаимодействия двигателя с почвой, можно применять электрический привод благодаря его высокой скорости реакции, гибкости управления и широкому рабочему диапазону. Тем не менее, в реальных условиях колёса трактора функционируют в неодинаковых условиях, и при заблокированном дифференциале их угловые скорости выравниваются, хотя пройденный путь остаётся разным. Это вызывает пробуксовку одного колеса и торможение другого, что ведёт к кинематическому несоответствию, потере мощности и дополнительной нагрузке на трансмиссию [2].

Существуют различные методы повышения тягово-сцепных свойств:

- балластировка: увеличивает массу машины и, соответственно, силу тяги, но одновременно усиливает давление на грунт [3];
- перераспределение веса орудия на колёса через гидравлику: требует затрат энергии на работу гидросистемы;
- установка сдвоенных колёс: расширяет площадь контакта с поверхностью, но увеличивает сопротивление качению;
- управление дифференциалом: частичная компенсация потерь возможна при своевременном включении/выключении блокировки, но полное устранение недостатков невозможно из-за возникновения кинематического рассогласования и перераспределения мощности между колёсами [4].

Индивидуальный привод колёс и гибкая система управления ими пока ещё не получили массового распространения. Были разработаны лишь экспериментальные модели, и продолжаются исследования в этой области, но окончательной версии такой системы пока нет [5, 6]. Увеличенное буксование снижает тяговый КПД трактора, поскольку часть энергии тратится на трение и деформацию колеса. Современные технологии позволяют управлять ведущими колёсами с использованием электрического привода, что помогает исключить дифференциал, минимизировать буксование и оптимизировать нагрузку на каждое колесо. Для оценки буксования применяются разные подходы [7, 8]. Один из методов основан на анализе кратковременного ускорения

колеса и учёте момента инерции системы для оценки сцепления с поверхностью. Динамика колеса меняется в зависимости от условий сцепления, что даёт возможность оценивать эти условия [9]. Новый параметр, названный коэффициентом буксования, помогает учитывать характеристики буксования на различных почвах. Крутящий момент на колесе может определяться измерением потребляемого тока электроприводом. Исходя из величины крутящего момента и касательной силы тяги можно приблизительно оценить степень буксования. При работе машины буксование всегда присутствует и возрастает с увеличением нагрузки вплоть до достижения максимальной тяги. Затем, когда достигнута предельная сила тяги, возникает деформация грунта или шины, переходящая в состояние скольжения. Моделирование буксования можно представить как комбинацию двух фаз: до и после начала скольжения. Для первой фазы подходит квадратичное уравнение регрессии, а для второго – функция на основе гиперболы. В результате характеристика буксования будет иметь следующий вид:

$$\delta = a_p P_{кр} + b_p P_{кр}^2 + \frac{R}{P_{крп} - P_{кр}} - \frac{R}{P_{крп}} \quad (1)$$

где: a_p и b_p – расчётные коэффициенты, зависящие от условий буксования (почвенный фон, износ протектора и т.д.); R – коэффициент плавности перехода от силы трения покоя к силе трения скольжения; $P_{кр}$ – усилие трактора на крюке; $P_{крп}$ – предельное усилие трактора на крюке при неизменных условиях тягово-сцепных свойств.

В свою очередь, предельная сила на крюке, определяемая переходом от силы трения покоя к силе трения качения, которая в реальных условиях соответствует силе при срыве пласта почвы, упрощённо определяется по следующей зависимости:

$$P_{крп} = \sqrt{\frac{\delta_{пр}}{a_p} + \left(\frac{b_p}{2a_p}\right)^2} - \frac{b_p}{2a_p}, \quad (2)$$

где: $\delta_{пр}$ – буксование при предельной силе тяги на крюке трактора.

Характеристика буксования трактора обычно определяется при неизменных условиях работы, которые в приведенном уравнении описываются коэффициентами a_p и b_p . Для определения буксования при изменении других факторов удобно использовать зависимость, которая будет характеризовать тенденцию изменения линии буксования. Для этого необходимо задать параметр, который связан со значением буксования при определенном режиме работы. Условно этот параметр

был назван фактором буксования F_6 , который определяет условия изменения коэффициентов $a_p = f(F_6)$ и $b_p = f(F_6)$.

Коэффициенты a_p и b_p определяются эмпирическим путём в ходе работы трактора на различных режимах работы и дальнейшее построение характеристики буксования осуществляется по ним. Эти коэффициенты будут зависеть от множества факторов, в том числе от типа агрофона, рисунка протектора, геометрии колеса, влажности, упругости почвы и т.д. Но для конкретного поля и трактора, а также некоторых других условий эти коэффициенты будут близки к постоянству, а значит ими удобно оперировать в текущих условиях. При этом трактору достаточно начать выполнение работы и при переходных процессах они определяются автоматически посредством электронных систем, содержащих в себе алгоритм управления колесом. Определив показания с нескольких колес, определение параметров становится более достоверным.

Для понимания протекания процессов на колёсах трактора в реальных условиях было проведено экспериментальное исследование. Прежде чем осуществлять реализацию полноценного электропривода колеса с электронным управлением, было принято решение об анализе процессов на механической системе привода колёс, поэтому в основе объекта исследования выбран трактор МТЗ-82.1.

Для определения характера изменения момента на колесе, паразитной мощности и других потерь на колесе предлагается использовать следующую установку (рисунок 1).

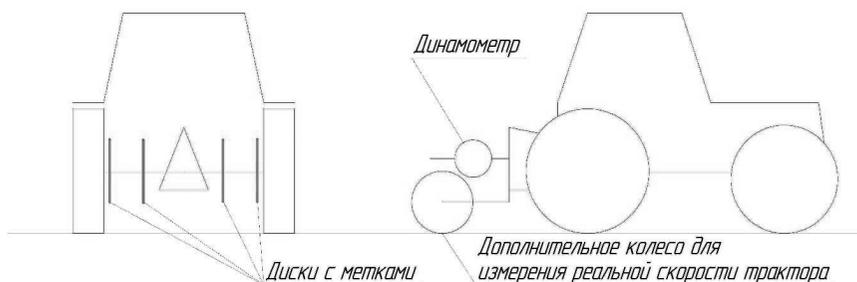


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки на тракторе

Она состоит из дисков с метками, установленных на выходных валах заднего моста трактора, датчиков, считывающих эти метки, динамометра для определения нагрузки на крюке, и дополнительного

колеса для измерения реальной скорости трактора (рисунок 2) по известным методикам.



Рисунок 2 – Вид экспериментальной установки на тракторе МТЗ-82.1:

Расположение оптических датчиков с метками на мосту (левый верхний), на валу, детальный вид (правый), дополнительное колесо с датчиком для измерения реальной скорости трактора (левый нижний)

Каждый диск диаметром 480 мм имеет 400 меток, что обеспечивает точность поворота в 0,9 градуса. Это позволяет точно измерять частоту вращения колёс. Два диска, установленные на одном валу колеса, могут использоваться для измерения крутящего момента по углу скручивания вала, так как они фиксируют относительный поворот друг относительно друга. Для замеров реального пройденного пути применяется дополнительное колесо, расположенное сзади трактора. Тяговое усилие измерялось цифровым тензометрическим динамометром с максимальным значением 10 кН, что соответствует требованиям текущих задач. Перед проведением испытаний оборудование было откалибровано на тормозном стенде, затем тесты выполнялись в полевых условиях на различных типах почвы. Во время тестов трактор нагружали прицепными устройствами, чтобы создавать необходимую тягу. Анализируя экспериментальные данные о буксовании трактора МТЗ-82.1 на разных типах почв, были определены коэффициенты a_p (рисунок 3) и b_p (рисунок 4). Результаты показывают, что при увеличении мягкости почвы и снижении коэффициента F_6 , значения этих

коэффициентов возрастают. Максимальная сила тяги на крюке также изменяется в зависимости от условий сцепления колеса с поверхностью и может быть рассчитана исходя из соответствующего уровня буксования.

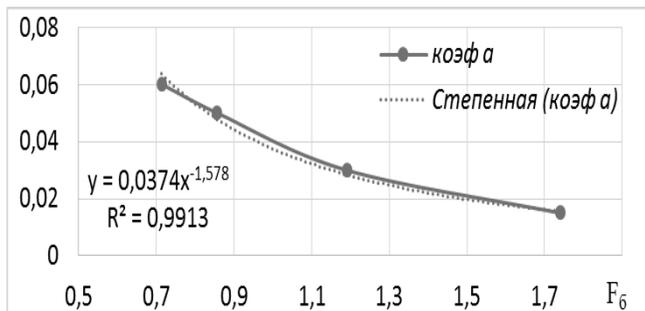


Рисунок 3 – Аппроксимация зависимости изменения коэффициентов a на различном агрофоне трактора МТЗ-82.1

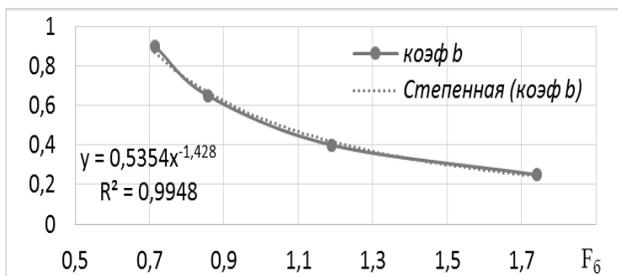


Рисунок 4 – Аппроксимация зависимости изменения коэффициентов b на различном агрофоне трактора МТЗ-82.1

Фактор буксования удобно привязать к допустимому буксованию при номинальном тяговом усилии, так как этот параметр для тракторов регламентируется. Фактор буксования можно определить как отношение тягового усилия, при котором буксование соответствует допустимому значению, к номинальному тяговому усилию трактора на крюке: $F_6 = P_{к6} / P_{кр}$ (рисунок 5).

Поэтому, если $F_6 = 1$, это говорит о том, что на текущей характеристике буксования при достижении тягового усилия, соответствующего номинальному, буксование станет равным допустимому значению. По существующим характеристикам аппроксимацией получены зависимости коэффициентов $a_p = 0,0374F_6^{-1,578}$ и $b_p = 0,5354F_6^{-1,428}$, при постоянном значении коэффициента $R = 10 = \text{const}$. Как показывает

расчётное исследование параметр R в данной ситуации не изменяется при смене агрофона, несмотря на то что определяет диапазон крюкового усилия при условном переходе от силы трения покоя колеса к силе трения скольжения. Из полученных зависимостей видно, что каждый тип агрофона соответствует фактору буксования, которым они характеризуются, и точность совпадения характеристик в рабочем диапазоне трактора сравнимо высока, при среднем коэффициенте детерминации 0,98.

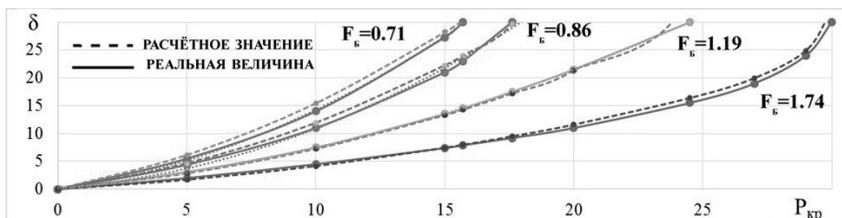


Рисунок 5 – Реальная и расчётная тяговые характеристики трактора МТЗ-80 по буксованию на различных агрофонах

F_b – фактор буксования, при $F_b = 0,71$ фон – поле под посев, при $F_b = 0,86$ фон – стерня, при $F_b = 1,19$ фон – залежь, при $F_b = 1,74$ фон – асфальтовая дорога

В результате проведения измерений и обработки результатов были получены также показания с дисковых датчиков (рисунок 6). Результат приведён для ситуации, при которой колёса работали вхолостую, затем нагрузка прикладывалась только к одному колесу, на втором колесе прикладывалась нагрузка 3 кН. Результаты приведены в виде логических уровней работы датчика на обнаружение меток для левого (рисунок 6Б) и правого (рисунок 6А) колеса. Нагрузка прикладывалась только к правому колесу.

На графике виден сдвиг между дисками на валу привода правого колеса (рисунок 6А) трактора. Этот сдвиг отражает поворот одного диска относительно другого на одном валу, что указывает на то, что вал испытывает скручивание под воздействием нагрузки. В данном случае величина скручивания составила 0,2 градуса. Нагрузка измерялась динамометром с поправкой на сопротивление качению колёс трактора. Полученные результаты могут быть использованы для создания алгоритмов управления индивидуальным приводом колёс.

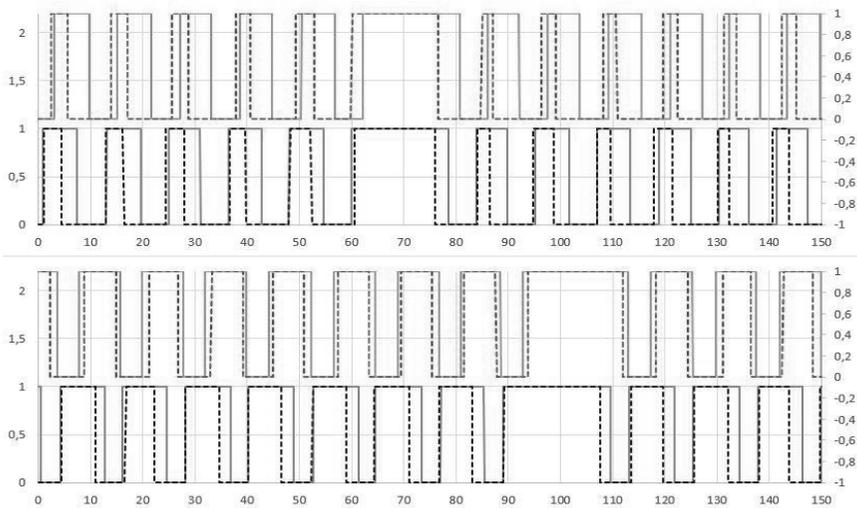


Рисунок 6 – Взаимное расположение меток дисков при вращении колёс трактора:

А (верхний) – характеристика поворота дисков правого колеса, Б (нижний) – характеристика поворота дисков левого колеса; — работа при начальных условиях без нагрузки; - - - работа при условиях загрузки правого колеса

Выводы. Анализ показал, что системы с индивидуальным приводом способны увеличить эффективность работы мобильных машин до 20 %. Был разработан алгоритм автоматического управления системой электроприводного индивидуального привода колеса, который учитывает условия сцепления колеса с опорной поверхностью. После полного учета всех параметров паразитной мощности возможно создание более точной математической модели, которая позволит разработать систему анализа расчетов для ее интеграции в электронное управление независимым приводом колес машины. Эта система может быть адаптирована под различные задачи трактора, поэтому её математическая реализация представляет практический интерес для дальнейшего использования в тракторах с электрическими силовыми агрегатами. Предлагаемая математическая модель позволяет оценить характеристики буксования трактора в любых других условиях, основываясь на существующих зависимостях. Согласно опытным данным, полученным с помощью разработанного устройства для трактора МТЗ-82.1, коэффициент буксования для различных типов почвы составил: 0,71 для поля под посев, 0,86 – для стерни, 1,19 – для залежи и 1,74 – для асфальтированного покрытия. Модель ограничена предельным

значением силы тяги на крюке, соответствующей буксованию 30 %, что важно для определения рабочих параметров тракторов. Эксперимент подтвердил возможность измерения крутящего момента на колесе с помощью предложенной системы дисков. Было показано, что при нагрузке 3 кН на одно колесо скручивание вала составило 0,2 градуса. Эти результаты обосновывают дальнейшее использование такой системы для подобных задач и могут найти применение в последующих исследованиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кутьков, Г. М. Теория и расчет полноприводного трактора / Г. М. Кутьков, А. А. Соловейчик, М. В. Сидоров // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2014. – Т. 8, № 2. – С. 8-14.
2. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.
3. Прядкин, В. И. Анализ подходов по исследованию явления циркуляции мощности в трансмиссии полноприводного автомобиля / В. И. Прядкин, В. В. Гудков, П. А. Сокол // *Лесотехнический журнал*. – 2019. – Т. 9, № 3(35). – С. 205-224. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/19.
4. Особенности балластирования сельскохозяйственных тракторов различных тяговых классов / Г. А. Иовлев, В. В. Побединский, М. А. Ильин [и др.] // *Известия Международной академии аграрного образования*. – 2022. – № 61. – С. 42-53.
5. Горшков, Ю. Г. Средняя вероятностная оценка проходимости сельскохозяйственной техники в условиях деформируемых грунтов / Ю. Г. Горшков, А. А. Калугин, С. В. Золотых // *Научная жизнь*. – 2018. – № 3. – С. 67-74.
6. Определение характеристик трансмиссий колёсных и гусеничных машин с индивидуальным электроприводом ведущих колёс / Б. Б. Косицын, Г. О. Котиев, А. В. Мирошниченко [и др.] // *Труды НАМИ*. – 2019. – № 3(278). – С. 22-35.
7. Глобин, А. Н. Инженерное творчество : учебное пособие / А. Н. Глобин, Т. Н. Толстоухова, А. И. Удовкин. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 108 с.
8. Шимко, П. А. Повышение работоспособности подшипникового узла / П. А. Шимко, С. П. Псюкало, В. А. Луханин // *Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации*. – 2017. – № 1. – С. 89-93.
9. Повышение эффективности сжигания жидкого топлива в сельскохозяйственных установках / Н. В. Ксенз, Н. С. Вороной, Т. Н. Толстоухова, Р. И. Штанько // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. – 1997. – № 7. – С. 26-27.
10. Иванов, А. Б. К вопросу определения буксования сельскохозяйственных тракторов / А. Б. Иванов, В. Е. Таркинский, В. Ю. Ревенко // *Техника и*

оборудование для села. – 2021. – № 3(285). – С. 14-19. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-3-14-18.

Об авторе:

Кривых Николай Сергеевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), krivyh05@gmail.com.

About the author:

Nikolay S. Krivykh, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), krivyh05@gmail.com.

СОСТОЯНИЕ И ПОТРЕБНОСТЬ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ И РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

В. В. Лазарь¹, В. К. Зимогорский², Д. О. Леонов²

¹ФГБОУ ВО «Московский Авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассмотрено возрастное состояние технологического оборудования на машиностроительных и ремонтных предприятиях АПК, показана важная роль своевременного обновления технологического оборудования, описаны критерии оценки качества и технического уровня технологического оборудования.*

***Ключевые слова:** технологическое оборудование, ремонтное предприятие, технический уровень, относительный показатель, качество.*

STATE AND NEED FOR TECHNOLOGICAL EQUIPMENT AT MACHINE-BUILDING AND REPAIR ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

V. V. Lazar^a, V. K. Zimogorsky^b, D. O. Leonov^b

^aMoscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russian Federation

^bRussian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The age condition of technological equipment at machine-building and repair enterprises of the agro-industrial complex is considered, the important role of timely updating of technological equipment is shown, and the criteria for assessing the quality and technical level of technological equipment are described.*

***Keywords:** technological equipment, repair enterprise, technical level, relative indicator, quality.*

Технологическое оборудование играет важную роль в обеспечении высокого качества производимой продукции. Это связано с тем, что современное оборудование позволяет автоматизировать производственные процессы, повысить точность и скорость выполнения операций, а также снизить вероятность ошибок и брака [1-3].

На машиностроительных предприятиях технологическое оборудование используется для производства различных деталей и компонентов, которые затем используются в сборке готовой продукции. Это могут быть станки для обработки металла, пластмассы, дерева и других материалов, а также специализированное оборудование для сварки, литья, штамповки и других технологических процессов.

На ремонтных предприятиях технологическое оборудование используется для восстановления работоспособности изношенных или повреждённых деталей и механизмов, работающих в сложных условиях [4, 5]. Это могут быть станки для обработки под ремонтный размер коленчатых валов и гильз цилиндров, ремонта шин и других работ, связанных с обслуживанием и ремонтом техники.

Таким образом, технологическое оборудование является важным инструментом для обеспечения высокого качества продукции на предприятиях АПК. Его использование позволяет повысить эффективность производства, снизить затраты на ремонт и обслуживание техники, а также обеспечить безопасность и комфорт работников.

Более 100 тыс. в год составляет объем ремонта двигателей. За счет грамотного оснащения машиностроительных и ремонтных предприятий можно сократить затраты и повысить качество ремонта на ТО и Р [6].

Необходимо учесть возможности металлорежущего оборудования для установления точности при изготовлении деталей [7, 8]. По итогам этих исследований машиностроительных и ремонтных предприятий АПК в РФ свыше 50 % технологического оборудования не соответствует требованиям по точности обработки поверхностей деталей [9]. На машиностроительных и ремонтных предприятиях более половины имеющегося технологического оборудования, принимающего участие в обработке поверхностей деталей, нуждается в замене. 37,6 % – токарных станков нуждаются в замене, 20,4 % – шлифовальным станкам необходима замена (рисунок 1).

На машиностроительных и ремонтных предприятиях используется технологическое оборудование, часть из которого имеет срок эксплуатации более 10 и более 20 лет. Однако не указано, о каком конкретном оборудовании идёт речь и какие последствия может иметь его использование.

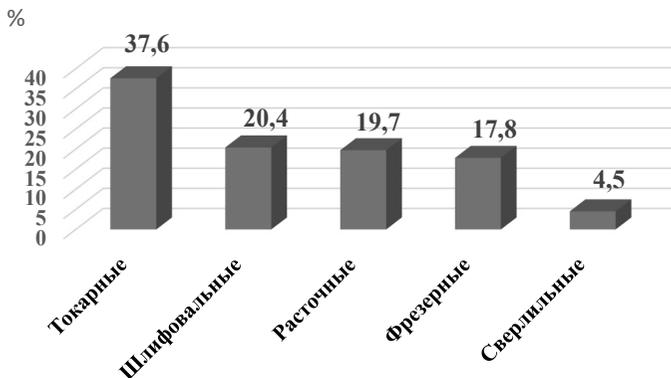


Рисунок 1 – Потребность машиностроительных и ремонтных предприятий в оборудовании

Если оборудование, которое используется на предприятиях, не соответствует современным требованиям к точности изготовления и восстановления деталей, это может привести к снижению качества продукции, увеличению брака и дополнительным затратам на ремонт и замену оборудования. В таком случае предприятиям может потребоваться обновление парка оборудования или проведение мероприятий по повышению его эффективности.

Для более точного понимания ситуации и выработки рекомендаций по улучшению использования оборудования на предприятиях требуется дополнительная информация о состоянии и характеристиках используемого оборудования, а также о требованиях к точности изготовления и восстановления деталей. Сроки использования оборудования по длительности эксплуатации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сроки использования оборудования по длительности эксплуатации, %

Срок использования оборудования, лет	Предприятия			
	Машиностроительные	Специализированные ремонтные	Мастерские предприятий	Мастерские хозяйств
До 10	31,7	25,3	16,2	7,3
10...20	45,2	40,4	31,1	21,5
Свыше 20	23,1	34,3	52,7	71,2

Доля станков, имеющих срок эксплуатации более десяти лет с момента изготовления, по отношению ко всему объему металлорежущего технологического оборудования уменьшается, рисунок 2.

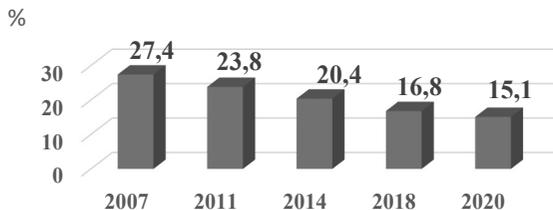


Рисунок 2 – Доля станков со сроком эксплуатации менее 10 лет на предприятиях ТС

Комплексный показатель технического уровня технологического оборудования рассчитывается по формуле [10, 11]:

$$K_{\text{ты}} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n}, \quad (1)$$

где q_i – относительный показатель технического уровня;
 n – число анализируемых показателей.

Относительный показатель определяется по отношениям [8, 9]:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{ia}}, \quad (2)$$

$$q_i = \frac{P_{ia}}{P_i}, \quad (3)$$

где P_i – абсолютное значение i -го показателя технического уровня оцениваемого оборудования;

P_{ia} – абсолютное значение i -го показателя технического уровня оборудования – аналога.

При пропорциональном увеличении технического уровня, наблюдаемым с увеличением показателя используется формула (2), а при уменьшении показателя – формула (3).

В работах Росинформагротех при оценке перспективности оборудования по комплексному показателю технического уровня применялась группировка значений комплексного показателя [11]:

1...1,19 – неперспективное;

1,20...1,39 – малоперспективное;

1,40...1,59 – перспективное;
более 1,6 – весьма перспективное.

В итоге 8 % перспективного оборудования принято к серийному производству и эксплуатации. Распределение технического уровня оцениваемого оборудования по величине комплексного показателя показано на рисунке 3.

Отсутствие обкаточного и испытательного оборудования может существенно повлиять на контроль итогового качества ремонта двигателей [12]. Эти устройства необходимы для проверки работы двигателя после ремонта и выявления возможных дефектов. Без обкаточного оборудования невозможно проверить работу двигателя в условиях, приближенных к реальным, что может привести к выявлению проблем уже после эксплуатации. Испытательное оборудование позволяет провести различные тесты, такие как проверка мощности, давления масла, температуры и других параметров, что также важно для оценки качества ремонта. Таким образом, отсутствие обкаточного и испытательного оборудования увеличивает риск выпуска автомобилей с неисправными двигателями, что может привести к дополнительным затратам на ремонт и ухудшению репутации компании.

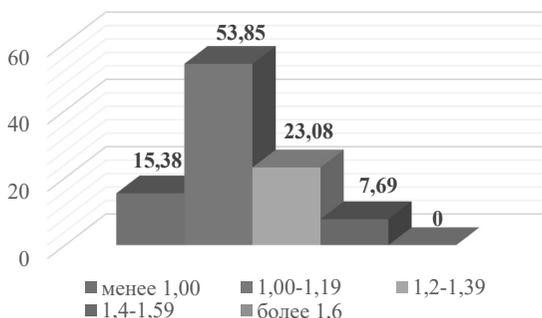


Рисунок 3 – Распределение комплексного показателя технического уровня оборудования для финишной обработки восстановленных деталей, %

В современных условиях необходимо создавать систему качества на ремонтном предприятии и расписывать документированные процедуры [13, 14], включая требования к оборудованию и точности обработки на нем деталей.

Таким образом, вопросам анализа и подбора технологического оборудования машиностроительных и ремонтных предприятий АПК

надо уделять серьезное внимание с позиции мониторинга не только сроков службы, но и с позиции обеспечения качества реализуемых процессов на данном оборудовании. Возрастной состав мало говорит о качестве, важным критерием является, например, зона рассеяния станка, вопросы проведения его технического обслуживания и ремонта, а также возможность проведения именно капитального ремонта, при котором возможно на базе массивной качественной станины, которая прошла все стадии старения и является основой стабильности технологического процесса, реализовать современные технологии обработки, в том числе с ЧПУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
2. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
3. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.
4. Леонов, О. А. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Трение и износ. – 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327-334.
5. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.
6. Леонов, О. А. Совершенствование методики проведения микрометража и дефектации шеек коленчатых валов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2007. – № 3-1(23). – С. 81-85.
7. Новая стратегия технического обслуживания и ремонта машин / В. И. Черноиванов [и др.] / Техника и оборудование для села. – 2021. – № 9 (291). – С. 33-36.
8. Теоретические основы выбора рациональных способов восстановления деталей / Г. И. Бондарева [и др.] // Сельский механизатор. – 2019. – № 5. – С. 38-39.
9. Комаров, В. А. Обеспечение точности технологического оборудования предприятий технического сервиса / В. А. Комаров, П. А. Аняйкин, С. П. Бурланков // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 2 (308). – С. 37-40.
10. Голубев, И. Г. Система технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин и механизмов / И. Г. Голубев, В. М. Тараторкин. – М. : Изд-во «Академия», 2017. – 384 с.

11. Голубев, И. Г. Технологические процессы ремонтного производства : учебное пособие / И. Г. Голубев, В. М. Тараторкин. – М., 2019. – 304 с.

12. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27.

13. Голиницкий, П. В. Разработка процедуры управления внутренней документацией для промышленного предприятия / П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Компетентность. – 2018. – № 7(158). – С. 20-25.

14. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 95 с.

Об авторах:

Лазарь Вера Владимировна, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)» (125993, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское ш., д. 4).

Зимогорский Владислав Кириллович, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), zimogorskij@rgau-msha.ru.

Леонов Дмитрий Олегович, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

About the authors:

Vera V. Lazar, senior lecturer, Moscow Aviation Institute (National Research University) (125993, Russian Federation, Moscow, Volokolamsk highway, 4).

Vladislav K. Zimogorsky, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), zimogorskij@rgau-msha.ru.

Dmitriy O. Leonov, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ДИАМЕТРОВ КЛАПАНОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ЯМЗ

В. О. Леонов

Научный руководитель – Ю. Г. Вергазова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье обоснована эффективность использования индикаторной скобы с цифровой головкой вместо классического микрометра для условий контроля диаметров клапанов двигателей на ремонтном предприятии.

Ключевые слова: измерения, контроль, погрешность, неправильно принятые изделия, неправильно забракованные изделия.

USING DIGITAL MEASUREMENT INSTRUMENTS TO CONTROL THE VALVE DIAMETERS OF YAMZ ENGINES

V. O. Leonov

Scientific advisor – Yu. G. Vergazova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article substantiates the efficiency of using an indicator caliper with a digital head instead of a classic micrometer for conditions of monitoring the diameters of engine valves at a repair facility.

Keywords: measurements, control, error, incorrectly accepted products, incorrectly rejected products.

В процессе технологического развития машиностроительное производство становится все более точным [1, 2], формируются уменьшенные допуски размеров, отклонений формы и расположения поверхностей, формируются новые высокоточные посадки, как с зазорами [3, 4], так и с натягами [5, 6], что требует применения средств измерений с меньшей погрешностью [7, 8], сниженной трудоемкостью и эргономичностью контроля [9, 10].

Двигатели ЯМЗ нашли широкое применение не только в тракторах, но и в комбайнах, а также специальных машинах для сельского хозяйства, они так же используются в энергетике при комплектовании

генераторных подстанций для обеспечения бесперебойности работы комплексов АПК.

Двигатели ЯМЗ, в отличие от зарубежных аналогов, являются ремонтпригодными, и за время эксплуатации проходят по 3...4 крупных ремонтов, как раньше их называли – капитальных, с полной разборкой, дефектовкой, заменой изношенных деталей и сборкой.

Важными деталями, подверженными износу, являются клапаны двигателей. При дефектации клапанов двигателей внутреннего сгорания контролируются следующие элементы клапана, рисунок 1:

- износ, задиры и царапины на стержне клапана;
- износ (выработка и раковины) на рабочей фаске тарелки клапана, трещины, прогары и лак на поверхности тарелки клапана;
- изгиб стержня клапана, трещины и забоины канавок под сухари;
- повреждения (износ и деформация) торца стержня клапана, его длины.

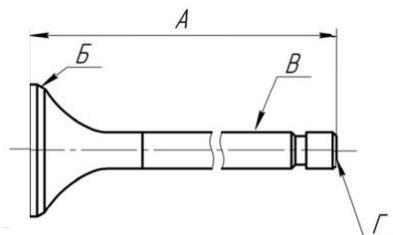


Рисунок 1 – Контролируемые дефекты клапана двигателя ЯМЗ в процессе ремонта:

А – длина клапана; Б – повреждение кромки фаски клапана; В – износ стержня; Г – износ поверхности под боек коромысла

Дефектация деталей в процессе ремонта является важнейшей операцией, где выявляются детали, не годные для дальнейшего использования [11].

В таблице 1 представлены контролируемые параметры при дефектации клапанов двигателей ЯМЗ 236 (236-1007015-В2).

Методика выбора средств измерений при допусковом контроле описана в следующих документах:

- ГОСТ 8.051-81 – в этом стандарте сформированы общие требования к выбору средств измерений для контроля размеров деталей, определены основные критерии выбора, такие как погрешность

измерений, диапазон измерений, условия эксплуатации и другие важные параметры;

РД 50-98-86 – данный руководящий документ дополняет ГОСТ 8.051-81 и предоставляет более подробные рекомендации по выбору средств измерений для различных типов деталей и условий контроля, РД включает в себя таблицы и примеры, которые помогают правильно выбрать измерительные приборы в зависимости от конкретных требований и условий эксплуатации.

Таблица 1 – Параметры дефектации клапанов двигателей ЯМЗ

Контролируемый параметр	Размер с отклонениями	Размер, допустимый без ремонта, мм	Допуск размера, мкм	Допускаемая погрешность измерений, мкм
Диаметр стержня клапана	$12_{-0,055}^{-0,030}$	-	40	± 12
Длина клапана	$152,9 \pm 0,125$	Задиры не допускаются	250	± 50
Рабочая фаска клапана	$3,2 \pm 0,07$	Не менее 3,0	140	± 30

Эти документы помогают обеспечить точность и надежность измерений при проведении допускового контроля, что является важным аспектом в обеспечении качества продукции и безопасности эксплуатации оборудования.

Для контроля диаметра стержня клапана, имеющего допуск 40 мкм и допускаемую погрешность измерений ± 12 мкм, необходимо выбрать средство измерений, удовлетворяющее условию [12]:

$$\Delta_{lim} \leq \delta, \quad (1)$$

где Δ_{lim} – предельная погрешность средства измерений;

δ – допускаемая погрешность измерения.

Условие (1) способствует использованию средств измерений с более грубой погрешностью. Так, использование микрометра МК-25 с точностью отсчета 0,01 мм, диапазоном измерений 0...25 мм и предельной погрешностью при работе в руках $\Delta_{lim} = \pm 10$ мкм, согласно данному условию (1), позволяет применять его для контроля диаметра клапана двигателя ЯМЗ, но дискретность оценки микрометром 0,01 мм не сопоставима с требуемой точностью контроля размера в виде нижнего отклонения – 0,055 мм. Но его с успехом повсеместно применяют

на ремонтных предприятиях. Из-за этого могут возникать как внутренние потери [13, 14], так и внешние [15].

В таблице 2 приведен расчет показателей разбраковки и возможной экономии от замены микрометра МК-25 на скобу индикаторную СИ-25ЦГ с цифровой головкой, которая имеет точность отсчёта 0,001 мм, при контроле диаметров клапанов двигателей ЯМЗ во время ремонта.

Таблица 2 – Результаты расчета экономии от замены индикаторных головок на цифровые

Показатели	Обозначение	Средство измерений	
		МК-25-0,01	СИ-25ЦГ-0,001
Контролируемый размер	d	$12_{-0,055}^{-0,030}$	$12_{-0,055}^{-0,030}$
Допуск размера	T	25 мкм	25 мкм
Коэффициент точности технологического процесса	$T/\sigma_{\text{тех}}$	3	3
Погрешность измерений	Δlim	± 10 мкм	± 3 мкм
Цена средства измерений	K	12 000 руб.	28 500 руб.
Коэффициент точности измерений	$A_{\text{мет}}$	20 %	6 %
Количество неправильно принятых клапанов	m	5,4 %	1,7 %
Количество неправильно забракованных клапанов	n	12 %	2,2 %
Стоимость клапана	C	400 руб.	400 руб.
Затраты на устранение последствий от установки бракованного клапана в двигатель	$З_y$	6 200 руб.	6 200 руб.
Программа контроля клапанов	N	32 000 шт.	32 000 шт.
Экономия от сокращения неправильно забракованных клапанов	\mathcal{E}_n	-	1 254 400 руб.
Экономия от уменьшения количества неправильно принятых клапанов	\mathcal{E}_m	-	7 340 800 руб.

Программа ремонта двигателей на специализированном ремонтном предприятии – 2 000 шт. в год. При наличии 8 цилиндров и по 2 клапана на цилиндр – программа контроля клапанов выходит равной 32 000 шт.

Как видно из данных таблицы 2, при замене МК-25 с точностью отсчета 0,01 мм и предельной погрешностью измерений $\Delta lim = \pm 10$ мкм, на скобу индикаторную СИ-25ЦГ с цифровой головкой с точностью

отсчета 0,001 мм, возникает экономия от сокращения неправильно забракованных клапанов в размере 1,25 млн руб. и экономия от уменьшения количества неправильно принятых клапанов 7,34 млн руб. при программе контроля 32 000 клапанов в год.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
3. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.
4. Леонов, О. А. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Трение и износ. – 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327-334.
5. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2022. – № 6. – С. 65-71.
6. Расчет посадок соединений упругих втулочно-пальцевых муфт с валами / О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 2. – С. 96-101.
7. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27.
8. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45.
9. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 95 с.
10. Основы проектирования операций входного контроля на машиностроительных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 89 с.
11. Леонов, О. А. Совершенствование методики проведения микрометража и дефектации шеек коленчатых валов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2007. – № 3-1 (23). – С. 81-85.
12. Инструментальный контроль дефектов коренных опор блока цилиндров / О. А. Леонов [и др.] // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 65-70.
13. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 5. – С. 421-426.

14. Леонов, О. А. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2013. – № 2 (58). – С. 71-74.

15. Леонов, О. А. Использование диаграммы Парето при расчете внешних потерь от брака / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ – 2004. – № 5 (10). – С. 81-82.

Об авторах:

Леонов Василий Олегович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Вергазова Юлия Геннадьевна, доцент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, vergazova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Vasily O. Leonov, student Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Yulia G. Vergazova, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), vergazova@rgau-msha.ru.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА НА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ТОРМОЗНЫХ УСТРОЙСТВАХ СОВРЕМЕННЫХ СТЕНДОВ

Д. О. Леонов

Научный руководитель – Н. Ж. Шкаруба

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Рассмотрены вопросы, связанные с оценкой составляющих погрешности измерений крутящего момента на испытательных стендах. Определены источники возникновения погрешности и их суммарное значение на результаты измерения мощности и крутящего момента.*

***Ключевые слова:** погрешность измерения мощности, контроль мощности и крутящего момента, испытания двигателей.*

FORMATION OF TORQUE MEASUREMENT ERRORS ON HYDRAULIC BRAKING DEVICES OF MODERN STANDS

D. O. Leonov

Scientific advisor – N. Zh. Shkaruba

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The issues related to the evaluation of the components of the measurement error of torque on test benches are considered. The sources of the error occurrence and their total value on the results of measuring power and torque are determined.*

***Keywords:** power measurement error, power and torque control, engine testing.*

Качество ремонта машин обеспечивается множеством показателей [1]. Завершающим процессом ремонта двигателей является их испытание.

Качество измерительной информации, полученной на этапе испытаний, зависит от уровня метрологического обеспечения, а именно от метрологических характеристик испытательного оборудования, важнейшей из которой является погрешность [2-4]. Погрешность зависит от множества факторов, среди которых наибольшее влияние будет иметь конструктивные особенности стенда.

Для определения на стендах различного назначения характеристик испытуемого объекта используют гидравлические нагрузочные

устройства, основу которых составляет гидравлическая муфта (гидротормоз). В сравнении с индуктивным тормозом, применяемым в качестве нагрузочного устройства стенда, гидродинамический тормоз более прост в конструкции и обходится дешевле как по стоимости, так и по затратам на эксплуатацию [5, 6]. Конструктивно гидротормоз состоит из двух колёс, одно из которых неподвижно, второе через соединительное устройство соосно соединяется с вращающимся валом объекта нагружения (рисунок 1) [7].

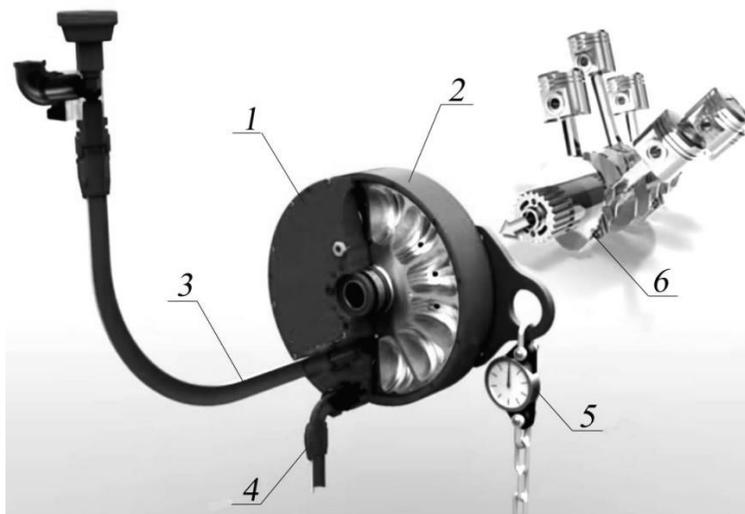


Рисунок 1 – Гидродинамический тормоз:

- 1 – неподвижное колесо; 2 – подвижное колесо; 3 – подающий трубопровод;
4 – сливной трубопровод; 5 – динамометр; 6 – нагружаемый объект

Динамометрические системы PowerTest, изображённые на рисунке 2, на основе гидротормозов серии 35X применяются для обкатки больших электродвигателей и дизельных ДВС в диапазонах мощности выше среднего до 2100 л.с. и 4000 об/мин. Данный универсальный стенд решит проблемы быстрой и качественной проверки двигателя после ремонта, для долгих ресурсных тестов или сертификационных испытаний.

Измерение крутящего момента происходит косвенным способом [8] с помощью датчика силы (с точностью 0,2 % от диапазона) и рычага, установленного между корпусом статора и датчиком (рисунок 3).

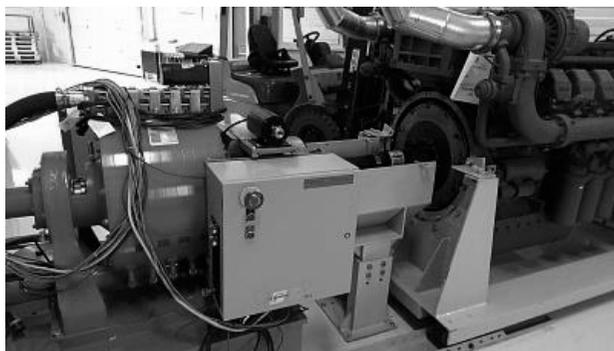


Рисунок 2 – Динамометрическая система PowerTest с гидротормозом 35X

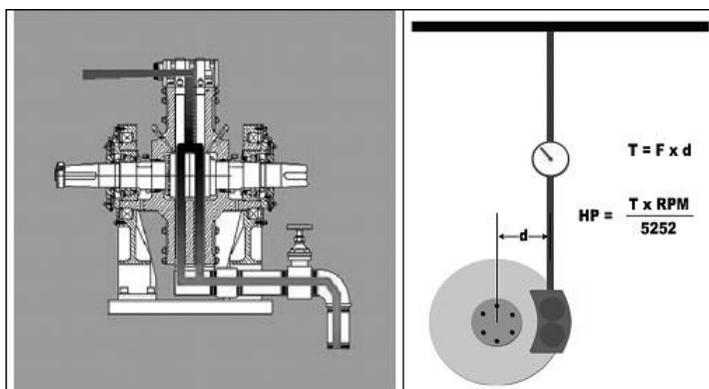


Рисунок 3 – Схема динамометрической системы PowerTest

Комплект калибровки (включает 8 блинов по 30 фунтов (13,6 кг), ручной тахометр, симулятор терморпары и манометр 0...150 psi (1034 кПа).

Из-за калибровки гирями возникает погрешность от гистерезиса.

Гистерезис – это явление, при котором значение физической величины зависит от предыстории процесса. В случае с динамометрами гистерезис может проявляться в виде разницы между показаниями прибора при увеличении и уменьшении нагрузки. Влияние гистерезиса на градуировку динамометров с помощью гирь заключается в следующем:

1. Неточность измерений – гистерезис приводит к тому, что показания динамометра могут отличаться при увеличении и снижении нагрузки. Это может привести к неточности измерений и ошибкам в определении силы.

2. Необходимость калибровки – для минимизации влияния гистерезиса необходимо регулярно проводить калибровку динамометра. Калибровка позволяет проверить точность показаний прибора и скорректировать их при необходимости.

3. Выбор материалов – материалы, из которых изготовлен динамометр, также могут влиять на величину гистерезиса. Например, использование более жёстких материалов может уменьшить гистерезис.

4. Влияние температуры – температура окружающей среды также может влиять на гистерезис динамометра. Изменение температуры может вызвать расширение или сжатие материалов, что может повлиять на точность измерений.

5. Использование специальных методов – существуют специальные методы, которые позволяют уменьшить влияние гистерезиса на измерения. Например, можно использовать метод усреднения показаний при увеличении и снижении нагрузки, чтобы получить более точные результаты.

В целом, гистерезис является важным фактором, который следует учитывать при использовании динамометров. Регулярная калибровка и выбор качественных материалов помогут минимизировать его влияние и обеспечить точность измерений.

Измерение мощности двигателя, как параметра косвенного измерения, представляет из себя сложную задачу [9, 10], а метрологическое обеспечение контроля мощности при испытаниях на стенде должно соответствовать требованиям стандартов [11].

В результате проявления гистерезиса, температурных погрешностей, погрешностей плеч рычага и др., разброс результатов, полученных в разное время на тормозном стенде, составляет порядка $\pm 5\%$ для результатов измерения мощности и крутящего момента при всех протестированных комбинациях испытаний на одном двигателе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.

2. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020.

3. Основы проектирования операций входного контроля на машиностроительных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 89 с.

4. Шкаруба, Н. Ж. Современные организационные подходы к метрологическому обеспечению ремонтного производства / Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2013. – № 3(59). – С. 41-44.

5. Аксёнов, А. З. Определение размеров проточной части динамометров-гидротормозов для обкатки и испытания двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс] / А. З. Аксёнов, В. П. Горбунов, Н. Н. Сергеев // Современная техника и технологии. – 2016. – № 12, ч. 1. – Режим доступа: <https://technology.snauka.ru/2016/12/10916>.

6. Егоров, А. Л. Обзор конструкций и усовершенствование гидравлической муфты / А. Л. Егоров, В. А. Костырченко, Т. М. Мадьяров // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4 (ч. 1). – С. 28-32.

7. Tech talk animation on how water brakes work [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=nSNkBOBXnHM>.

8. Ворожцов, О. В. Гидродинамическое нагружающее устройство / О. В. Ворожцов, А. С. Дмитриева // Transport. Transport facilities. Ecology. – 2022. – № 2. – С. 12-18.

9. Арженовский, А. Г. Методы определения энергетических и топливно-экономических показателей машинно-тракторных агрегатов / А. Г. Арженовский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 6. – С. 36-40.

10. Патент № 2612950 С Российская Федерация, МПК G01L 5/13. Способ определения силы сопротивления рабочих машин : № 2015152717 : заявл. 08.12.2015 : опубл. 14.03.2017 / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян, И. И. Чичилов [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет».

11. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27.

Об авторах:

Леонов Дмитрий Олегович, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Шкаруба Нина Жоровна, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, shkaruba@rgau-msha.ru.

About the authors:

Dmitry O. Leonov, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Nina Zh. Shkaruba, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), shkaruba@rgau-msha.ru.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РАЗБРАКОВКИ ПРИ КОНТРОЛЕ КО- РЕННЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ МИКРОМЕТРАМИ

О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Произведена количественная оценка использования нового микрометра, а также нового и изношенного рычажного микрометра при контроле шеек коленчатого вала после обработки под ремонтный размер. С целью снижения потерь рекомендовано проводить калибровку средств измерений в ремонтном производстве.

Ключевые слова: контроль, коленчатый вал, ремонтный размер, микрометр, рычажный микрометр, погрешность измерений, параметры разбраковки.

CALCULATION OF SORTING PARAMETERS WHEN CHECK- ING CRANKSHAFT MAIN JOINTS WITH MICROMETERS

O. A. Leonov, N. Zh. Skaruba, Yu. G. Vergazova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. A quantitative assessment of the use of a new micrometer, as well as a new and worn lever micrometer, was made when checking crankshaft journals after machining to a repair size. In order to reduce losses, it is recommended to calibrate measuring instruments in repair production.

Keywords: control, crankshaft, repair size, micrometer, lever micrometer, measurement error, rejection parameters.

Эксплуатационная надежность отечественной техники, используемой в сельском хозяйстве, является актуальной укрупненной тематикой широкого круга исследований [1-4], включая исследования влияния условий эксплуатации [5-8], решение вопросов конструктивных решений, создание новых жидкостей и материалов, улучшение технологий технического обслуживания и ремонта, и множество других направлений.

Существенное влияние на надежность отечественной техники для сельского хозяйства оказывает качество работ по ремонту сложных агрегатов [9-11]. Особо актуальным вопросом является метрологическое обеспечение ремонтного производства [12]. Особенностью

ремонтного производства является тот факт, что ремонт машин относится к услугам, а при оказании услуг обязательную поверку средств измерений делать не обязательно, причем даже калибровку проводить не требуется, а лишь рекомендуется. Хотя контроль оказывает существенное влияние на качество ремонта машин.

При ремонте узлов и агрегатов сельскохозяйственной техники средства измерений назначают исходя из требований технической документации на ремонт, при этом подразумевается сплошной контроль всех дефектуемых и контролируемых в результате ремонта поверхностей деталей.

При ремонте двигателей внутреннего сгорания шейки коленчатого вала обрабатываются под ремонтные размеры. Рассмотрим процесс контроля шатунных шеек коленчатого вала двигателя ЗМЗ после обработки под ремонтный размер $55,75_{-0,044}^{-0,025}$ мм.

В таблице 1 приведены данные по расчету количества неправильно принятых и неправильно забракованных шеек при применении рекомендованного в нормативной документации простого микрометра МК50-0,01, а также нового МРИ1 и изношенного МРИ2 рычажных микрометров МРИ50-0,001.

Таблица 1 – Параметры разбраковки шатунных шеек двигателя ЗМЗ микрометрами

Параметр	Средство измерений		
	МК50	МРИ1	МРИ2
Контролируемый размер, D , мм	$55,75_{-0,044}^{-0,025}$		
Допуск размера, мкм	19		
Точность технологического процесса, $T/\sigma_{\text{тех}}$	3		
Предельная погрешность СИ, Δ_{lim} , мкм	± 10	± 3	± 6
СКО погрешности измерения, $\sigma_{\text{мет}}$, мкм	5	1,5	3
Коэффициент точности измерения, $A_{\text{мет}}$, %	26	7,9	15,8
Количество неправильно принятых шеек, m , %	6	2,2	3,6
Количество неправильно забракованных шеек, n , %	14	3,8	8,8
Итого брака, %	20	6	12,4

Из-за наличия погрешности измерений при использовании изношенного рычажного микрометра формируется наибольший брак 12,4 %, причем из него 8,8 % неправильно забракованных в виде годных, которые попали в брак. При обнаружении такого брака возникают потери в виде затрат на обработку данных шеек под следующий

ремонтный размер, что увеличивает себестоимость ремонта. А в случае не обнаружения 3,6 % неправильно принятых шеек возможен отказ у потребителя.

Анализируя данные таблицы, видно, что при использовании изношенных средств измерений возрастает количество неправильно принятых и неправильно забракованных шеек. При этом следует учитывать, что коленчатый вал двигателя ЗМЗ имеет четыре шатунные шейки, что в итоге увеличивает вероятность его неправильного забракования. Сам коленчатый вал является дорогостоящей деталью, и покупка нового вала при ремонте конкретного двигателя ЗМЗ обернется для потребителя удорожанием стоимости ремонта, в результате чего потребитель в будущем может уже не обратиться в данное ремонтное предприятие со своими проблемами. А найти другое, где более грамотно подойдут к процессу ремонта и контроля.

Показана роль контроля в формировании качества ремонта коленчатых валов двигателей ЗМЗ. Рассмотрены особенности и последствия при нарушении сроков калибровки средств измерений в ремонтном производстве. Рекомендовано для контроля шеек коленчатых валов при ремонте двигателей использовать рычажные микрометры с условием реализации ежегодной калибровки и поддержанием погрешности измерений в заданных пределах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.
3. Лебедев, А. Т. Совершенствования методов оперативного управления надежностью технических систем в АПК / А. Т. Лебедев, А. А. Серегин, А. Г. Арженовский // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 1. – С. 71-76. – DOI 10.31992/0321-4443-2020-1-71-76.
4. Патент № 2620983 С Российская Федерация, МПК G01L 5/13, G01M 17/007. Способ определения силы сопротивления рабочих машин : № 2015154356 : заявл. 17.12.2015 : опубл. 30.05.2017 / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян, И. И. Чичиланов [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).
5. Арженовский, А. Г. Методы определения энергетических и топливно-экономических показателей машинно-тракторных агрегатов / А. Г. Арженовский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 6. – С. 36-40.

6. К определению энергетических показателей тракторов в эксплуатационных условиях на переходном режиме / Н. В. Щетинин [и др.] // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе : сборник научных трудов по материалам IV Российской научно-практической конференции, Ставрополь, 24-26 апреля 2007 года. – Ставрополь : Издательство «АГРУС», 2007. – С. 194-197.

7. Арженовский, А. Г. Метод получения тяговой характеристики трактора в эксплуатационных условиях / А. Г. Арженовский, Д. С. Козлов, Н. А. Петрищев // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – Т. 12, № 5. – С. 25-30. – DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-5-25-30.

8. Дидманидзе, О. Н. Трактор с комбинированной энергоустановкой / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, В. С. Иволгин // Сельский механизатор. – 2008. – № 11. – С. 6-7.

9. Дидманидзе, О. Н. Исследования показателей тепловыделения газовых двигателей / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов // Записки Горного института. – 2018. – Т. 229. – С. 50-55. – DOI 10.25515/PMI.2018.1.50.

10. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.

11. Теоретические основы выбора рациональных способов восстановления деталей / Г. И. Бондарев [и др.] // Сельский механизатор. – 2019. – № 5. – С. 38-39.

12. Голиницкий, П. В. Разработка процедуры управления внутренней документацией для промышленного предприятия / П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Компетентность. – 2018. – № 7(158). – С. 20-25.

13. Шкаруба Н. Ж. Современные организационные подходы к метрологическому обеспечению ремонтного производства / Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2013. – № 3(59). – С. 41-44.

14. Технический сервис дизельной топливной аппаратуры / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. М. Корнеев, Д. И. Петровский. – М. : ООО «Издательство «Триада», 2003. – 108 с.

Об авторах:

Леонов Олег Альбертович, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, профессор, oaleonov@rgau-msha.ru.

Шкаруба Нина Жоровна, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, shkaruba@rgau-msha.ru.

Вергазова Юлия Геннадьевна, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, vergazova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Oleg A. Leonov, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, oaleonov@rgau-msha.ru.

Nina Zh. Shkaruba, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), shkaruba@rgau-msha.ru.

Yulia G. Vergazova, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), vergazova@rgau-msha.ru.

ОБЗОР И АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ ФИРМЫ УТО, ИМПОРТИРУЕМЫХ В РОССИЮ В 2023 ГОДУ

Д. И. Лесунов

Научный руководитель – А. А. Манохина

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Тракторный парк является базовым ресурсом в механизации сельскохозяйственного производства. Рассмотрены основные дилеры тракторов китайской компании УТО. Представлены данные по импорту тракторов в Россию в 2023 году. Приведена характеристика тракторов компании УТО по следующим параметрам: мощность, эксплуатационная масса, энергонасыщенность, грузоподъемность навесной системы и тяговый класс.*

***Ключевые слова:** импорт тракторов, модели тракторов, технические характеристики, энергонасыщенность, эксплуатационная масса, тяговый класс, мощность двигателя.*

REVIEW AND ANALYSIS OF YTO TRACTOR MODELS IMPORTED TO RUSSIA IN 2023

D. I. Lesunov

Scientific advisor – A. A. Manohina

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Tractor fleet is the basic resource in mechanization of agricultural production. The main dealers of tractors of the Chinese company YTO are considered. The data on import of tractors to Russia in 2023 are presented. Characteristics of tractors of YTO company by the following parameters are given: power, operating weight, energy content, load capacity of the attachment system and drawbar category.*

***Keywords:** YTO tractors, tractor imports, tractor models, technical characteristics, energy content, operating weight, traction class, engine power.*

В современном сельском хозяйстве механизация процессов занимает центральное место, обеспечивая не только повышение производительности труда, но и повышение эффективности всего аграрного производства [1].

В условиях постоянно растущих требований к эффективности и надежности сельскохозяйственной техники, выбор подходящей

модели трактора становится важным для успешной работы агропредприятий [2].

В 2023 году на российском рынке особое внимание привлекают машины китайской компании УТО. Компания зарекомендовала себя как производитель качественной и доступной техники, которая отвечает современным требованиям аграриев [3].

На сегодняшний день на территории России функционируют более 30 дилеров тракторов фирмы УТО (рисунок 1). Дилеры обеспечивают доступной техникой конечных пользователей, а также предоставляют качественное послепродажное обслуживание и поставку запчастей.



Рисунок 1 – Географическое местоположение дилеров УТО

Крупнейшими официальными дилерами техники УТО являются ООО «РостЛайн Агросервис», ООО «МДК ФУНИН», ООО «Краснокамский РМЗ» [4].

Цель исследования – провести обзор моделей тракторов фирмы УТО, импортируемых в Россию в 2023 году, а также провести анализ их технических характеристик.

В ходе работы была обработана информация, содержащая основные технические характеристики моделей тракторов: эксплуатационная мощность двигателя, эксплуатационная масса, энергонасыщенность, тяговый класс, грузоподъемность навесной системы. Полученные результаты приведены в таблице 1 [5].

Таблица 1 – Характеристика моделей тракторов УТО, импортируемых в Россию в 2023 году

Модель трактора	Тяговый класс	Энергонасыщенность, кВт/кН	Эксплуатационная масса, кг	Эксплуатационная мощность двигателя, л. с.	Грузоподъёмность навесной системы, кг
ELG1604	2	1,82	6 580	160	4 500
ELG1754	3	1,81	7 255	175	4 500
ELX2404	3	2,05	8 790	240	7 500
LP2604	4	1,95	10 000	260	7 500
LP2804	4	1,94	10 800	280	7 500
LX954	1,4	1,97	3920	103	2 950
LX2004	3	2,03	7 400	200	4 800
LX2204	3	2,17	7 600	220	7 500
LX2404	3	2,05	8 790	240	7 500
X804	1,4	1,66	3 610	80	2 650
X854	1,4	1,73	3 675	85	2 650
X904	1,4	1,65	4 100	90	2 900
X1304	2	1,68	5 800	130	4 500
NLY1104	1,4	2,012	4 100	110	2 900

На основе статистических данных ассоциации «Росспецмаш» был проведен анализ импортируемых тракторов в Россию (рисунки 2, 3) [5].

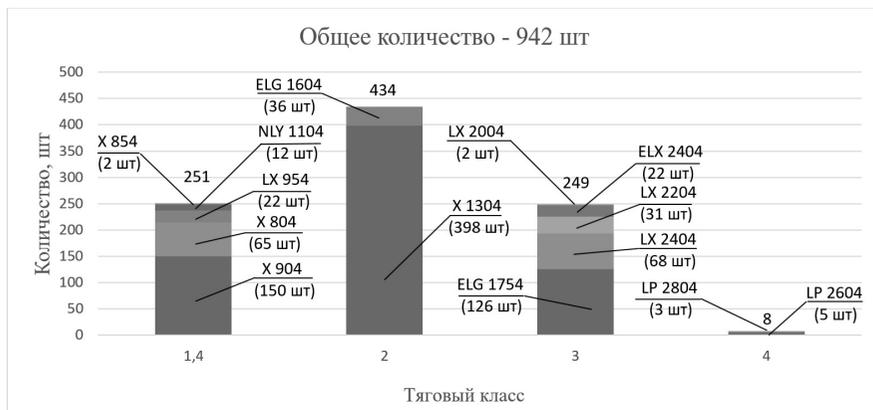


Рисунок 2 – Структура тракторов по тяговым классам

На диаграмме (рисунок 2) видно, что изучаемые модели тракторов компании УТО представлены следующими тяговыми классами: 1,4 (251 шт.); 2 (434 шт.); 3 (249 шт.); 4 (8 шт.).

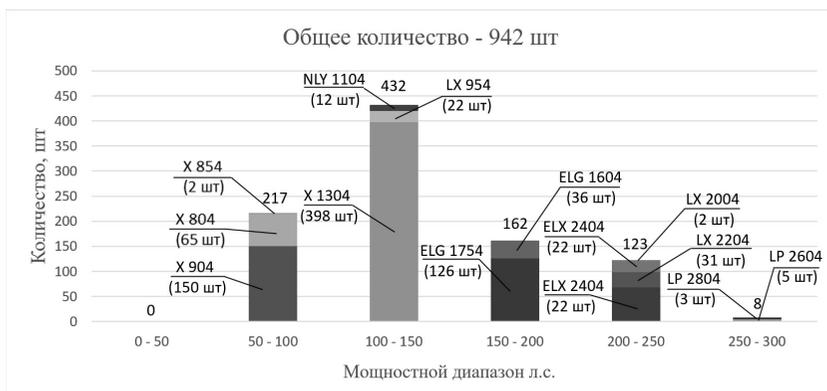


Рисунок 3 – Структура тракторов по мощностным диапазонам

На диаграмме (рисунок 3) структурированы следующие диапазоны мощности: 50...100 (217 шт.), 100...150 (432 шт.), 150...200 (162 шт.), 200...250 (123 шт.), 250...300 (8 шт.).

Больше всего импортировались тракторы тягового класса 2 – 434 шт. (46 % от общего количества).

Наибольшее количество тракторов было импортировано с эксплуатационной мощностью двигателя от 100 до 150 л.с. – 432 шт. (46 % от общего количества).

В ходе товарооборота в Россию было импортировано 14 моделей, всего 942 тракторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шевцов, В. Г. Концептуальные предпосылки развития тракторного обеспечения растениеводства / В. Г. Шевцов, Г. С. Гурьев, А. В. Лавров // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства : сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 15-16 сентября 2015 года. Том Часть 2. – М. : Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015. – С. 20-24.

2. Лавров, А. В. Функциональная роль трактора в формировании машинно-тракторного парка сельскохозяйственных организаций России / А. В. Лавров // Ресурсосберегающие технологии и техническое обеспечение производства зерна : сборник научных докладов Международной научно-технической конференции,

Москва, 05-06 октября 2010 года. – М. : Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2010. – С. 415-419.

3. УТО International [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yto.com.ru/> (дата обращения: 20.10.2024).

4. Компании – Тракторы УТО в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://promindex.ru/companies/traktori-yto-3212> (дата обращения: 20.10.2024).

5. Росспецмаш [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosspetsmash.ru/> (дата обращения: 20.10.2024).

6. Дидманидзе, О. Н. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, А. М. Карев // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии (см. в книгах). – 2015. – Т. 1, № 287-2. – С. 180-182.

7. Harvesting of mixed crops by axial rotary combines / N. Aldoshin, O. Didmanidze, B. Mirzayev, F. Mamatov // TAE 2019 - Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2019, Prague, 17-20 сентября 2019 года. – Prague: Czech University of Life Sciences Prague, 2019. – P. 20-25.

8. Арженовский, А. Г. Методы определения энергетических и топливно-экономических показателей машино-тракторных агрегатов / А. Г. Арженовский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 6. – С. 36-40.

Об авторах:

Лесунов Денис Игоревич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), DetaDetaRuss@mail.ru.

Научный руководитель – Манохина Александра Анатольевна, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доцент, доктор сельскохозяйственных наук, a.manokhina@rgau-msha.ru.

About the authors:

Denis I. Lesunov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), DetaDetaRuss@mail.ru.

Scientific advisor – Aleksandra A. Manokhina, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), associate professor, D.Sc. (Agricultural), a.manokhina@rgau-msha.ru.

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ БАЛАНСА ВРЕМЕНИ СМЕНЫ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ

Н. А. Майстренко, Р. Н. Дидманидзе, А. А. Вехов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье приводится статистический материал, полученный в результате обработки хронометражных листов, полученных в рамках проведения испытаний сельскохозяйственной техники на Владимирской машинно-испытательной станции.*

Исследованием установлено, что уменьшение массы улучшает динамические характеристики транспортно-технологических агрегатов, при опорожнении бункера его ускорение возрастает в 2 раза. Увеличение скорости движения агрегата снижает период выполнения отдельного элемента, входящего в состав баланса времени смены (время поворота, разворота, время чистой работы).

***Ключевые слова:** баланс времени смены, коэффициент использования времени смены, транспортно-технологический агрегат, изменение массы.*

DYNAMIC ANALYSIS OF THE ELEMENTS OF THE BALANCE OF THE TIME OF CHANGE OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL UNITS

N. A. Maystrenko, R. N. Didmanidze, A. A. Vekhov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article presents statistical material obtained as a result of processing time sheets obtained as part of testing agricultural machinery at the Vladimir Machine Testing Station.*

The study found that reducing the mass improves the dynamic characteristics of transport and technological units, and when emptying the hopper, its acceleration increases by 2 times. Increasing the speed of the unit reduces the period of execution of a separate element that is part of the shift time balance (turning time, U-turn time, clean work time).

***Keywords:** shift time balance, shift time utilization factor, transport and technological unit, mass change.*

Современное ведение сельскохозяйственного производства, невозможно без внедрения перспективных научно-обоснованных

технологий возделывания сельскохозяйственных культур [1].

Цель исследований. Определить функциональные зависимости баланса времени смены при внесении минеральных удобрений.

При анализе характеристик современных технических средств не предоставляется возможным определить истинную их производительность [2, 3].

Масса удобрений в разбрасывателе снижается с увеличением пройденного пути агрегатов в загоне, по следующей функциональной зависимости.

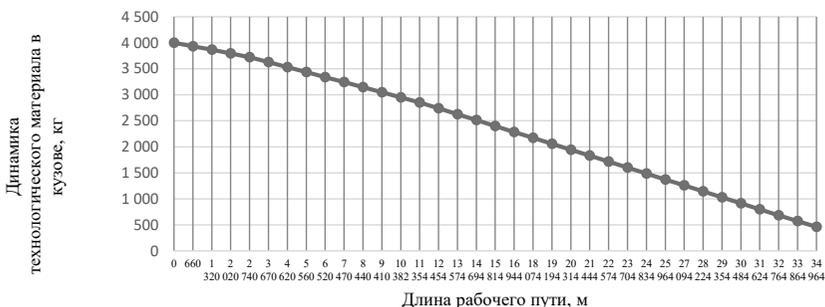


Рисунок 1 – Динамика изменения массы технологического материала

В результате обработки наблюдательных хронометражных листов, установлено влияние продолжительности периода поворота от массы материала, в соответствии с рисунком 2.

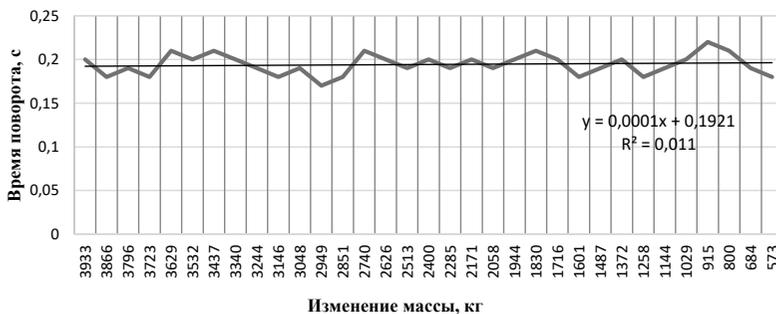


Рисунок 2 – Зависимость периода выполнения чистой работы от массы технологического материала

Аппроксимируя эту зависимость линейной регрессией, получено уравнение $y = 0,0001x + 0,1921$ [4].

На ряду с этим в исследовании проанализирована зависимость периода выполнения чистой работы от массы технологического материала, в соответствии с рисунком 3.

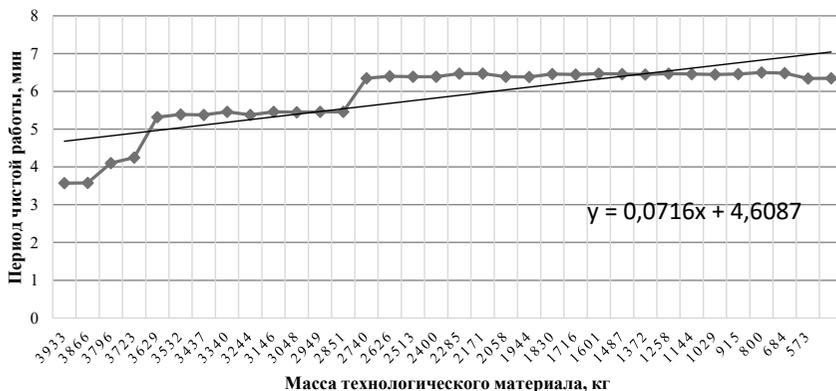


Рисунок 3 – Зависимость периода выполнения чистой работы от массы технологического материала

Изменение массы технологического материала влияет на эксплуатацию машинно-тракторных агрегатов. С учётом баланса мощности трактора в составе тягово-приводного агрегата неизбежны изменения динамических показателей.

Выводы.

1. Изменение в сторону уменьшения массы технологического материала улучшает динамические свойства машинно-тракторных агрегатов, наблюдается увеличение ускорения в 2 раза;
2. Повышение скорости агрегата уменьшает время поворота, разворота, время чистой работы;
3. Улучшение динамических свойств машинно-тракторных агрегатов сложно реализовать в связи с ограничениями по технике безопасности и агротехническими требованиями.

БИБЛИГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воротникова, О. С. Анализ транспортного обеспечения производственных процессов в условиях АО «Зеленоградское» / О. С. Воротникова, Н. А.

Майстренко // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2021. – Т. 68, № 4(45). – С. 62-67. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-4-62-67.

2. Паливец, М. С. Методы моделирования в водопользовании / М. С. Паливец. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. – 84 с. – ISBN 978-5-9675-1586-6.

3. Yeung, D. W. K. Subgame consistent cooperative solutions in stochastic differential games / D. W. K. Yeung, L. A. Petrosyan // Journal of Optimization Theory and Applications. – 120(3). – Pp. 651-666.

4. Бижаев, А. В. Проблемы выбора типа привода силового агрегата трактора на электрической тяге / А. В. Бижаев // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар : сборник статей, Москва, 22–24 января 2020 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2020. – С. 247-252.

5. Зангиев, А. А. Оптимизация состава и режимов работы средств для сбора, транспортировки и первичной переработки чайного листа / А. А. Зангиев, О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев. – М. : Издательство «Колос», 1995. – 132 с.

6. Дидманидзе, О. Н. Моделирование производственных процессов по уборке фруктов / О. Н. Дидманидзе, А. А. Зангиев, Н. Х. Сулейманов. – М. : Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 1998. – 114 с.

Об авторах:

Майстренко Николай Александрович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, nmaystrenko@rgau-msha.ru.

Дидманидзе Ремзи Назирович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат экономических наук, rdidmanidze@rgau-msha.ru.

Вехов Александр Анатольевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), vehov191617@mail.ru.

About the authors:

Nikolay A. Maystrenko, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), nmaystrenko@rgau-msha.ru.

Remzi N. Didmanidze, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Economics), rdidmanidze@rgau-msha.ru.

Alexander A. Vekhov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), vehov191617@mail.ru.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЯЛКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ МОБИЛЬНОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ: ФЕРМА ЦЕЛОТ, ЭРИТРЕЯ

Т. А. Медхн, А. Г. Левшин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В ходе исследования была проведена оценка точности пневматической сеялки в Эритрее с использованием пневматической сеялки Nardi Dora. Были собраны данные об отслеживании маршрута, после чего было проведено полевое обследование для подтверждения отклонений в ширине захвата. Результаты показали, что участки 11 и 10.4 имеют низкие средние абсолютные ошибки и минимальные стандартные отклонения, что отражает стабильную производительность. В отличие от этого, график 13 показал значительную изменчивость. Для повышения операционной эффективности рекомендации включают целенаправленное обучение, GPS-мониторинг в режиме реального времени, оценку эффективности и сотрудничество между операторами и лицами, принимающими решения.

Ключевые слова: оценка, пневматическая сеялка, повторяющиеся и незасеянные участки, маршруты отслеживания.

SEEDER EFFICIENCY ANALYSIS USING MOBILE TRACKING DATA: CELOT FARM, ERITREA

T. A. Medhn, A. G. Levshin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The study evaluated the accuracy of a pneumatic seeder in Eritrea using a Nardi Dora pneumatic seeder. Route tracking data was collected, after which a field survey was conducted to confirm deviations in the width of the grip. The results showed that sections 11 and 10.4 have low average absolute errors and minimum standard deviations, reflecting stable performance. In contrast, graph 13 showed significant variability. To improve operational efficiency, recommendations include targeted training, real-time GPS monitoring, performance assessment, and collaboration between operators and decision makers.

Keywords: assessment, pneumatic seeder, repetitive and unseeded areas, tracking routes.

Введение. Уровень механизации сельского хозяйства страны определяет ее способность выращивать сельскохозяйственную продукцию и увеличивать национальный валовой доход [1, 2], особенно для стран, экономика которых сильно зависит от сельского хозяйства, с неопределенными климатическими условиями, где не хватает таких ресурсов, как пахотные земли, и постепенным ростом населения. Несмотря на преимущества механизации сельского хозяйства, необходимо оценивать работу ферм, чтобы гарантировать эффективное использование техники и других ресурсов, таких как земля, энергия и рабочая сила. Оценка работы сельскохозяйственной техники позволяет вносить изменения в планировку полей и совершенствовать организацию и методы последующей эксплуатации. Оценка посевного оборудования в режиме реального времени или после его эксплуатации необходима для оптимизации посевных работ.

Точность посадки может быть достигнута за счет минимизации ошибок между маршрутами движения сеялки. Пространственные записи отслеживаемых маршрутов могут быть оценены на предмет точности [3], а степень пропусков (оставление неиспользованного пространства) или повторения (частичное или полное перекрытие маршрутов) определяет оперативную точность [4].

Внедрение технологии механизированной посадки в Эритрее продолжается уже несколько лет. Тем не менее, комплексные стратегии управления не поспевают за достижениями в области механизированной посадки. Оценка состояния сеялок в режиме реального времени и после их эксплуатации – довольно новое явление в сельском хозяйстве Эритреи, и было установлено, что уделять ей пристальное внимание крайне важно. Проведение исследований в этом отношении заложило бы прочную основу для лиц, принимающих решения, для улучшения организации производства, оптимизации использования ресурсов и, в конечном счете, повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Цель исследования – оценить точность работы пневматической сеялки путем изучения отклонений рабочей ширины от идеальной.

Методика. Исследование проводилось на ферме Целот, Эритрея, с использованием пневматической сеялки Nardi Dora Air Drill, приводимой в движение трактором New Holland T6090. Сеялка имела 40 сошников и рабочую ширину 6 метров [5]. Непредсказуемые осадки в Эритрее часто приводили к сухости и запыленности почвы во время посадки, что затрудняло использование механического маркера для

ориентирования оператора, поэтому во время эксперимента люди располагались вдоль направления работы (рисунок 1).



Рисунок 1 – Люди, стоящие на отмеченной линии, обозначенной маркером агрегата оборудования, служат ориентиром для оператора

Locus GIS offline land survey – data collector, mapper, area calculator, and SHP editor version 1.17.0 mobile application – было использовано для отслеживания маршрутов сеялки. Затем данные были экспортированы в Google Earth Pro и ArcGIS для дальнейшей обработки. Для оценки результатов посевных работ было проведено однодневное полевое обследование на ранней стадии роста сельскохозяйственных культур с целью сбора оперативной информации по выбранным участкам. Для дальнейшего подтверждения было проведено отслеживание специально выбранных промежутков между маршрутами трека, которые кажутся шире или уже, чем 6,15 м, в мобильном приложении (рисунок 2).

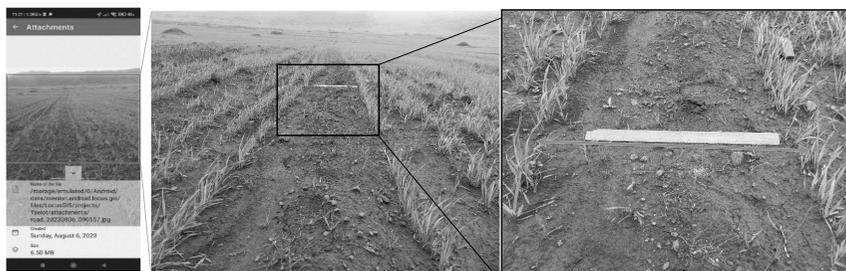


Рисунок 2 – Фотография отслеживаемого участка 11 с использованием опции прикрепления фотографий в мобильном приложении: правая сторона рисунка представляет собой снимок экрана мобильного устройства, а правая сторона – его увеличенный фрагмент

Участки с записями маршрутов показаны на рисунке 3. Темными линиями обозначены границы участка, а розовыми – отслеживаемые маршруты, записанные во время полевых работ с использованием приложения Locus GIS.

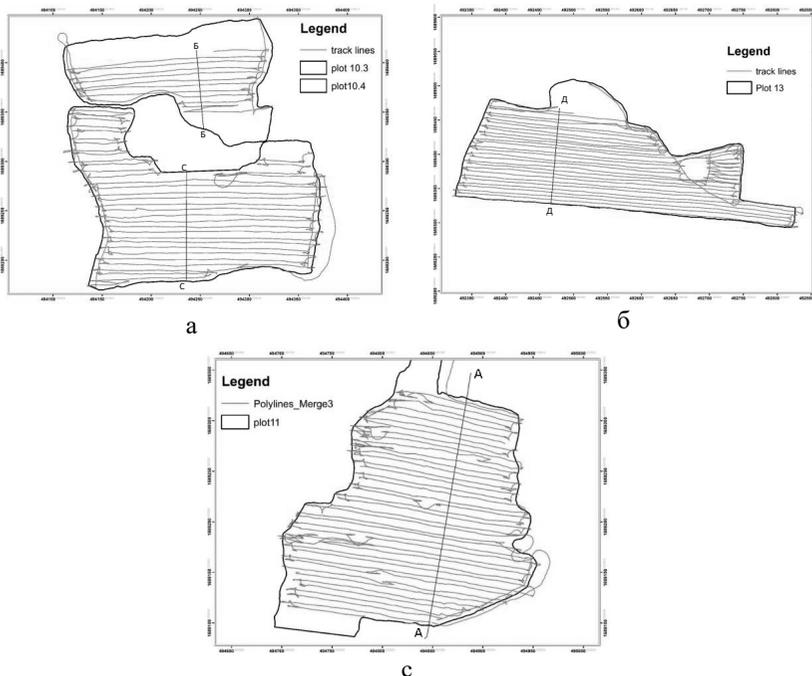


Рисунок 3 – Отслеженные маршруты оцениваемых участков

Расстояния были измерены между линиями маршрутов на пяти репрезентативных участках, в частности, вдоль линий Б-Б, С-С, А-А, и Д-Д, как показано на рисунке 3, а, b и с, соответственно. Отклонение ширины от идеальной было использовано для количественной оценки значений погрешности, которые включают как повторяющиеся или перекрывающиеся значения ширины, так и те, которые остались не выявленными. Отклонение рассчитывается по формуле $\text{Отклонение} = |x_i - \text{идеальная ширина}|$, где x_i представляет собой наблюдаемое значение, а идеальное расстояние между маршрутами составляет 6,15 м. Это гарантирует, что все отклонения будут положительными, устраняя любое отклонение в направлении (положительное или отрицательное).

Результаты и обсуждение. На рисунке 4 показаны средние значения рабочей ширины во время работы, показывающие, что оператор намеренно решил повторить определенные участки ширины, чтобы обеспечить полное покрытие и избежать незаполненных промежутков.

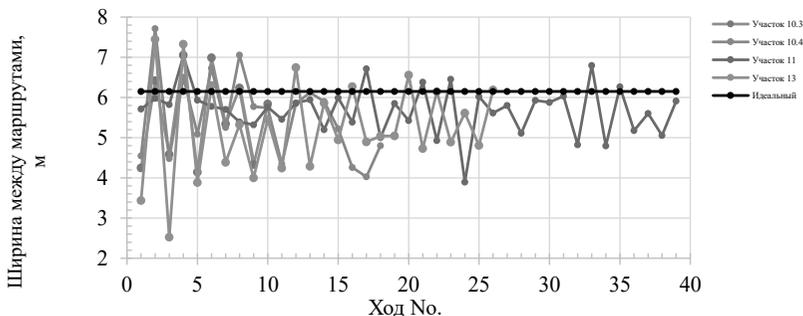


Рисунок 4 – Средняя рабочая ширина в процессе эксплуатации

Статистическая сводка. В таблице 1 представлена статистическая сводка с несколькими ключевыми описательными статистическими данными, позволяющими получить представление об основных тенденциях и изменчивости данных.

Чтобы оценить оперативную согласованность и точность в пределах каждого Участка и между Участками, были проанализированы SD и MAE абсолютных ошибок (AE). Анализ проводится для оценки согласованности и точности в пределах Участков и между Участками.

Таблица 1 – Статистическая сводка

Метрический	Участок 10,3	Участок 10,4	Участок 11	Участок 13
Рассчитывать	10	18	39	26
Средняя абсолютная ошибка (MAE)	1,05	1,00	0,61	1,20
Стандартное отклонение (SD)	0,72	0,66	0,46	0,88
Минимум	0,09	0,03	0,11	0,01
25 % (1 квартал)	0,44	0,39	0,26	0,55
50 % (медиана)	0,87	0,92	0,45	1,19
75 % (3 квартал)	1,76	1,59	0,86	1,68
Максимум	2,00	2,13	2,25	3,63

В рамках анализа каждого Участка

Стандартное отклонение абсолютных ошибок дает представление о том, насколько последовательно оператор выполнял задачу на каждом Участке, а значения и уровень относительной согласованности на каждом Участке и между Участками приведены в таблице 2. В зависимости от MAE и SD производительность сеялки при сохранении постоянной ширины захвата на каждом участке варьировалась, что отражает уровень отклонения от идеальной ширины в 6,15 метра. На основании этих показателей производительность машины оценивается от 1 до 4 (таблица 2).

В целом, анализ показывает, что сеялка достигла наиболее стабильной производительности на участках 11, где отклонение от заданной ширины было относительно низким, а вариабельность – минимальной. В отличие от этого, на других участках наблюдалась более высокая вариабельность, что указывает на большие проблемы с поддержанием постоянной рабочей ширины, особенно на участке 13.

Анализ промежутков между Участками

Чтобы понять, сохранялся ли одинаковый уровень точности и стабильности работы на всех Участках или показатели значительно различались, были проверены как MAE, так и SD, и был использован простой метод комбинированной оценки:

(Комбинированная балл(CS) = MAE + SD).

Значения MAE варьировались от 0,61 на участке 11 до 1,20 на участке 13, а значения SD варьировались от 0,456 на участке 11 до 0,88 на участке 13. Сеялка показала лучшие результаты на участке 11, набрав наименьший суммарный балл (1,07), что указывает на точность и последовательность работы.

Таблица 2 – Показатели производительности сеялки

Участок	MAE	SD	Интерпретация	CS	Ранг
11	0,61	0,46	Низкая изменчивость; очень последовательно	1,07	1
10.4	1,00	0,66	Умеренная изменчивость; последовательно	1,66	2
10.3	1,05	0,72	Умеренная изменчивость; довольно последовательно	1,77	3
13	1,20	0,88	Высокая изменчивость; непоследовательно	2,08	4

Однако с Участка 10.4 по Участок 13 было зафиксировано заметное снижение производительности, что указывает на увеличение количества ошибок и несоответствий.

Вывод. В заключение, анализ результатов посева позволил сделать несколько ключевых выводов:

- При сохранении заданной рабочей ширины в 6,15 метра наблюдались значительные различия в согласованности и точности.

- Участки 10.3 и 10.4 показали высокую производительность, характеризующуюся низкой средней абсолютной погрешностью (MAE) и минимальным стандартным отклонением (SD).

- Участок 13 показал наибольшее среднее отклонение и значительные колебания, что отражает значительные трудности с поддержанием точности.

В целом, эти результаты подчеркивают важность оценки как средних показателей, так и вариабельности для повышения операционной эффективности, а также улучшения управления растениеводством и стабильности урожайности.

Для повышения операционной эффективности необходимо выполнить несколько ключевых рекомендаций. Проводите целенаправленные тренинги для операторов, чтобы оптимизировать их навыки, и используйте собранные данные для определения критериев принятия обоснованных решений. Внедрите систему GPS-мониторинга в режиме реального времени для мгновенной корректировки и изучения факторов, влияющих на производительность, таких как тип почвы и усталость оператора. И, наконец, укрепляйте сотрудничество между операторами и лицами, принимающими решения, для обмена передовым опытом и продвижения культуры постоянного совершенствования сельскохозяйственной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Emami M. et al. Agricultural mechanization, a key to food security in developing countries: Strategy formulating for Iran // Agric Food Secur. – BioMed Central Ltd. – 2018. – Vol. 7, № 1.

2. Emami M. et al. Agricultural mechanization, a key to food security in developing countries: Strategy formulating for Iran // Agric Food Secur. – BioMed Central Ltd. – 2018. – Vol. 7, № 1.

3. Medhn, T.A. Analysis of the Level of Agricultural Mechanization in Eritrea Based on USDA Data Sources / T. A. Medhn, S. G. Teklay, M. T. Mengstu // European Journal of Agriculture and Food Sciences. – European Open Science Publishing. – 2023. – Vol. 5, № 6. – Pp. 39-46.

4. Yuzenko Y.A. et al. Method for assessing the performance of agricultural machinery // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Institute of Physics – 2022. – Vol. 1045, № 1.

5. Li Y. et al. Evaluation of Agricultural Machinery Operational Benefits Based on Semi-Supervised Learning // Agriculture (Switzerland). – MDPI. – 2022. – Vol. 12, № 12.

6. AMIA. Nardi Dora Air Drill | AMIA [Electronic resource] // AMIA Online Shop. 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agrimarketia.com/product/nardi-dora-air-drill/> (дата обращения: 15.12.2023).

7. Eritrea: ongoing research produces six high yield wheat varieties | ICARDA 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.icarda.org/media/news/eritrea-ongoing-research-produces-six-high-yield-wheat-varieties> (дата обращения: 15.12.2023).

8. Planning and Statistics Division. Ministry of Agriculture Annual Report 2015. – Asmara, 2016.

9. James Condra C. Influence of Planter Width, Planting Speed, and Perimeter-to-area Influence of Planter Width, Planting Speed, and Perimeter-to-area ratio on Field Efficiency for Row Crop Planters ratio on Field Efficiency for Row Crop Planters. 2017.

10. Harvesting of mixed crops by axial rotary combines / N. Aldoshin, O. Didmanidze, B. Mirzayev, F. Mamatov // TAE 2019 - Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2019, Prague, 17-20 сентября 2019 года. – Prague: Czech University of Life Sciences Prague, 2019. – P. 20-25.

11. Aldoshin, N. Harvesting Lupinus albus axial rotary combine harvesters / N. Aldoshin, O. Didmanidze // Research in Agricultural Engineering. – 2018. – Vol. 64, No. 4. – P. 209-214. – DOI 10.17221/107/2017-RAE.

Об авторах:

Медхн Тесфит Асрат, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), noahtesas@gmail.com.

Левшин Александр Григорьевич, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, alevshin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Tesfit A. Medhn, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), noahtesas@gmail.com.

Alexander G. Levshin, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), alevshin@rgau-msha.ru.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КАВИТАЦИОННОГО ПАСТЕРИЗАТОРА МОЛОКА

М. М. Михалев

Научный руководитель – С. А. Андреев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Отмечена роль пастеризации при проведении первичной обработки молока в условиях малых животноводческих ферм. Сформулирована задача энергосбережения процесса пастеризации и упрощения оборудования для его осуществления. Предложено использовать явление выделения тепловой энергии при кавитации в потоке молока для его локального нагрева до температуры пастеризации. Рассмотрена возможность стабилизации температуры пастеризации посредством автоматического изменения скорости истечения молока.

Ключевые слова: молоко, пастеризация, энергосбережение, кавитация, температура, скорость истечения, автоматизация.

AUTOMATION OF CAVITATION MILK PASTEURIZER

M. M. Mikhalev

Scientific advisor – S. A. Andreev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The role of pasteurization in the primary processing of milk in small livestock farms is noted. The problem of energy saving of the pasteurization process and simplification of the equipment for its implementation is formulated. It is proposed to use the phenomenon of thermal energy release during cavitation in the milk flow for its local heating to the pasteurization temperature. The possibility of stabilizing the pasteurization temperature by automatically changing the milk flow rate is considered.

Keywords: milk, pasteurization, energy saving, cavitation, temperature, flow rate, automation.

Важной технологической операцией современного молочного производства является пастеризация. Пастеризация позволяет существенно увеличить срок пищевой пригодности молока за счет уничтожения вегетативных форм микроорганизмов при одновременном сохранении молочной микрофлоры, питательных и вкусовых свойств продукта [1]. И если в начале своей истории пастеризация применялась

исключительно на крупных животноводческих предприятиях, то сегодня ее успешно используют на малых фермах при содержании нескольких коров. Для проведения пастеризации современная промышленность предлагает широкий спектр разнообразного оборудования. Для малых ферм выпускаются пастеризаторы с паровыми пластинчатыми элементами, с трубчатыми электронагревателями, индукционные, микроволновые и инфракрасные устройства [2].

Следует отметить, что пастеризация является довольно энергоемким процессом. Известно, что общие энергетические затраты на нагрев, охлаждение и перекачивание одного литра молока достигают 0,8...1,3 кВт ч. Кроме того, эксплуатация пастеризатора в условиях семейной фермы часто оказывается низкоэффективной вследствие большого объема вспомогательных операций: подготовке пастеризатора к работе, прогреву его элементов, наладке охладителя, промывки трубчатой системы и др. Несмотря на постоянное совершенствование конструкций пастеризаторов, они остаются сложными устройствами, требующими квалифицированного обслуживания. Принимая во внимание вышеперечисленные обстоятельства, можно сделать вывод, что задача разработки энергоэффективных и простых в эксплуатации пастеризаторов для малых семейных ферм является актуальной.

Одним из перспективных способов получения тепловой энергии для нагрева молока при пастеризации может послужить явление кавитации [3]. Кавитация заключается в образовании и разрыве пузырьков (пустот) в жидкостях вследствие местного понижения давления. Возникновению кавитации способствует наличие растворенного в жидкости воздуха, который выделяется при уменьшении давления. В присутствии микроскопических пузырьков кавитация может возникнуть при давлениях, значения которых превышают давления насыщенного пара. При схлопывании пузырька внутри него возникает область с температурой, достигающей 500...800 °С [4]. Разумеется, столь высокая температура для пастеризации молока не требуется. Но при кавитации и не происходит нагрев жидкости до таких температур, поскольку указанные значения характеризуют исключительно локальный, микроскопический нагрев. Вместе с тем, температура молока с происходящей в нем кавитацией может доведена до 85...90°С, чего вполне достаточно для кратковременной пастеризации.

На этом принципе основано действие кавитационных теплогенераторов, используемых в автономных системах отопления. При этом избыточное давление создается насосом, а область кавитации

образуется благодаря трубопроводам соответствующих диаметров и конфигураций. Для повышения эффективности получения тепловой энергии на пути следования жидкости устанавливается препятствие, характеризующееся рассчитанными формой и размерами.

При создании условий возникновения кавитации в пастеризуемом молоке насос может быть исключен. В таком случае избыточное давление создается разностью высот установки подающего и приемного резервуаров, а молоко по трубопроводу движется самотеком. Единственные энергетические затраты при работе такого пастеризатора определяются предшествующим началу пастеризации подъемом молока на высоту подающего резервуара.

В условиях семейной фермы подающий резервуар может быть установлен на уровне земли, а приемный – в погребе или ином заглубленном месте, где для охлаждения молока легко использовать естественный холод.

Для нагрева молока до температуры пастеризации диаметр трубопровода в рабочей зоне должен быть существенно уменьшен. К сожалению, это снижает производительность процесса, но зато исключает участие в нем человека до пастеризации новой партии молока. Расчеты показали, что при наличии трех коров со средней молочной производительностью получаемый объем молока может быть пастеризован в интервалах времени между тремя дойками в течение суток.

Поскольку начальная температура молока в подающем резервуаре, а также температура окружающей среды не постоянны, температурный режим пастеризации должен быть стабилизирован. Стабилизацию температуры предложено поддерживать автоматически, применяя принцип формирования управляемого воздействия по отклонению управляемой величины. Для реализации этого принципа необходимо измерить температуру молока на выходе из области кавитации, сравнить ее с заданным значением и произвести изменение скорости истечения молока из подающего резервуара посредством регулирования расхода. Работа замкнутой системы автоматического управления температурой в кавитационном пастеризаторе также может быть независимой от внешних источников энергии. В таком случае для контроля температуры следует использовать термоэлектрический преобразователь на эффекте Пельтье [5], а для регулирования расхода – электромагнитный клапан с переменным рабочим сечением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбатова, К. К. Биохимия молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова. – СПб : ГИОРД, 2010. – 334 с.
2. Пономарев, А. Н. Современные технологии и оборудование для производства питьевого молока / А. Н. Пономарев. – М. : ДеЛи принт, 2004. – 179 с.
3. Пирсол, И. Кавитация / И. Пирсол. – Пер. с англ. – М. : Мир, 1975. – 95 с.
4. Радзюк, А. Ю. Современное состояние использования кавитационных технологий / А. Ю. Радзюк, Е. Б. Истягина // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333, № 9. – С. 209-218.
5. Патент на полезную модель № 138737 U1 Российская Федерация, МПК F24В 5/06. Отопительно-варочная печь : № 2013141054/03 : заявл. 06.09.2013 : опубл. 20.03.2014 / С. А. Андреев, Ю. А. Судник, Е. А. Петрова [и др.].
6. Поцелуев, А. А. Система водо- и теплообеспечения технологических процессов обслуживания КРС / А. А. Поцелуев, И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 59-66.
7. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
8. Поцелуев, А. А. Переработка молока в фермерском хозяйстве / А. А. Поцелуев, И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова // Современная техника и технологии. – 2016. – № 3(55). – С. 102-106.

Об авторах:

Михалев Михаил Михайлович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), mikhalev_mikhail@inbox.ru.

Научный руководитель – Андреев Сергей Андреевич, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, energo-andreev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Mikhail M. Mikhalev, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), mikhalev_mikhail@inbox.ru.

Scientific advisor – Sergej A. Andreev, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), energo-andreev@rgau-msha.ru.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИСАДКИ К МОТОРНОМУ МАСЛУ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВС

Е. А. Музалев¹, Е. С. Сытьков², А. А. Вехов¹

Научный руководитель – А. М. Пикина¹

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва Российская Федерация

***Аннотация.** На сегодняшний день в условиях импортозамещения в Российской Федерации остро стоит вопрос улучшения свойств моторных масел, и соответственно, повышения физико-химических свойств присадок, из которых они состоят. Антифрикционные присадки влияют на ресурс двигателя, уменьшение шума и количества вредных выбросов в атмосферу, повышение смазочных свойств трущихся поверхностей узлов трения, снижение температуры в зоне трения, уменьшение расхода топлива.*

***Ключевые слова:** присадка, моторное масло, смазочные материалы.*

DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF ADDITIVE TO ENGINE OIL ON THE CHARACTERISTICS OF THE ENGINE

E. A. Muzalev^a, E. S. Sytkov^b, A. A. Vekhov^a

Scientific advisor – A. M. Pikina^a

^aRussian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

^bKosygin Russian State University (Technologies. Design. Art), Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Today, under the conditions of import substitution in the Russian Federation, there is an acute issue of improving the properties of motor oils, and, accordingly, increasing the physical and chemical properties of additives, of which they are composed. Antifriction additives affect the engine life, reduce noise and the amount of harmful emissions into the atmosphere, increase the lubricating properties of the rubbing surfaces of friction units, reduce the temperature in the friction zone, reduce fuel consumption.*

***Keywords:** additive, engine oil, lubricants.*

Введение. Снижение надежности машин и оборудования в целом определяется скоростью изнашивания деталей. Износ является самым

распространенным видом разрушения поверхностей. Он определяет срок службы большинства деталей и агрегатов.

Снижение износа двигателей внутреннего сгорания является основным условием для повышения надежности и получения максимального экономического эффекта от их использования. Одним из эффективных методов снижения износа поверхностей деталей узлов трения в процессе эксплуатации является использование смазочных материалов и высокоэффективных присадок к ним.

Материалы и методы. Целью исследований являлось определение влияния антифрикционной присадки в составе моторного масла на характеристики двигателя внутреннего сгорания.

В качестве материалов и объекта для проведения испытаний были выбраны: разработанная антифрикционная присадка, моторное масло Лукойл, двигатель ВАЗ.

В работе проведены сравнительные испытания двигателя с моторным маслом без добавления в него антифрикционной присадки и с антифрикционной присадкой.

Результаты и обсуждение. При проведении испытаний двигателя ВАЗ на моторном масле Лукойл с добавлением присадки зафиксировано следующее:

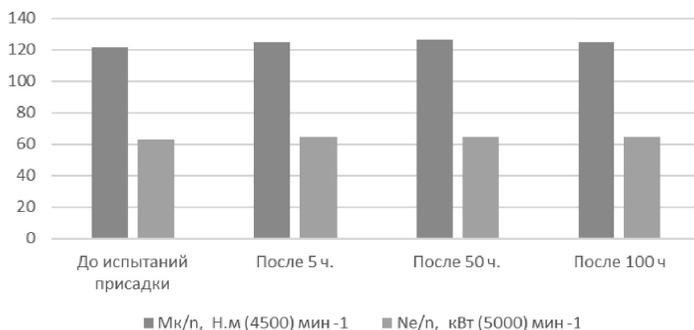


Рисунок 1 – Диаграмма изменения мощности и крутящего момента ДВС

Крутящий момент (M_k) после введения присадки в моторное масло увеличился на 2,9 %. Мощность (N_e) после введения присадки в моторное масло повысилась на 3,98 %. Удельный расход топлива уменьшился на 6,8 %.

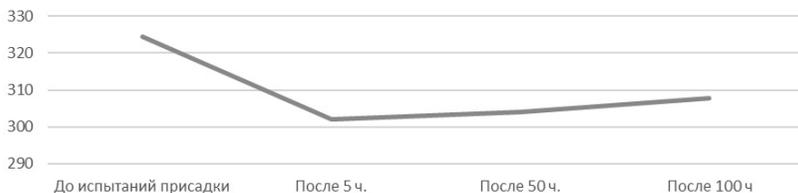


Рисунок 2 – График изменения удельного расхода топлива при добавлении антифрикционной присадки к моторному маслу

Таблица 1 – Изменение показателей двигателя при 100-часовых испытаниях

Время (ч)	До испытаний присадки	После 5 ч.	После 50 ч.	После 100 ч.
Удельный расход топлива за цикл (г/кВт·ч)	289,5 ± 1,6	292 ± 1,6	289,1 ± 1,1	291,1 ± 1,4
Крутящий момент двигателя на режимах 4 и 7				
На режиме 5000 мин ⁻¹ (Н·м)	123,4 ± 1,3	127,2 ± 1,1	127,1 ± 1,1	124,7 ± 1,3
На режиме 3800 мин ⁻¹ (Н·м)	120,8 ± 0,7	123,9 ± 0,8	121,1 ± 0,4	121,7 ± 0,6

Заключение. Крутящий момент после 5 часов испытаний вырос в среднем на 3 %, после 50 и 100 часов начал постепенно уменьшаться;

Мощность двигателя после 5 часов испытаний возросла в среднем на 4...5 %, после 50 и 100 часов начала постепенно снижаться.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гайдар, С. М. Консистентные смазки с наномодифицированным дисульфидом молибдена / С. М. Гайдар // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 4. – С. 27-29.

2. Гайдар, С. М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Гайдар Сергей Михайлович. – Москва, 2011. – 433 с.

3. Карелина, М. Ю. Исследование эффективности триботехических препаратов на основе наноматериалов / М. Ю. Карелина, С. М. Гайдар // Грузовик. – 2015. – № 4. – С. 17-29.

4. Гайдар, С. М. Применение нанотехнологий для повышения надежности машин и механизмов / С. М. Гайдар // Грузовик. – 2010. – № 10. – С. 38-41.

5. Повышение износостойкости узлов трения / С. М. Гайдар, М. Ю.

Карелина, Е. А. Петровская, Э. А. Зиятдинов // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 122. – С. 40-47.

6. Карелина, М. Ю. Технология повышения износостойкости поверхностей трибосопряжений физико-химическим методом / М. Ю. Карелина, С. М. Гайдар // Грузовик. – 2015. – № 3. – С. 12-16.

7. Карелина, М. Ю. Исследование влияния наноструктурирования поверхностей трибосопряжений на эксплуатационные характеристики двигателей / М. Ю. Карелина, С. М. Гайдар, А. В. Пыдрин // Грузовик. – 2015. – № 2. – С. 29-37.

8. Гайдар, С. М. Адсорбция фтор-ПАВ и ее влияние на смазку трибосопряжений в условиях граничного и гидродинамического трения / С. М. Гайдар, А. А. Волков, М. Ю. Карелина // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 118. – С. 113-124.

9. Использование наноматериалов в качестве присадок к маслам для уменьшения трения в трибосопряжениях / С. М. Гайдар, В. Н. Свечников, А. Ю. Усманов, М. И. Иванов // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 35-37.

10. Жерновников, Д. Н. Защита стали от атмосферной коррозии летучим ингибитором коррозии ИФХАН-114 / Д. Н. Жерновников // Державинский форум. – 2019. – Т. 3. – № 9. – С. 105-112.

11. Исследование синергетического эффекта контактных ингибиторов анодного и катодного действия при защите стали от коррозии / С. М. Гайдар, В. Е. Коноплев, Д. И. Петровский, И. А. Посунько, А. М. Пикина // Коррозия: материалы, защита. – 2021. – № 12. – С. 10-14.

12. Патент № 2266527 С1 Российская Федерация, МПК G01L 3/24, G01M 15/00. Способ определения мощности двигателя внутреннего сгорания : № 2004122376/28 : заявл. 21.07.2004 : опубл. 20.12.2005 / Н. В. Щетинин, А. Г. Арженовский, Д. О. Мальцев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия» (ФГОУ ВПО АЧГАА).

13. Патент № 2361187 С1 Российская Федерация, МПК G01M 15/04. Способ определения мощности двигателя внутреннего сгорания : № 2007146150/06 : заявл. 11.12.2007 : опубл. 10.07.2009 / Н. В. Щетинин, А. Г. Арженовский, Д. В. Казаков [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия» (ФГОУ ВПО АЧГАА).

14. Посунько, И. А. Влияние внутренних и внешних факторов на коррозионно-механическое изнашивание деталей топливной системы / И. А. Посунько, А. М. Пикина // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию В.А. Михельсона, Москва, 09-11 июня 2020 года. Том 2. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – С. 339-344.

Об авторах:

Музалев Егор Алексеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Сытьков Евгений Сергеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (119071, Российская Федерация, г. Москва ул. Малая Калужская, д.1).

Вехов Александр Анатольевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Пикина Анна Михайловна, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, techmash@rgau-msha.ru.

About the authors:

Egor A. Muzalev, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Evgenii S. Sytkov, student, Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art) (119071, Russian Federation, Moscow, Malaya Kaluzhskaya str., 1).

Aleksandr A. Vekhov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Anna M. Pikina, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), techmash@rgau-msha.ru.

ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

С. И. Некрасов, А. С. Апатенко

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В работе рассматривается влияние показателей надежности транспортных машин на эффективность процесса перевозки сельскохозяйственной продукции. В исследовании анализируются ключевые показатели надежности, такие как частота отказов и время безотказной работы, а также их влияние на перевозку. Установлено, что повышение надежности способствует снижению потерь, увеличению скорости доставки и снижению затрат, что в свою очередь повышает производительность и конкурентоспособность предприятия. Также представлены рекомендации по оптимизации выбора транспортных средств.*

***Ключевые слова:** надежность, транспортные машины, эффективность, процесс перевозки, сельскохозяйственная продукция, показатели надежности, логистика, транспортировка.*

INFLUENCE OF RELIABILITY INDICATORS OF TRANSPORT MACHINES ON THE EFFICIENCY OF THE PROCESS OF TRANSPORTATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS

S. I. Nekrasov, A. S. Apatenko

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The paper examines the impact of reliability indicators for transport vehicles on the efficiency of transportation of agricultural products. It analyzes key indicators such as reliability and uptime and their impact on transport. It has been found that increasing reliability can reduce losses, speed up delivery and lower costs, which increases productivity and competitiveness. Recommendations for selecting vehicles are also provided.*

***Keywords:** reliability, vehicles, efficiency, agricultural products, indicators, transportation, logistics.*

Сельское хозяйство является одной из основополагающих отраслей экономики, обеспечивающей продовольственную безопасность и развитие сельских территорий [1, 2]. Эффективная транспортировка

сельскохозяйственной продукции представляет собой сложный процесс, в котором надежность транспортных машин играет критически важную роль. Введение современных технологий и подходов в логистику помогает минимизировать риски и потери, но без должной надежности транспортных средств достичь желаемых результатов невозможно. Настоящее исследование направлено на детальное изучение влияния показателей надежности транспортных машин на эффективность перевозки сельскохозяйственной продукции [3, 4]. Рассматривая различные аспекты, такие как частота отказов, среднее время безотказной работы и ремонтпригодность, стремясь выявить наиболее важные факторы, оказывающие влияние на процесс перевозки. Учитывая растущие требования рынка и потребителей, а также необходимость адаптации к новым условиям, данное исследование призвано обеспечить основу для повышения эффективности логистических операций и увеличения конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий [5-8].

Исследования отказов транспортных машин относительно пробега показали, что существует прямая зависимость между показателями одометра и частотой отказов, что подтверждает важность регулярного мониторинга и обслуживания транспортных средств. В ходе статистического исследования было проанализировано 306 грузовых автомобилей, включая 118 KAMAZ, 64 Scania, 121 Mercedes и другие марки. Сбор данных начался с момента формирования автопарка 20 июня 2021 года и продолжается до настоящего времени. Средний пробег этих транспортных средств составил 700 тыс. км. В процессе анализа были собраны сведения о пробеге, времени на устранение неисправностей, а также сформированы характерные группы для различных агрегатов, узлов и систем. На основе полученных данных были построены диаграммы, отображающие распределение замен в зависимости от пробега, выявлено, что увеличение пробега транспортных машин часто приводит к накоплению износа ключевых узлов и агрегатов, что, в свою очередь, повышает вероятность отказов и снижает общую надежность.

Исследование отказов относительно пробега показало следующую зависимость – пиковое количества отказов у всех рассмотренных машин приходится на пробег 320...490 тыс. км.

Оценка отказов и их трудоемкость устранения позволяет определить наименее надежные узлы и агрегаты автомобилей, требующие

особого внимания при подготовки транспортного средства к выпуску в рейс.

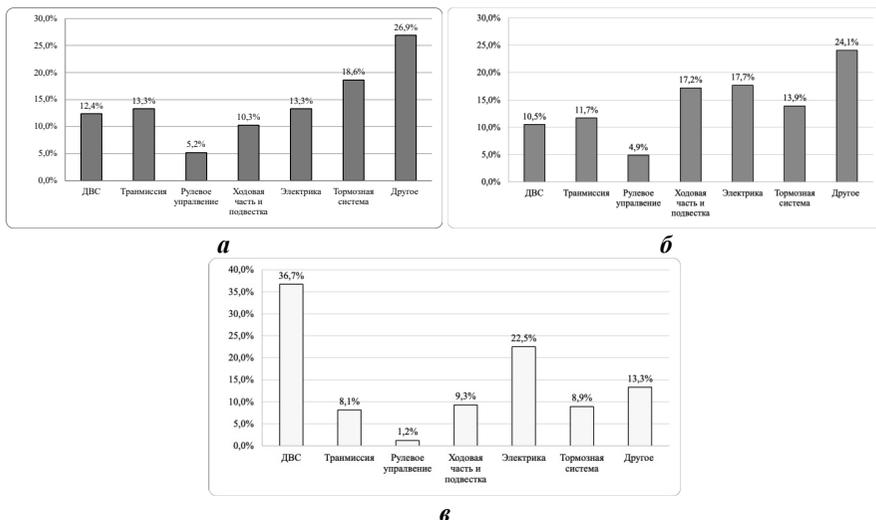


Рисунок 1 – Распределение отказов в зависимости от марки
а – KAMAZ; *б* – Mercedes; *в* – Scania

Таблица 1 – Показатели надежности транспортных средств

Марка	Кол-во ремонтно-тех- нических воздействий, чсл. Ч	Затраты на ремонтно- технические воздей- ствий, рублей	Среднее число отказов на один автомобиль, ед.	Средний пробег, км	Средний пробег до первого отказа, км	КТГ
KAMAZ	9591,71	74461057,71	16,1	558292	121429,84	0,94
MERCEDES	16732,1	90738441	27,7	1138100	204657,02	0,92
SCANIA	5297,38	53262193,43	13,8	1214448,8	303661,53	0,95

На основе проведенного статистического исследования 306 грузовых автомобилей можно сделать несколько важных выводов. Во-первых, средний пробег в 700 тыс. км указывает на высокую эксплуатационную нагрузку, что требует регулярного технического обслуживания для обеспечения надежности и безопасности машин. Во-вторых,

выявленные данные о пробеге и времени устранения неисправностей позволяют более точно планировать профилактические ремонты, что может снизить вероятность неожиданных поломок и, как следствие, уменьшить затраты на обслуживание. Наконец, построенные диаграммы распределения замен в зависимости от пробега обеспечивают наглядное представление о сроках службы отдельных агрегатов и узлов, что может помочь в оптимизации процессов управления автопарком и в принятии более обоснованных решений по замене оборудования [9]. В целом, результаты исследования подчеркивают важность систематического мониторинга и анализа данных для повышения надежности и экономической эффективности эксплуатации грузовых автомобилей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Севрюгина, Н. С. Оценка эффективности различных научных теорий в исследованиях характеристик надежности элементной базы и систем транспортных и технологических машин / Н. С. Севрюгина, Н. С. Кулева // Мир транспорта и технологических машин. – 2016. – № 1(52). – С. 70-77.

2. Информационный банк параметрических данных для контроля ресурсного нагружения элементов технических систем технологических машин / А. С. Апатенко, Н. С. Севрюгина, А. В. Миронов, О. А. Ступин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2021. – № 7. – С. 24-29. – DOI 10.31044/1684-2561-2021-0-7-24-29.

3. Некрасов, С. И. Многоуровневая логистическая система, как основа рационального распределения и контроля целевого использования производственных ресурсов / С. И. Некрасов, В. И. Горностаев, А. В. Анисимов // Международный технический журнал. – 2023. – № 1(87). – С. 23-35. – DOI 10.34286/2949-4176-2023-87-1-23-35.

4. Некрасов, С. И. Разработка программно-аппаратного комплекса для рационального распределения и контроля целевого использования производственных ресурсов в АПК / С. И. Некрасов // Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые, мелиоративные машины и робототехнические комплексы: Сборник статей 26-ой Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 12-13 мая 2022 года. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. – С. 373-376.

5. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

6. Дидманидзе, О. Н. Пути развития транспортных энергоустановок / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов. – М. : ООО «Триада», 2006. – 64 с. – ISBN 5-9546-0035-X.

7. Дидманидзе, О. Н. Тенденции и пути развития современных электромобилей / О. Н. Дидманидзе, Е. А. Пучин, С. А. Иванов. – М. : Триада, 2006. – 64 с. – ISBN 5-9546-0035-X.

8. Дидманидзе, О. Н. Повышение эффективности производственных процессов по надежному снабжению населения продуктами виноградарства в условиях Азербайджана / О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2003. – 115 с. – ISBN 5-9546-0012-0.

9. Nekrasov, S. I. Use of simulation modeling techniques in solving optimization problems of transport support / S. I. Nekrasov, V. I. Gornostaev // Digital Technologies in Agriculture of the Russian Federation and the World Community, Stavropol, 27-30 сентября 2021 года. Vol. 2661. – Stavropol : AIP PUBLISHING, 2022. – Pp. 040007.

Об авторах:

Некрасов Сергей Игоревич, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), sergej.nekrasov@rgau-msha.ru.

Апатенко Алексей Сергеевич, заведующий кафедрой технического сервиса машин и оборудования ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, доцент, a.apatenko@rgau-msha.ru.

About the authors:

Sergey I. Nekrasov, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), sergei.nekrasov@rgau-msha.ru.

Alexey S. Apatenko, Head of Department of Mechanical Engineering and Power Engineering, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), associate professor, a.apatenko@rgau-msha.ru.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ НА ОСНОВЕ МИКРО-ПЛК ПР200

А. В. Нестеренко¹, Е. А. Шабаетв¹,
В. Н. Беленов², Н. Е. Пономарева²

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», п. Персиановский, Российская Федерация

Аннотация. Разработана схема управления электроприводами поточной линии приготовления кормов на основе микро-ПЛК ПР200. Описаны особенности цепей управления и сигнализации, построенных на базе программируемых реле. Отмечены основные преимущества автоматизированных систем управления, выполненных на микро-ПЛК, по отношению к релейно-контактным схемам.

Ключевые слова: автоматизация, кормопроизводство, система управления, электропривод, микро-ПЛК, программируемое реле.

AUTOMATION OF THE FEED PRODUCTION LINE BASED ON THE MICRO-PLC PR200

A. V. Nesterenko^a, E. A. Shabaev^a, V. N. Belenov^b, N. E. Ponomareva^b

^aRussian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

^bDon State Agrarian University, s. Persianovsky, Russian Federation

Abstract. A control circuit for electric drives of a feed preparation flow line has been developed based on the micro-PLC PR200. The features of control and signaling circuits built on the basis of programmable relays are described. The main advantages of automated control systems implemented on a micro-PLC in relation to relay-contact circuits are noted.

Keywords: automation, feed production, control system, electric drive, micro-PLC, programmable relay.

Эффективность сельскохозяйственного производства и обеспечение высокого качества продукции напрямую зависят от уровня автоматизации технологических процессов. В последние десятилетия автоматизация производства кормов становится все более востребованной в сфере АПК, поскольку позволяет значительно снизить затраты на оплату труда, улучшить качество кормов и повысить производительность. Для поточных линий в кормопроизводстве требуется надежная

автоматизированная система управления (АСУ), обеспечивающая персонал информацией о протекании технологического процесса, позволяющая свести к минимуму участие человека и уменьшить риск поломок и аварий [3, 4].

На рисунке 1 представлена технологическая схема поточной линии приготовления кормов. В данной схеме обозначены основные элементы и направления движения компонентов, что упрощает понимание технологического процесса: 1 – заслонка завальной ямы; 2 – нория зерна; 3 – дробилка; 4 – бункер-питатель; 5 – транспортер неизмельченного силоса; 6 – соломосилосорезка; 7 – транспортер измельченного силоса; 8 – транспортер-смеситель кормов; 9 – выгрузной транспортер; 10 – кормораздатчик.

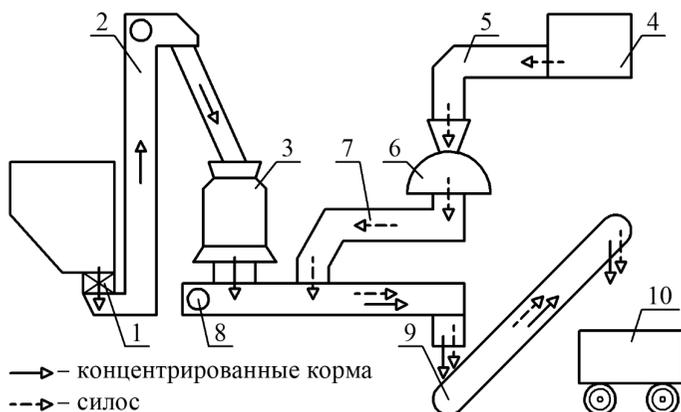


Рисунок 1 – Технологическая схема поточной линии

Технологический процесс предусматривает наличие двух потоков продуктов в линии (рисунок 1). Первый поток: из завальной ямы через заслонку 1 зерно норией 2 подается в дробилку 3. Полученная дерть поступает далее в смеситель 8 и на выгрузной транспортер 9, а затем в раздатчик кормов 10. Второй поток: силос, солома из бункера питателя 4 скребковым транспортером 5 подается в соломосилосорезку 6. Измельченный силос, солома скребковым транспортером 7 подается в смеситель 8, затем на выгрузной скребковый транспортер 9 и в раздатчик кормов 10.

При разработке АСУ рассматриваемой поточной линии следует учитывать следующие основные требования к системе управления:

- предусмотреть совместную и раздельную работу обоих

потоков продуктов;

- пуску поточной линии должен предшествовать предупредительный сигнал;
- включение машин и механизмов, находящихся по потоку до дробилки и соломосилосорезки, должно осуществляться с выдержками времени, необходимыми для разгона последних;
- отключение схемы должно происходить в ручном режиме по сигналу оператора и в автоматическом – при заполнении кормораздатчика и срабатывании датчика уровня корма;
- остановка линии должна осуществляться после очистки тракта от продукта.

Для автоматизации поточных линий перспективно использование программируемых логических контроллеры (ПЛК) в качестве управляющих устройств. При этом важную роль в эффективности применения современных цифровых средств автоматизации оказывают правильное проектирование систем управления и выбор технических средств автоматизации, обеспечивающих необходимые требования к технологическому процессу и экономическую целесообразность [5, 6].

Целью данной работы является разработка на базе программируемых логических контроллеров АСУ поточной линией приготовления кормов (рисунок 1), удовлетворяющей представленным выше требованиям, а также обеспечивающей дополнительный функционал, который позволяет повысить гибкость управления и обеспечивает выявление аварийных событий.

Автоматизации поточной линии выполнена на основе программируемого реле ПР200 компании «ОВЕН» [2]. ПР200 относится к классу свободно программируемых устройств, микро-ПЛК. Программируемое реле ПР200 обладает широкими возможностями конфигурации, что позволяет создать гибкую и надежную систему управления с высокой скоростью реакции на изменения в производственном процессе. Логика работы системы управления реализована на программном уровне с использованием ПО OwenLogic и языка графического языка FBD диаграмм функциональных блоков [1].

На рисунке 2 представлена схема (без силовых цепей) системы управления поточной линией на основе ПР200 (А1). Для увеличения количества входов/выходов использован модуль расширения ПРМ-1 (А2). Сигналы кнопок SB1–SB4, переключателя управления SA1, датчика SL1 уровня корма и контактов магнитных пускателей KM1–KM6 поступают на дискретные входы программируемого реле и модуля

расширения. Их выходы управляют магнитными пускателями, устройствами световой (HL1–HL13) и звуковой (HA10) сигнализации.

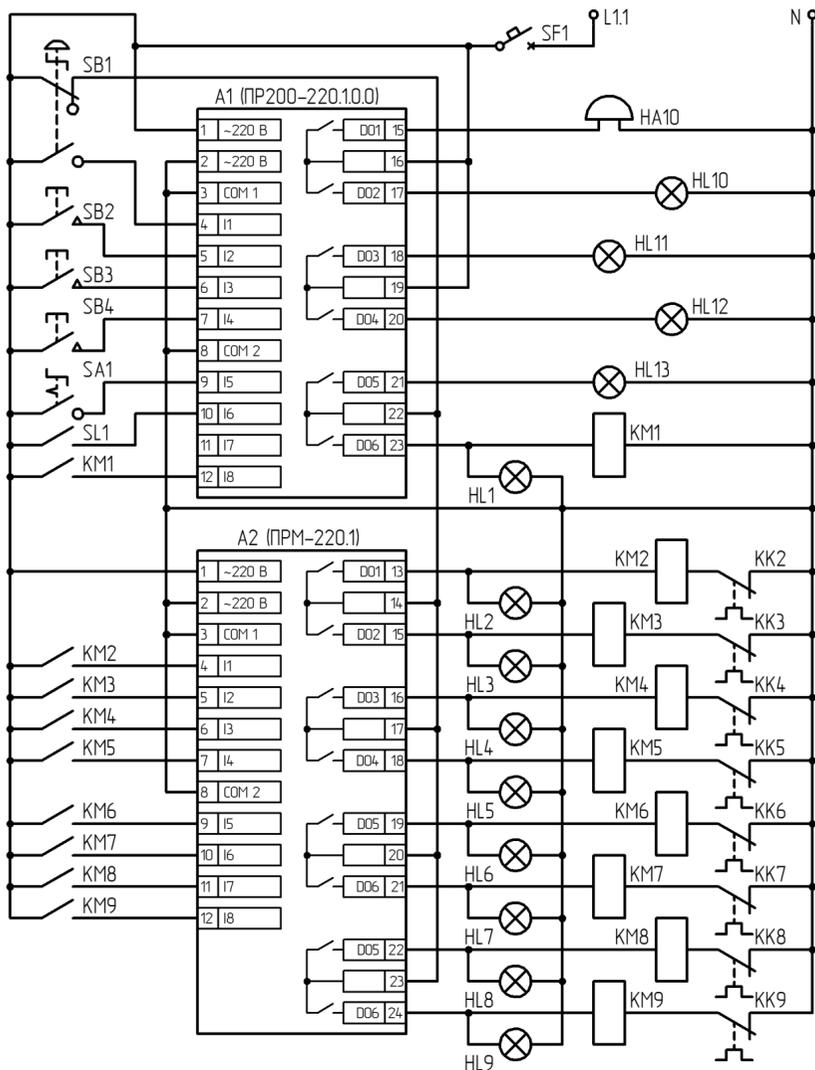


Рисунок 2 – Цепи управления АСУ поточной линией на основе PR200 с модулем PRM-1

Через нормально замкнутый контакт кнопки SB1 «СТОП» питание поступает на релейные выходы PR200 и PRM-1, которые

коммутируют цепи питания катушек магнитных пускателей. Такое подключение обеспечивает отключение электроприводов при нажатии кнопки «СТОП» даже в случае неисправности цифрового устройства управления. Нормально разомкнутый контакт SB1, подключенный к дискретному входу ПР200, позволяет идентифицировать нажатие аварийной стоповой кнопки.

С помощью кнопок SB2 «ЗАПУСК» и SB3 «ОСТАНОВ» осуществляется включение и отключение электроприводов поточной линии в автоматическом режиме работы. Последовательным нажатием кнопки SB4 «ВЫБОР» производится изменение задействованных потоков продуктов, о чем сигнализируют лампы HL11 и HL12. Переключателем SA1 «РЕЖИМ» производится перевод с автоматического управления электроприводами на ручное, предназначенное для пусконаладочных и ремонтных работ. Индикаторная лампа HL13 оповещает оператора о заполнении кормораздатчика. Зуммер HA10 и лампа HL10 используются для предупредительной и аварийной сигнализации.

Контакты KM1–KM6, подключенные к дискретным входам, используются для реализации необходимой последовательности включения электроприводов, а также для выявления неисправностей магнитных пускателей и срабатывания тепловых реле. В этом случае допустимо подключение индикаторных ламп HL1–HL9 параллельно катушкам магнитных пускателей для сигнализации о включении электроприводов.

Вывод информации об аварийных событиях осуществляется на дисплей программируемого реле, который также используется для ручного управления электроприводами с помощью кнопок на лицевой панели ПР200.

Анализ схем управления поточными линиями на основе микроПЛК ПР200, которые представлены на рисунке 2 и в [3, 4], показывает, что использование программируемых реле уменьшает количество релеино-контактных элементов, упрощает конфигурацию цепей управления. Наличие простейшего человеко-машинного интерфейса ПР200 в ряде случаев позволяет избавиться от дополнительных кнопок и переключателей, которые используются для реализации ручного управления электроприводами. Все это способствует снижению расходов на дополнительное оборудование АСУ и на работы по сборке щита управления (ЩУ), а также повышению надежности системы. Дополнительный функционал выявления аварийных событий, реализованный на программном уровне, способствует быстрому нахождению

неисправностей и сокращению убытков от простоя технологического оборудования.

Микро-ПЛК (программируемые, интеллектуальные реле) отличаются невысокой стоимостью по сравнению с полноценными ПЛК. В результате итоговая стоимость оборудования щита управления поточной линией на основе ПР200 с модулями ввода и вывода может оказаться незначительно выше или даже ниже, чем для схемы на основе релейно-контактных элементов, в которой для реализации заданной логики работы системы могут быть задействованы промежуточные реле, реле времени, таймеры, регуляторы и др. При создании нескольких однотипных щитов управления на основе ПР200, стоимость разработки управляющей программы в этом случае включается частично в цену одного ЩУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. OWEN Logic (версия 2.8): руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.owen.ru/downloads/gr_owen_logic/pdf (дата обращения: 30.10.2024).
2. ПР200. Устройство управляющее многофункциональное: руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://owen.ru/downloads/re_pr200.pdf (дата обращения: 30.10.2024).
3. Дидманидзе, О. Н. Проектирование производственных процессов в растениеводстве с использованием компьютерных технологий / О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев, А. Н. Журилин. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 150 с.
4. Лебедев, А. Т. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / А. Т. Лебедев, А. Г. Арженовский // Технический сервис машин. – 2019. – № 1 (134). – С. 46-52.
5. Зангиев, А. А. Оптимизация производственных процессов по заготовке и реализации картофеля / А. А. Зангиев, О. Н. Дидманидзе, В. С. Мотылев. – М. : Издательство «Колос», 1997. – 115 с. – ISBN 5-10-003425-4.
6. Оптимизация производственных процессов в плодово-ягодных питомниках / А. А. Зангиев, О. Н. Дидманидзе, В. С. Иволгин, А. Н. Синалеев. – М. : Агроконсалт, 2002. – 148 с. – ISBN 5-94325-021-2.
7. Разработка системы управления электроприводами линии раздачи кормов в птичнике с полным содержанием птицы / Е. А. Шабаев, Н. Е. Пономарева, М. М. Романовец, В. С. Хабаров // Современные научные исследования: проблемы и перспективы : сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Зеленоград, 04-05 марта 2024 года. – Киров : Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2024. – С. 338-344.
8. Назаров, И. В. Мембранный пресс для отжима виноградной мезги / И. В. Назаров, Н. Н. Белоусова, Т. Н. Толстоухова // Международный технико-

экономический журнал. – 2019. – № 3. – С. 36-41. – DOI 10.34286/1995-4646-2019-66-3-36-41.

9. Разработка системы управления электроприводами поточной линии приготовления кормов на основе программируемого реле / Р. В. Карстен, Е. А. Шабаетв, В. Н. Беленов, М. М. Романовец // Активная честолюбивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. – 2023. – № 2 (15). – С. 86-95.

Об авторах:

Нестеренко Андрей Викторович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), a.v.nester@list.ru.

Шабаетв Евгений Адимович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, e.shabaev@rgau-msha.ru

Беленов Виталий Николаевич, доцент, ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» (346493, Российская Федерация, Южный федеральный округ, Ростовская область, Октябрьский р-н, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24), кандидат технических наук, Vetal_belenov@mail.ru.

Пономарева Наталья Евдокимовна, доцент, ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» (346493, Российская Федерация, Южный федеральный округ, Ростовская область, Октябрьский р-н, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24), кандидат технических наук, PonomarevaNE@gmail.com.

About the authors:

Andrey V. Nesterenko, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), a.v.nester@list.ru.

Evgeny A. Shabaev, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), e.shabaev@rgau-msha.ru.

Vitaly N. Belenov, associate professor, Don State Agrarian University (346493, Russian Federation, Southern Federal District, Rostov region, Oktyabrsky district, Persianovsky settlement, Krivoshlykova str., 24), Cand.Sc. (Engineering), Vetal_belenov@mail.ru.

Natalia E. Ponomareva, associate professor, Don State Agrarian University (346493, Russian Federation, Southern Federal District, Rostov region, Oktyabrsky district, Persianovsky settlement, Krivoshlykova str., 24), Cand.Sc. (Engineering), PonomarevaNE@gmail.com.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ ВАЛА СОЕДИНЕНИЯ ВАЛ – МАНЖЕТА

Г. А. Нестеркин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Разработана и апробирована на первичном вале коробки передач ЯМЗ-239 методика формирования комплектов манжет и валов, обработанных под определенный ремонтный размер, с целью достижения параметров нового соединения.*

***Ключевые слова:** резиновая армированная манжета, ремонтный размер вала, наименьший натяг, комплектование.*

DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF REPAIR DIMENSIONS FOR THE SHAFT CONNECTION SHAFT – CUFF

G. A. Nesterkin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Annotation.** The technique of forming sets of collars and shafts machined to a certain repair size in order to achieve the parameters of a new connection has been developed and tested on the primary shaft of the YaMZ-239 gearbox.*

***Keywords:** rubber reinforced cuff, shaft repair size, minimum tension, assembly.*

Обеспечение качества ремонта машин для АПК – достаточно сложная задача [1-3], так как в последнее время стала выпускаться новая отечественная техника, в которой используются посадки высокой точности, как с зазорами [4, 5], так и с натягами [6, 7]. В свою очередь, повышение точности посадок требует определенных затрат средства измерений, испытаний и контроля [8, 9]. При ремонте новой техники необходимо исследовать возникающие дефекты [10], а также определять потенциальные потери [11].

Параметры точности соединения «вал-уплотнение» обеспечивается величинами натягов, которые конструктором заложены на чертеже.

Отличительной особенностью данной конструкции является её способность к подвижному соединению с натягом. Это означает, что в процессе эксплуатации натяг будет уменьшаться вследствие износа

поверхности вала и манжеты, что может привести к возникновению утечек и выходу соединения из строя.

В коробке передач двигателя ЯМЗ допуск на наружный диаметр вала составляет 0,12 мм, а допуск отверстий для манжет – 1 мм (таблица 1). Это позволяет сделать вывод о том, что валы могут быть обработаны до полного устранения следов износа при сохранении тех же параметров точности и твёрдости.

Таблица 1 – Параметры точности валов и манжет 1.2–52×72–8 соединения «вал-уплотнение»

Наименование измеряемого диаметра	Номинальный размер с отклонениями, мм	Допуск, мм	Размер предельно допустимый без ремонта, мм
Вал	52 _{-0,12}	0,12	57,7
Отверстие манжеты	52 ^{-2,0} _{-3,0}	1,0	*

* при ремонте все манжеты заменяются на новые

Поверхность вала имеет твёрдость HRC 30...50, что достигается закалкой токами высокой частоты на глубину 1,5...2 мм. При ремонте вала необходимо устранить следы износа путем операции шлифования. Также следует учесть и припуск, который формируется при другом базировании детали.

Ремонтный размер вала рассчитывается по формуле [12]

$$d_{pp} = (d_n + es - e) - \frac{2 \cdot \beta \cdot U}{1 + \beta}, \quad (1)$$

где d_n – номинальный диаметр вала, мм; es – верхнее отклонение, мм; $\beta = U_{\max} / U_{\min}$ – коэффициент неравномерности износа; e – диаметральный припуск на обработку, мм; U_{\max} и U_{\min} – наибольший и наименьший износ на сторону; $U = U_{\max} + U_{\min}$ – диаметральный межремонтный износ вала, мм.

Если валы, прошедшие технологический процесс шлифования под ремонтный размер [13], рассчитанный по формуле (1), соединить с новыми манжетами без подбора, то наименьший натяг окажется меньше своего конструктивного значения, что отразится на надежности и долговечности [14].

Таким образом, с целью сохранения долговечности в виде обеспечения наименьшего натяга, используем технологию комплектации. Вначале определим возможное количество ремонтных размеров валов, потом рассчитаем отклонения диаметров манжет для

формирования соединений каждого ремонтного размера. Сформируем комплектovacную таблицу 2.

Таблица 2 – Комплектovacная таблица для соединения «вал-уплотнение»

Ремонтный размер, мм		Маркировка	Припуск на обработку	Размеры под-бираемых манжет, мм
при расчете по допуску	при расчете по зоне рассеяния			
51,8 _{-0,12}	51,8 _{-0,072}	1P	0,05	52 _{-3,0} ^{-2,2}
51,7 _{-0,12}	51,7 _{-0,072}	2P	0,05	52 _{-3,0} ^{-2,3}
51,6 _{-0,12}	51,6 _{-0,072}	3P	0,05	52 _{-3,0} ^{-2,4}
51,5 _{-0,12}	51,5 _{-0,072}	4P	0,05	52 _{-3,0} ^{-2,5}

Для обеспечения полной собираемости необходимо иметь на 15 % манжет больше, чем валов. Неиспользованных манжет не будет, так как они пойдут на сборку с новыми валами.

Итак, была создана и успешно протестирована методика подбора компонентов для соединений «вал-уплотнение». Она включает в себя расчёт количества групп и определение ремонтных размеров вала, а также выбор манжет, обеспечивающих наименьший натяг в соединении. Этот подход может быть использован для восстановления всех соединений типа «вал-уплотнение», если в качестве уплотнения используется стандартная резиновая армированная манжета по ГОСТ 8752-79. Перед тем как определять ремонтные размеры, необходимо проанализировать степень износа валов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5M / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
2. Основы проектирования операций входного контроля на машиностроительных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 89 с.
3. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 95 с.
4. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.
5. Леонов, О. А. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки / О. А. Леонов,

Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Трение и износ. – 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327-334.

6. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2022. – № 6. – С. 65-71.

7. Расчет посадок соединений упругих втулочно-пальцевых муфт с валами / О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 2. – С. 96-101.

8. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27.

9. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45.

10. Инструментальный контроль дефектов коренных опор блока цилиндров / О. А. Леонов [и др.] // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 65-70.

11. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 5. – С. 421-426.

12. Методика комплектования деталей соединений «Вал-уплотнение» при ремонте / О. А. Леонов [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 4. – С. 70-75.

13. Нестеркин, Г. А. Выбор рационального способа восстановления деталей / Г. А. Нестеркин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 12. – С. 53-54.

14. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Изд-во «Три-ада», 2020. – 232 с.

Об авторе:

Нестеркин Геннадий Алексеевич, преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), metr@rgau-msha.ru.

About the author:

Gennady A. Nesterkin, lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), metr@rgau-msha.ru.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ВЕРОЯТНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ

П. С. Нечаева

Научный руководитель – А. В. Евграфов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Торф имеет сложный химический состав, который определяется условиями генезиса, химическим составом растений – теплообразователей и степенью разложения. Элементарный состав торфа: углерод 50...60 %, водород 5...6,5 %, кислород 30...40 %, азот 1...3 %, сера 0,5...2,5 % на горючую массу. Присутствие в торфе серы дает в результате взаимодействия с кислородом сернистый газ (SO_2), который раздражающе действует на верхние дыхательные пути человека и глаза, и сероводород (H_2S) – очень токсичное газообразное вещество. Основными качественными показателями, характеризующими торф как горючую среду, являются степень разложения, влажность, зольность, теплота сгорания и плотность объемной массы торфа.*

***Ключевые слова:** дизельное топливо, сельскохозяйственные угодья, торфяная почва, сельскохозяйственная техника.*

DETERMINATION OF THE EFFECT OF DIESEL FUEL ON THE LIKELIHOOD OF PEAT FIRES

P. S. Nechaeva

Scientific advisor – A. V. Evgrafov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Peat has a complex chemical composition, which is determined by the conditions of genesis, the chemical composition of heat-generating plants and the degree of decomposition. The elementary composition of peat: carbon 50-60%, hydrogen 5 - 6.5%, oxygen 30 - 40%, nitrogen 1-3%, sulfur 0.5 - 2.5% per combustible mass. The presence of sulfur in peat gives, as a result of interaction with oxygen, sulfur dioxide (SO_2), which irritates the upper respiratory tract of humans and the eyes, and hydrogen sulfide (H_2S) is a very toxic gaseous substance. The main qualitative indicators characterizing peat as a combustible medium are the degree of decomposition, humidity, ash content, heat of combustion and density of the bulk mass of peat.*

***Keywords:** diesel fuel, agricultural land, peat soil, agricultural machinery.*

Из осушенных земель наиболее хозяйственно ценными являются торфяные почвы, обладающие высоким потенциалом плодородия, общая площадь которых в России составляет 320 млн га, из них 130 млн га имеют слой торфа более 30 см, что делает их пригодными для возделывания сельскохозяйственных культур.

Дизельное топливо является ключевым компонентом при механизированном возделывании и уборке сельскохозяйственных культур [1, 2]. Проблемой для аграрных хозяйств является заправка техники во время сезонных работ. Комбайны, трактора работают далеко от топливного накопителя, поэтому оперативно заправиться не получается, даже если топливозаправщики постоянно подвозят топливо, используются канистры, топливные шланги, из-за чего нередко происходят проливы на почву. После разлива углеводородов на торфяник, углеводороды в виде лёгкой фракции не растворимой в воде будут распространяться в водоносном горизонте и загрязнять экосистему [3, 4].

Целью экспериментального исследования является определение влияния дизельного топлива на вероятность возникновения торфяных пожаров.

Для проведения экспериментальных исследований пожарной опасности отобранных образцов торфа была применена методика экспериментального определения условий теплового самовозгорания по рекомендациям ВНИИПО, согласно которой в контейнер цилиндрической формы, изготовленный из латунной сетки с ячейкой 0,8 мм и размером 30x30 мм, загружается испытуемый материал, внутри контейнера размещаются термопары, фиксирующие температуру поверхности и центра образца где возникает очаг тления или горения испытуемого материала [5-7].

Были отобраны образцы торфа в Рязанской области (рисунок 1), где в один образец было добавлено 0,02 г дизельного топлива (рисунок 1б), а в другой нет (рисунок 1а). После тарировочного опыта сушильный шкаф выдерживался при заданной температуре в течение двух часов и, если показания термопар оставались неизменными, то, не изменяя регулировок, приступали к проведению испытаний [8]. В сушильный шкаф устанавливался контейнер с подготовленным образцом и установленными термопарами.

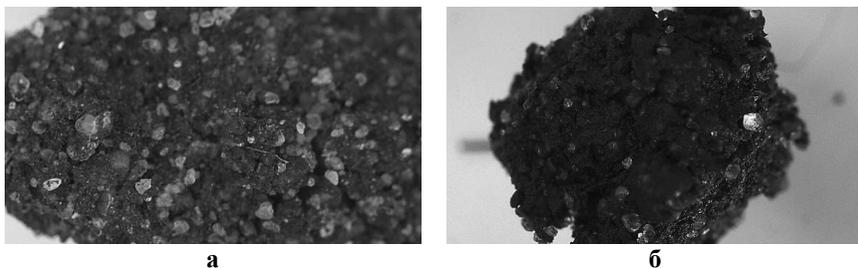


Рисунок 1 – Образец торфа до проведения эксперимента с оптическим увеличением в 400 раз

Образец выдерживался до наступления эффекта самовозгорания. Самовозгоранием считалось появление дыма и запаха гари, а также достижения в центре образца температуры тления, что фиксировалось измерителем-регистратором, принципиальная схема представлена на рисунке 2.

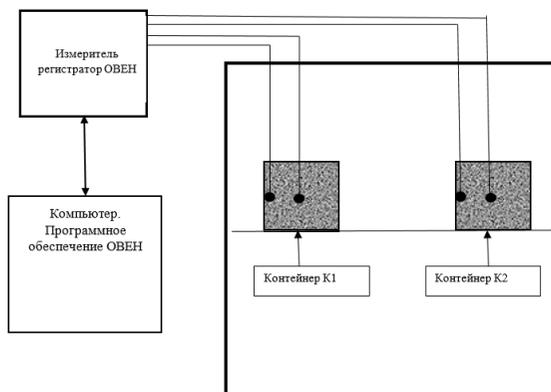


Рисунок 2 – Принципиальная схема экспериментальной установки

Для проведения экспериментальных исследований использовались следующие оборудование:

- сушильный шкаф СНОЛ-3.5;
- термопары ДТКП-0.5-4;
- измеритель регистратор 8-каналов ОВЕН;
- программное обеспечение ОВЕН;
- весы АСЗЕТ СУ-513 предел взвешивания 510 г.;
- контейнер из латунной сетки.

В процессе проведения экспериментальных исследований температура в сушильном шкафу задавалась 200 °С для определения энергии активации процесса самовозгорания образцов торфяной почвы и определения начала химического процесса саморазогрева образцов торфа в зависимости от его физико-химического состава и времени до возникновения очага тления.

Эксперимент проводился одновременно, в контейнер К1 был загружен образец без дизельного топлива, результаты приведены на рисунке 3, а в контейнере К2 был помещен образец с внесенным топливом, рисунок 4.

На рисунке 3 представлены результаты эксперимента с образцом торфа с объемной плотностью $\rho_1 = 2,24 \text{ г/см}^3$ без добавления дизельного топлива до возникновения его самовозгорания при температуре окружающей среды 200°С.

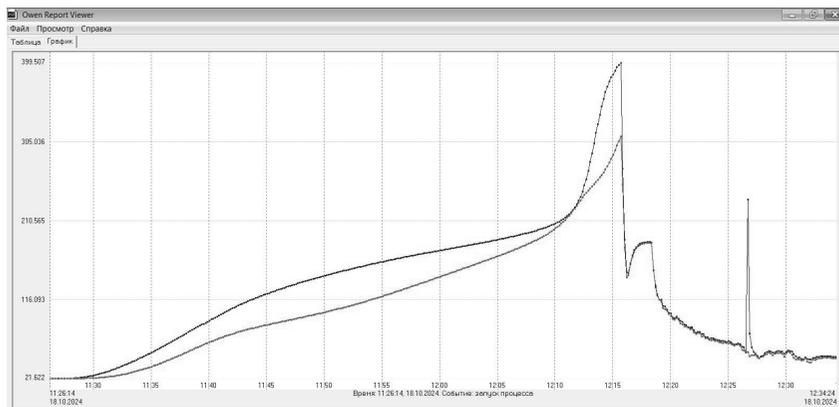


Рисунок 3 – Динамика саморазогрева торфа плотностью 2,24 г/см³ до наступления эффекта самовозгорания

Из анализа графика видно, что за счет химической реакции саморазогрева образца, тление возникло в его центре, после чего передалось на поверхность, следует отметить, что в процессе эксперимента температура в сушильном шкафу с 11:30 до 12:12 поддерживалась 200 °С, т.е. эффект самовозгорания возник в течение 42 минут.

Результаты эксперимента с добавлением дизельного топлива, контейнер К2, приведен на рисунке 4, объемная плотность образца торфа до обработки дизельным топливом составила $\rho_2 = 2,22 \text{ г/см}^3$ после $\rho_{2\text{ДТ}} = 2,48 \text{ г/см}^3$.

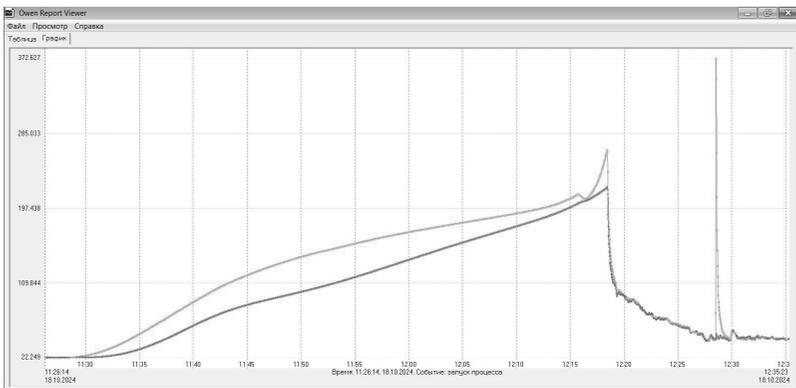


Рисунок 4 – Динамика саморозогрева торфа плотностью 2,24 г/см³ до наступления эффекта самовозгорания

Из сравнения результатов эксперимента можно сделать вывод, что добавление дизельного топлива в торф не приводит к более раннему возникновению эффекта самовозгорания. В образце с добавлением дизельного топлива тление возникло через 48 минут, рисунок 4, а в образце без добавления дизельного топлива – через 42 минуты, рисунок 3.

Таким образом, случайное попадание дизельного топлива не провоцирует ускорение процесса самовозгорания и это связано с двумя факторами:

- при попадании дизельного топлива в торф увеличивается плотность торфа на 0,26 г/см³, что замедляет время возникновения эффекта самовозгорания.
- при попадании дизельного топлива в торф увеличивается влажность образца и тем самым замедляет время возникновения эффекта самовозгорания.

Однако попадание дизельного топлива в почву приводит к экологическому ухудшению экосистемы, что негативно влияет на здоровье людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе, О. Н. Повышение эффективности производственных процессов по надежному снабжению населения продуктами виноградарства в условиях Азербайджана / О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2003. – 115 с. – ISBN 5-9546-0012-0.

2. Зангиев, А. А. Оптимизация состава и режимов работы средств для сбора, транспортировки и первичной переработки чайного листа / А. А. Зангиев, О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев. – М. : Издательство «Колос», 1995. – 132 с.
3. Дидманидзе, О. Н. Результаты исследований температурного режима осушаемой торфяной почвы / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, А. В. Евграфов // *Агроинженерия*. – 2023. – Т. 25, № 1. – С. 45-49.
4. Kasichke E.S., Bruhwiler L.P. Emissions of carbon dioxide, carbon monoxide, and methane from boreal forest fire in 1998 // *J. Geophys. Res.* – 2023. – 108 (D1). – 8146.
5. Пучин, Е. А. Средства технологического оснащения в системе технического сервиса АПК / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. М. Корнеев. – М. : ООО «Издательство «Триада», 2004. – 99 с. – ISBN 5-9546-0003-1.
6. Дидманидзе, О. Н. Влияние плотности торфяных почв на возникновение ландшафтных пожаров / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов // *Природообустройство*. – 2022. – № 4. – С. 37-41.
7. ГОСТ 5180-2015 ГРУНТЫ Методы лабораторного определения физических характеристик.
8. Повышение эффективности сжигания жидкого топлива в сельскохозяйственных установках / Н. В. Ксенз, Н. С. Вороной, Т. Н. Толстоухова, Р. И. Штанько // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. – 1997. – № 7. – С. 26-27.
9. ГОСТ 26490-85 Почвы. Определение подвижной серы по методу ЦИ-НАО Soils. Determination of mobile sulfur by CINA method 07.11.2012 07.11.2012 01.07.1986.

Об авторах:

Нечаева Полина Сергеевна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Евграфов Алексей Владимирович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, a.v.evgrafov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Polina S. Nechaeva, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Alexey V. Evgrafov, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Cand.Sc. (Engineering), a.v.evgrafov@rgau-msha.ru.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗБРОСНОГО ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А. А. Никитина, В. А. Луханин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены способы посева зерновых культур, отмечены основные недостатки характерные рядовому посеву, в качестве альтернативы предложен поверхностно-разбросной способ. Выполненный анализ экспериментальных исследований поверхностно-разбросного посева позволяет утверждать, что применение центробежных распределителей для посева зерновых культур актуально, особенно на переувлажненных почвах.

Ключевые слова: *поверхностно-разбросной способ, посев зерновых культур, центробежный распределитель, заделка семян в почву.*

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF SCATTERED SOWING OF GRAIN CROPS

A. A. Nikitina, V. A. Lukhanin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The article discusses the methods of sowing grain crops, highlights the main disadvantages characteristic of ordinary sowing, and suggests a surface-spreading method as an alternative. The analysis of experimental studies of surface-spread sowing suggests that the use of centrifugal distributors for sowing grain crops is relevant, especially on waterlogged soils.*

Keywords: *surface-spreading method, sowing of grain crops, centrifugal distributor, embedding seeds into the soil.*

Ключевой задачей сельхозпроизводителей является получение устойчивых урожаев озимой пшеницы и наиболее ответственное место в ее решении занимает операция посева, на сегодняшний день существует большое количество способов посева, но наибольшее распространение получил рядовой способ посева, однако он имеет большую неравномерность распределения семян по площади поля, что приводит к большой конкуренции растений и как следствие к снижению продуктивности.

Для рядового посева сельскохозяйственных культур используется большое количество технических средств, однако подавляющее большинство мелких хозяйств продолжают пользоваться сеялками ка тушечного типа – СЗ-3,6 они обладают простотой конструкции и высокой надежностью. Крупные хозяйства используют пневматические посевные комплексы централизованного высева с возможностью посева по нулю.

Поверхностно-разбросной способ посева зерновых позволяет проводить, сев по почвам с повышенной влажностью, что актуально для южных регионов, так как в последние годы происходит изменение климата и агросроки посева озимых приходится сдвигать в следствии чего возникает риск попадания посевной в период продолжительных осадков, когда обычные сошниковые сеялки не могут использоваться из-за высокой влажности почвы.

Для поверхностно-разбросного посева семян трав, сидератов и зерновых культур могут быть использованы сеялки разбросного типа или центробежные разбрасыватели, которые предназначены для распределения минеральных удобрений по поверхности поля. Использование центробежных распределителей с горизонтально вращающимся рабочим органом предпочтительнее так как они обладают высокой производительностью и малой металлоёмкостью.

Как правило конструкции центробежных распределителей навесного типа очень схожи между собой, не смотря на тот факт, что производятся различными фирмами, они состоят из рамы сварной конструкции, бункера в нижней части которого смонтировано дозирующее устройство, и центробежных дисков. Основное отличие центробежных распределителей заключается в конструкции дозирующего устройства и центробежных дисков. Последнее время широкое распространение получили распределяющие устройства в виде конических центробежных дисков с разновеликими лопатками, разная длина лопаток позволяет формировать разные секторы посева, такое конструктивное решение реализовано в распределителе минеральных удобрений производства компании «SULKY» (Франция). Высевающий материал, попавший на лопатки диска, делится на 2 потока, что приводит к перекрытию секторов посева и как следствие к повышению равномерности распределения [1, 6, 8].

Как уже отмечалось ранее основным недостатком рядового посева является неравномерное распределение семян по поверхности поля с этой целью мы схематично изобразили 2 способа посева семян

(рисунок 1), рядовой с шириной междурядья 15 сантиметров и разбросной, причем следует учитывать тот факт, что при рядовом посеве озимой пшеницы норма высева составляет 200 килограмм на 1 гектар, в количественном выражении это 5 миллионов семян на 1 гектар, тогда как при разбросном посеве норма высева составляет 7 миллионов семян на 1 гектар. В процессе вегетации растений (рисунок 1а) мы можем наблюдать, что при рядовом посеве корневая система развивается и входит в соприкосновение с соседними всходами, тогда как при разбросном посеве (рисунок 1б) корневая система тоже развивается, но не входит в соприкосновение с соседними всходами. Визуальный контроль качества всходов на полях показывает, что всходы с применением рядового посева выглядят более дружными хотя при разбросном посеве на такой же площади размещено на 40 % семян больше, а всходы не выглядят такими дружными.

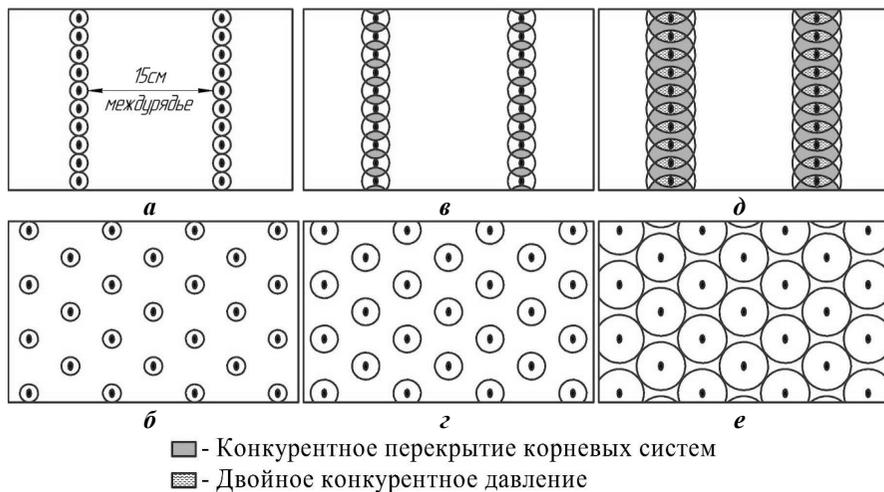


Рисунок 1 – Расположение семян и корневых систем в посевах

Процесс вегетации всходов приводит к тому, что уже через 6-7 дней начинает образовываться зона конкурентного перекрытия (рисунок 1в), то есть область, в которой идет конкуренция между всходами за влагу и питательные вещества, хотя более 85 % посевной площади не занято. На рисунке 1г всходы продолжают развиваться, не создавая конкуренции между соседними растениями.

Дальнейшее развитие корневой системы приводит к образованию зоны двойного конкурентного давления, то есть, когда за зону питания

конкурируют уже не два, а три растения хотя, как видно из рисунка 1д более двух третей посевной площади не занято. Посев, выполненный с применением технологии разбросного посева, позволяет растениям развиваться без образования зон конкурентного перекрытия что видно из рисунка 1е. Следовательно, применение технологии разбросного посева позволяет более равномерно распределить зону питания для растений, а значит растения будет развиваться в благоприятных условиях.

Основной проблемой применения технологии поверхностно-разбросного посева для возделывания зерновых культур является заделка семян на требуемую глубину. Как правило заделку осуществляют с помощью культиваторов, дисковых и зубовых борон [9, 10, 11].

Исследования поверхностно-разбросного способа посева с целью определения полноты и глубины заделки семян ячменя проводились в ФГБНУ ВНИИМЗ, в качестве эталона образца при посеве была выбрана зерновая сеялка СЗ-3,6, распределение семян разбросным способом выполнялось с помощью центробежного распределителя МВУ-05 и НРУ-0,5 [2, 4] результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования в ВНИИМЗ разбросного способа посева

Орудия для заделки семян	Количество не заделанных семян, %	Заделка семян по глубине, см
Дисковый луцильник ЛДГ-5 в агрегате с зубовыми боронами	3,8...4,6	1,8...2,2
Культиватор КПШ-8	3,8...4,6	1,8...2,2
Тяжелая зубовая борона БЗТС-1,0	7,7	1,7...1,8
Сеялка СЗ-3,6	-	2,4...3,2

Исследования поверхностно-разбросного способа посева озимой пшеницы, проводились в КФХ Перетятко Ю. А. рассматривалось три варианта посева. В первом варианте использовалась зерновая сеялка прямого посева John Deere 1590 во втором варианте применялась сеялка СЗ-5,4 и для поверхностно-разбросного посева использовался разбрасыватель минеральных удобрений UNIA MX1600 с последующей заделкой семян дискатором на глубину 3...4 см. [3, 4, 5] Результаты исследований поверхностно-разбросного способа посева в КФХ Перетятко Ю. А. представлены в таблице 2.

Результаты исследования в СибНИИРСе говорят о том, что посев поверхностно-разбросным способом можно осуществлять по необработанным фонам с последующей заделкой семян под кольцевые

бороны, полевая всхожесть семян при таком способе посева составляет 80 %.

Таблица 2 – Результаты исследований разбросного посева в КФХ Перетяцько А. Ю.

Посев	Способ заделки	Средняя глубина заделки, см	Распределение семян в почве на средней глубине ± 1 см, %
Прямой посев сеялка John Deere 1590	-	4,10	82
Сеялка СЗ-5,4	-	3	30
Разбросной посев UNIA MX1600	Заделка дискатормом на глубину 3...4 см	4,15	68

Одним из основных показателей качества разбросного посева является равномерное распределение семян сельскохозяйственных культур по поверхности поля, на этот показатель влияют конструктивные особенности центробежных распределителей, которые во многом зависят от физико-механических свойств распределяемых материалов, с этой целью мы выполнили сравнение аэродинамических свойств семян озимой пшеницы с некоторыми видами минеральных удобрений, которые вносятся в почву центробежными распределителями. В результате было установлено что аэродинамические свойства семян озимой пшеницы отличаются незначительно от свойств минеральных удобрений, которые вносятся центробежными разбрасывателями [2, 7].

Выполненный анализа экспериментальных исследований позволяет утверждать, что применение поверхностно-разбросного посева по сравнению с рядовым гораздо перспективнее, так как позволяет более равномерно распределить зону питания для каждого растения, увеличить норму высева до 40 % и как следствие получить большую урожайность.

Работа выполнена за счет средств программы развития университета, в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет – 2030».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент № 2492616 С1 Российская Федерация, МПК А01С 17/00. Разбрасыватель минеральных удобрений : № 2012118727/13 : заявл. 04.05.2012 : опубл.

20.09.2013 / В. А. Черноволов, М. А. Таранов, В. А. Луханин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия» (ФГБОУ ВПО АЧГАА).

2. Луханин, В. А. Повышение равномерности внесения минеральных удобрений оптимизацией параметров дозаторов, направителей и центробежных распределителей : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Луханин Владимир Александрович. – Зерноград, 2012. – 192 с.

3. Черноволов, В. А. Расчет параметров дозирующего устройства распределителя минеральных удобрений для работы в системе координатного земледелия / В. А. Черноволов, В. А. Луханин, А. Б. Локтев // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – 2013. – № 5. – С. 200-207.

4. Луханин, В. А. Оптимизация параметров аппарата для поверхностного распределения минеральных удобрений при традиционном вращении дисков / В. А. Луханин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 76. – С. 463-472.

5. Constant angle line of distributing seeds and fertilisers by a horizontal centrifugal machine / V. A. Lukhanin, V. I. Khizhnyak, S. P. Psiukalo [et al.] // BIO Web of Conferences. – 2024. – P. 00058. – DOI 10.1051/bioconf/202410300058.

6. Черноволов, В. А. Моделирование процесса дождевания машинами фронтального действия с секторными насадками / В. А. Черноволов, Л. В. Кравченко, В. А. Луханин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 100. – С. 670-680.

7. Черноволов, В. А. Обоснование параметров центробежного аппарата для распределения минеральных удобрений при реверсивном приводе дисков / В. А. Черноволов, В. А. Луханин, Е. В. Поволоцкая // Вестник Донского государственного технического университета. – 2008. – Т. 8, № 4(39). – С. 170-176.

8. Луханин, В. А. Методика оптимизации параметров центробежного аппарата для распределения минеральных удобрений / В. А. Луханин, В. А. Черноволов, Т. М. Ужахов // Совершенствование технических средств в растениеводстве : межвузовский сборник научных трудов / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Департамент научно-технологической политики и образования; ФГБОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия» ; Редакционная коллегия: д-р техн. наук М.А. Таранов (гл. ред.), д-р техн. наук А.М. Бондаренко, д-р техн. наук В.А. Черноволов (отв. за вып.), канд. техн. наук А.Г. Арженовский.. – Зерноград : Редакционно-издательский отдел Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия», 2010. – С. 27-34.

9. Уваров, В. П. Оптимальное соотношение основных механизированных работ при прямоточном внесении удобрений / В. П. Уваров, А. Г. Левшин, Н. А. Майстренко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2016. – № 4. – С. 38-43.

10. Дидманидзе, О. Н. Оптимизация параметров машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев, Е. П. Парлюк. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 77 с.

11. The Sowing of Grain Crops in Dry Conditions / I. N. Krasnov, I. A. Kravchenko, V. V. Miroshnikova, T. N. Tolstoukhova // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2017. – Vol. 8, No. 4. – P. 957-963.

12. Зангиев, А. А. Оптимизация состава и режимов работы средств для сбора, транспортировки и первичной переработки чайного листа / А. А. Зангиев, О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев. – М. : Издательство «Колос», 1995. – 132 с.

Об авторах:

Никитина Ангелина Александровна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), nikitina.angel@mail.ru.

Луханин Владимир Александрович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, a.luhanin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Angelina A. Nikitina, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), nikitina.angel@mail.ru.

Vladimir A. Lukhanin, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), a.luhanin@rgau-msha.ru.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТРАКТОРОСТРОЕНИЯ: ОТ АВТОМАТИЗАЦИИ ДО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Е. Д. Огнева

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Статья посвящена анализу влияния цифровых технологий на развитие тракторостроения. В ней рассматриваются этапы цифровизации отрасли, от автоматизации производства до введения искусственного интеллекта. Автор анализирует преимущества и вызовы цифровизации для тракторостроительных компаний, а также исследует перспективы развития отрасли, включая создание автономных тракторов и интеграцию с системами точного земледелия.*

***Ключевые слова:** цифровизация, тракторостроение, автоматизация, искусственный интеллект, точное земледелие, автономные тракторы, инновации, конкурентоспособность, устойчивое развитие.*

DIGITALIZATION OF TRACTOR CONSTRUCTION: FROM AUTOMATION TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE

E. D. Ogneva

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article is devoted to the analysis of the impact of digital technologies on the development of tractor construction. It examines the stages of digitalization of the industry, from production automation to the introduction of artificial intelligence. The author analyzes the advantages and challenges of digitalization for tractor companies, and also explores the prospects for the development of the industry, including the creation of autonomous tractors and integration with precision farming systems.*

***Keywords:** digitalization, tractor construction, automation, artificial intelligence, precision agriculture, autonomous tractors, innovation, competitiveness, sustainable development.*

Мир стремительно переходит к цифровой экономике, что оказывает влияние на все отрасли, включая сельское хозяйство. Традиционные модели производства и управления уступают место инновационным решениям, основанным на цифровых технологиях. Цифровизация позволяет тракторостроительным компаниям оптимизировать производство, создавать более качественную и инновационную продукцию,

а также расширять рынки сбыта. Цифровые технологии способствуют повышению эффективности использования ресурсов, снижению негативного воздействия на окружающую среду и переходу к более экологичным способам производства.

Внедрение цифровых технологий открывает новые возможности для разработки интеллектуальных тракторов, систем точного земледелия, автоматизированных решений и других инноваций.

Цифровизация в тракторостроении: этапы и особенности

Внедрение роботов для выполнения повторяющихся и физически тяжелых задач, например, сварки, покраски, сборки. Использование автоматизированных систем для управления станками и оборудованием, что позволяет увеличить производительность и снизить затраты на рабочую силу. Использование программного обеспечения для автоматизированного проектирования (CAD) и производства (CAM) для создания трехмерных моделей, чертежей и программирования станков с ЧПУ. Использование интегрированных систем планирования ресурсов (ERP) для управления всеми аспектами бизнеса, включая финансы, закупки, производство, сбыт и логистику. Разработка онлайн-платформ для управления поставками, складскими запасами, производственными процессами и взаимодействием с поставщиками и клиентами. Создание мобильных приложений для взаимодействия с клиентами, предоставления технической поддержки, мониторинга работы тракторов. Разработка онлайн-платформ для заказа запчастей, проведения технического обслуживания, получения информации о тракторах. Предоставление удаленной технической поддержки клиентам с использованием цифровых технологий для диагностики и решения проблем. Применение ИИ для анализа данных о производственных процессах и автоматизации решений по оптимизации работы. Использование ИИ для предсказания спроса на продукцию, планирования производства, оптимизации запасов.

Ключевые тренды цифровизации в тракторостроении

Большие данные (Big Data): Сбор и анализ больших объемов данных: создание баз данных с информацией о работе тракторов, условиях эксплуатации, потреблении топлива, выполнении задач и т.д. Использование алгоритмов машинного обучения: анализ данных для оптимизации работы тракторов, предсказания неисправностей, улучшения функциональности и развития новых сервисов.

Искусственный интеллект (AI). Автоматизация задач: применение ИИ для автоматизации задач, таких как планирование маршрутов,

управление скоростью и глубиной обработки почвы, контроль за расходом топлива. Разработка систем, которые могут принимать решения на основе анализа данных, например, выбор оптимального режима работы трактора в зависимости от условий эксплуатации.

Преимущества цифровизации тракторостроения

Повышение эффективности производства и снижение затрат. Автоматизация задач и внедрение цифровых технологий позволяют оптимизировать производственные процессы, сократить время выполнения операций и уменьшить количество брака. Системы управления предприятием (MES) и ERP-системы обеспечивают централизацию данных и прозрачность процессов, что упрощает управление производством и снижает административные расходы. Анализ больших данных и использование цифровых двойников позволяет выявлять и устранять узкие места в производстве, повышая общую эффективность.

Использование цифровых технологий в производственных процессах, таких как CAD/CAM системы и робототехника, обеспечивает точность и повторяемость операций, что приводит к улучшению качества продукции. Системы мониторинга и диагностики в режиме реального времени позволяют выявлять потенциальные неисправности и проводить профилактическое обслуживание, повышая надежность тракторов.

Увеличение конкурентоспособности и повышение инновационного потенциала. Внедрение цифровых технологий в тракторостроение повышает конкурентоспособность компаний за счет снижения затрат, улучшения качества продукции и создания новых сервисов. Цифровизация стимулирует инновации, поскольку компании стремятся использовать новые технологии для разработки более совершенных тракторов и решений для сельского хозяйства. Исследования и разработки в области цифровых технологий открывают новые возможности для создания принципиально новых концепций и технологий в тракторостроении.

Перспективы развития цифровизации в тракторостроении

Развитие автономных и беспилотных тракторов. Автоматизация сельскохозяйственных работ: разработка тракторов, способных работать без участия человека, что позволит повысить эффективность и снизить затраты на труд. Искусственный интеллект для управления: применение AI для управления автономными тракторами,

оптимизации маршрутов, контроля за работой и принятия решений в реальном времени.

Интеграция с системами точного земледелия. Оптимизация использования ресурсов: внедрение систем точного земледелия, которые используют данные о почве, урожайности и других факторах для оптимизации использования удобрений, пестицидов и воды. Повышение урожайности: точное земледелие позволяет повысить урожайность, минимизировать потери урожая и снизить экологический след сельского хозяйства.

Создание цифровых платформ для управления сельскохозяйственным бизнесом. Интеграция данных: создание единых цифровых платформ для сбора и анализа данных о работе тракторов, урожайности, погоде, ценах на сельскохозяйственную продукцию и других факторах. Управление сельскохозяйственным бизнесом: использование платформ для управления сельскохозяйственным бизнесом, например, планирования сева и уборки, контроля за затратами, анализа урожайности и т.д.

Оптимизация маршрутов: разработка систем, которые могут оптимизировать маршруты тракторов, учитывая рельеф местности, условия эксплуатации и другие факторы, что позволит снизить затраты на топливо и время работы.

Заключение.

Цифровизация тракторостроения – неизбежный процесс: цифровые технологии уже оказали значительное влияние на тракторостроение, предоставляя новые возможности для повышения эффективности, качества продукции и расширения рынка. Цифровизация приносит значительные преимущества тракторостроительным компаниям, такие как повышение эффективности производства, улучшение качества продукции, расширение рынка и повышение конкурентоспособности. Цифровизация тракторостроения имеет большой потенциал для дальнейшего развития, например, в сфере автономных и беспилотных тракторов, интеграции с системами точного земледелия и создания цифровых платформ для управления сельскохозяйственным бизнесом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Организация технического сервиса по фактическому состоянию машин на основе оценки их параметрической надежности / О. Н. Дидманидзе, Д. В. Варнаков, В. В. Варнаков, А. М. Карев. – М. : ООО «УМЦ Триада», 2016. – 128 с. – ISBN 978-5-9546-0107-7.

2. Пуляев, Н. Н. Трактора сельскохозяйственного назначения нового поколения / Н. Н. Пуляев, А. Р. Зарикеев // Наука без границ. – 2020. – № 5(45). – С. 112-116.

3. Дидманидзе, О. Н. Анализ современных типов гибридных энергоустановок / О. Н. Дидманидзе, Д. Г. Асадов, О. В. Закарчевский // Международный научный журнал. – 2011. – № 2. – С. 113-115.

4. Дидманидзе, О. Н. Тенденции и пути развития современных электромобилей / О. Н. Дидманидзе, Е. А. Пучин, С. А. Иванов. – М. : Триада, 2006. – 64 с. – ISBN 5-9546-0035-X.

5. Оценка технического состояния машины по данным ее системы управления / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, Н. Н. Пуляев // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар, Москва, 20-21 января 2021 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2021. – С. 10-19.

6. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.

7. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

8. Ртищева, Н. Е. Электрический трактор: особенности конструкции и перспективы развития / Н. Е. Ртищева, Н. Н. Пуляев, А. С. Гузалов // Journal of Agriculture and Environment. – 2022. – № 8(28). – DOI 10.23649/jae.2022.28.8.015.

9. Арженовский, А. Г. Определение энергетических и топливно-экономических показателей тракторного двигателя / А. Г. Арженовский, С. В. Асатуриян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 7. – С. 25-26.

10. Пуляев, Н. Н. Цифровизация сельского хозяйства России: особенности, трудности и перспективы / Н. Н. Пуляев, В. С. Богданов, Д. Г. Асадов // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 25-26 января 2022 года. Том Часть 1. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2022. – С. 66-72.

Об авторе:

Огнева Екатерина Дмитриевна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), ekat.ognewa@yandex.ru.

About the author:

Ekaterina D. Ognewa, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), ekat.ognewa@yandex.ru.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК

А. А. Орехов, Д. Р. Ариффулина, В. В. Петрушина

Научный руководитель - Е. А. Овсянникова

*ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики»,
г. Москва, Российская Федерация*

***Аннотация.** В данной статье проведен анализ использования современных технологий, которые способствуют увеличению конкурентоспособности производителей аграрного сектора экономики, позволяют увеличить производительность и снизить себестоимость производства сельскохозяйственной продукции. В настоящее время в нашей стране реализуется национальный проект «Развитие АПК», благодаря чему, происходит увеличение господдержки сельскохозяйственных производителей за счет субсидирования программ развития. Целью исследования является анализ и оценка использования современных электроимпульсных технологий при производстве продукции АПК, для повышения производительности и продуктивности данного сектора экономики.*

***Ключевые слова:** агропромышленный комплекс, сельское хозяйство, электроимпульсные технологии, электроимпульсные устройства, электротехнологии.*

THE USE OF ELECTRIC PULSE TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

A. A. Orekhov, D. R. Arifulina, V. V. Petrushina

Scientific advisor – E. A. Ovsyannikova

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** This article provides an analysis of the use of modern technologies that contribute to increasing the competitiveness of producers in the agricultural sector of the economy. They allow to increase productivity and reduce the cost of agricultural production. Currently, the national project «Development of agriculture» is being implemented in our country, due to which there is an increase in state support for agricultural producers through subsidizing development programs. The purpose of the study is to analyze and evaluate the use of modern electric pulse technologies in the production of agricultural products, to increase productivity and productivity of this sector of the economy.*

***Keywords:** agro-industrial complex, agriculture, electric pulse technologies, electric pulse devices, electrical technologies.*

В «Прогнозе научно-технического развития агропромышленного комплекса РФ на период до 2030 г.» говорится о том, что применение инновационных технологий обусловлено следующими факторами: «неудовлетворительными темпами технологической модернизации АПК; низким уровнем востребованности отечественных разработок; слабой связью тематики научных исследований с запросами практики, преобладание фундаментальных работ над прикладными; ориентацией предприятий, обеспечивающих экономический рост в АПК, на покупку зарубежных научно-технических решений и технологий; недостаточными объёмами частных инвестиций в НИОКР; диспропорциями в технологической модернизации АПК: распространением прогрессивных технологий, главным образом на крупных предприятиях, имеющих финансовые возможности для их приобретения; сохраняющимся отставанием отечественного АПК от стран с развитым агропромышленным производством по уровню производительности труда». Внедрение энергосберегающих, электроимпульсных биотехнологий для получения и сушки зерна, производстве молока и мяса даст возможность существенно увеличить валовое производство данных продуктов питания, позволив при этом значительно снизить себестоимость продукции и повысить продовольственную безопасность и получить минимальную зависимость от внешнего рынка.

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве можно выделить несколько направлений развития технологий и использования инноваций:

- технологии обработки почвы;
- технологии производства сельскохозяйственных машин и оборудования;
- технологии выращивания и содержания скота;
- технологии осушения и орошения почвы;
- технологии сбора и сохранения продукции;
- технологии транспортировки и реализации продукции [1].

Также уже существует достаточное количество современных разработок российских ученых, связанных с применением инновационных подходов при производстве продукции агропромышленного комплекса. Важной задачей является повышение производительности сельскохозяйственной продукции. Экспериментальные данные отечественных и зарубежных исследователей свидетельствуют о повышении биологической активности при использовании электромагнитных полей (ЭМП) во всех частотных диапазонах. При относительно

высоких уровнях облучающего ЭМП современная теория признает тепловой механизм воздействия на организмы биологического происхождения, и они достаточно хорошо изучены и научно обоснованы. При низком уровне электромагнитных излучений, например, для радиочастот выше 300 МГц, а это менее 1 мВт/см² принято говорить о нетепловом или информационном характере воздействия на объект. Механизмы действия неинтенсивных полей (например, электромагнитного излучения естественного поля Земли, современной электронной аппаратуры), изучены не в полной мере, а в тоже время большинство биологических объектов проявляют достаточно высокую чувствительность к ним, поэтому наши исследования совместно с агрономами, зоотехниками и ветеринарными врачами направлялись на решение конкретных электрофизических задач. Одним из таких объектов является сперма животных и эмбрионы яиц, где тепловой характер воздействия ЭМП не приемлем в силу особенностей процесса стимуляции воспроизводственных функций, например, при искусственном осеменении [2].

Достоинствами электроимпульсных устройств являются: сравнительно малое потребление энергетических ресурсов, простота реализуемых процессов и их небольшая продолжительность, не загрязняют окружающую среду, соответственно экологичны в использовании. Данные преимущества позволяют говорить о дальнейшем развитии и применении на практике, при производстве сельскохозяйственной продукции с помощью приборов и устройств, принцип действия которых основан на использовании электроимпульсных технологий.

К применению электроимпульсных устройств при производстве экологически чистой сельскохозяйственной продукции можно отнести такие технологические операции, как: борьба с сорняками; получение экологически чистых удобрений из органического сырья; обеззараживание воздуха в животноводческих помещениях; сушка зерна и другой сельскохозяйственной продукции. Применяемые в современных условиях способы подавления и уничтожения сорных растений (механические, химические), обеспечивая сокращение числа сорняков до технологически допустимого уровня вредности, негативно влияют на окружающую среду и урожай. Только механическими мерами нельзя удалить все сорняки при выращивании сельскохозяйственных культур.

В настоящее время возможно применение метода высоковольтного электроимпульсного культивирования, который по сравнению с

другими (механический, огневой), имеет следующие преимущества: низкая энергоёмкость, отсутствие механических воздействий на почву, возможность получения экологически чистой продукции и др. [2].

При реализации технологии электроимпульсного культивирования воздействие на сорняки происходит на разных стадиях их развития (семена, всходы, взрослые растения) электрическими импульсами высокого напряжения. Энергия высоковольтных импульсов зависит от этапа технологического процесса (предпосевная обработка, обработка всходов или взрослых растений), вида и стадии развития сорняков. Под действием электроимпульсов происходит необратимый разрыв мембран клеток растений, после которого сорняк восстановиться не может. Подача электрической энергии к объекту обработки осуществляют на этапе уничтожения взрослых сорняков или их всходов по следующей схеме: навесной электрод (трос, штанга) – стебель растения – корневая система – почва – заглублённый электрод (вращающийся диск) либо (предпосевная обработка сорняков) – через заглублённые в почву дисковые электроды.

При реализации высокоэффективных агротехнологий используются открытые природно-техногенные структуры – аграрные метасистемы (АМС). АМС состоит из: технических устройств обеспечения и поддержки агротехнологических процессов (техногенная составляющая АМС) и структуры природного происхождения (живые самоорганизующиеся растительные особи, использующие в своём развитии генетическую информацию). Природные структуры, протекающие в них процессы саморазвития и саморегуляции растительных особей, а также динамические изменения окружающей среды определяют параметры и режимы функционирования техногенных устройств. С точки зрения получения наибольшей продуктивности, снижения затрат различных видов ресурсов в агротехнологиях при системном рассмотрении АМС выявляется необходимость оперативной адаптации характеристик функционирования техногенных устройств.

Изучению процессов электромагнитного влияния на системы биологического происхождения и математическому моделированию конструкций электромагнитных устройств посвятили многие свои работы зарубежные и отечественные ученые В. И. Классен, О. Зенкевич, Е. Шуман, Т. Вермайер, И. Ф. Бородин, В. И. Загинайлов, В. И. Пахомов, Г. В. Никитенко, М. Г. Ковалев, В. Н. Гурницкий, Е. Ф. Тебенихин, А. Н. Куценко, А. В. Карнаухов, М. Н. Жадин, Б. М. Владимирский, Н. А. Тимурьянц, Ф. А. Мамедов, О. В. Михайлова, А. Г.

Возмилов, В. Ф. Сторчевой, Н. В. Цугленок, В. И. Чарыков, М. Г. Барышев и многие другие [3].

В настоящее время используется большое количество электромагнитных аппаратов в разных сферах сельскохозяйственного производства, как в растениеводстве, так и в животноводстве и птицеводстве. Например, устройства для повышения всхожести семян, обработки их в период длительного хранения, стимулирования активности спермы животных и эмбрионов птиц в репродуктивный цикл и другие [4, 5].

Использование электроимпульсных технологий при производстве в сельскохозяйственной продукции позволяет стимулировать развитие живых организмов и их сохранность, что дает возможность увеличить количество и улучшить качество продукции без расширения площадей и увеличения поголовья животных и птицы, защитить растения и животных от сорняков, вредителей и болезней, обеспечив высокую производительность [6, 7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вартанова, М. Л. Применение современных технологий в сельском хозяйстве как средство увеличения производительности и минимизации потерь в условиях импортозамещения / М. Л. Вартанова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. – 2018. – Т. 26. № 4. – С. 585-597. DOI: 10.22363/2313-2329-2018-26-4-585-597.

2. Курзин, Н. Н. Перспективы применения современных электротехнологий в АПК Краснодарского края / Н. Н. Курзин, А. Э. Сулейманов, Е. А. Рожков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 106. – С. 883-902.

3. Рекуперативная установка с системой корректирования направления вектора потока приточного воздуха / И. Ю. Игнаткин, А. В. Архипцев, Н. А. Шевкун [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 183. – С. 1-11. – DOI 10.21515/1990-4665-183-001.

4. Селезнева, Д. М. Проведение испытаний многозонного электрофильтра для обеспыливания воздуха сельскохозяйственных помещений / Д. М. Селезнева // Агротехника и энергообеспечение. – 2021. – № 2(31). – С. 12-17.

5. Шлепина, Д. М. Анализ конструкций электрофильтров для сельскохозяйственных помещений / Д. М. Шлепина // Доклады ТСХА, Москва, 03-05 декабря 2019 года. Том Выпуск 292, Часть I. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – С. 134-138.

6. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

7. Патент № 2492616 С1 Российская Федерация, МПК А01С 17/00. Разбрасыватель минеральных удобрений : № 2012118727/13 : заявл. 04.05.2012 : опубл. 20.09.2013 / В. А. Черноволов, М. А. Таранов, В. А. Луханин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия» (ФГБОУ ВПО АЧГАА).

8. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.

Об авторах:

Орехов Андрей Алексеевич, студент, ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики» (111024, Российская Федерация, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А).

Ариффулина Диляра Равилевна, студент, ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики» (111024, Российская Федерация, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А).

Петрушина Виктория Валерьевна, студент, ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики» (111024, Российская Федерация, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А).

Научный руководитель – Овсянникова Елена Александровна, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики» (111024, Российская Федерация, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А).

About the authors:

Andrei A. Orekhov, student, Moscow Technical University of Communications and Informatics (111024, Russian Federation, Moscow, Aviamotornaya str., 8A).

Diliara R. Arifulina, student, Moscow Technical University of Communications and Informatics (111024, Russian Federation, Moscow, Aviamotornaya str., 8A).

Viktoriia V. Petrushina, student, Moscow Technical University of Communications and Informatics (111024, Russian Federation, Moscow, Aviamotornaya str., 8A).

Scientific advisor – Elena A. Ovsyannikova, senior lecturer, Moscow Technical University of Communications and Informatics (111024, Russian Federation, Moscow, Aviamotornaya str., 8A).

ПУТИ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛА УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Д. С. Павин, Н. С. Пешков, И. Р. Голубцов

Научный руководитель – Н. А. Шевкун

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Поддержание параметров микроклимата в животноводческих помещениях в оптимальных параметрах позволяет обеспечивать сохранность поголовья и получать высококачественную продукцию. Это требует постоянной модернизации и расширения функционала технических устройств для поддержания параметров микроклимата. Это возможно обеспечить внедрением элементов, влияющих на качественные показатели функционирования устройств, применением систем автоматизации и интеграцией с системами «умного фермерства».*

***Ключевые слова:** вентиляция, микроклимат, теплоутилизационные установки, водоиспарительное охлаждение, дезинфекция.*

WAYS TO EXPAND THE FUNCTIONALITY OF DEVICES FOR MAINTAINING A MICROCLIMATE IN LIVESTOCK PREMISES

D. S. Pavin, N. S. Peshkov, I. R. Golubtsov

Scientific advisor – N. A. Shevkun

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Maintaining the microclimate parameters in livestock premises in optimal parameters allows ensuring the safety of livestock and obtaining high-quality products. This requires constant modernization and expansion of the functionality of technical devices to maintain the parameters of the microclimate. This will probably ensure the introduction of elements that affect the quality indicators of the functioning of devices, the use of automation systems and integration with smart farming systems.*

***Keywords:** ventilation, microclimate, heat recovery plants, evaporative cooling, disinfection.*

Поддержание требуемых санитарно-гигиенических и технологических условий в животноводческих помещениях обеспечивается системами вентиляции, которые содержит основное и вторичное оборудование.

В зависимости от организации система вентиляции может быть централизованной, когда все элементы объединены в одну общую систему, или децентрализованной, в случае размещения по всему помещению отдельных вентиляционных агрегатов.

В структуре децентрализованной системы вентиляции применительно к животноводству используют рекуперативные теплоутилизационные установки, которые одновременно с поддержанием требуемых параметров микроклимата обеспечивают рекуперацию тепла, тем самым позволяют снизить энергетические затраты на отопление животноводческих помещений осуществляя подогрев приточного воздуха в зимний период, так как по информации из ряда проведенных исследований до 80 % тепла теряется с вытяжным воздухом [1].

В настоящее время совершенствование рекуперативных теплообменников применяемых в животноводстве направлено на повышение их энергоэффективности, путем оптимизации их конструкции для снижения энергетических потерь, например, установка аэродинамических решеток, которые могут снизить потери давления вытяжного воздуха до 58 %, или направляющих аппаратов (рисунок 1) [2, 3].

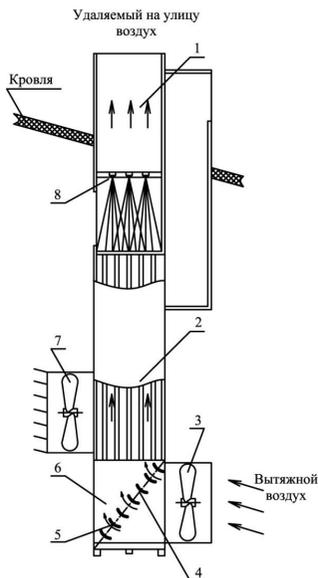


Рисунок 1 – Рекуперативная теплоутилизационная установка

1 – корпус, 2 – теплообменник, 3 – вытяжной вентилятор, 4 – направляющая лопатка, 5 – аэродинамическая решетка, 6 – поддон, 7 – приточный вентилятор, 8 – система промывки и обеззараживания

Отдельного внимания заслуживает расширение функционала рекуперативных теплоутилизационных установок в летний период, в частности, для более эффективного поддержания параметров микроклимата охлаждение приточного воздуха осуществлять с использованием водоиспарительного охлаждения путем орошения водой теплообменных поверхностей [4, 5].

Необходимо отметить, что в процессе эксплуатации на теплообменных поверхностях образуются отложения, загрязняющие их, ухудшающие теплообмен и являющиеся местом развития патогенной или условно патогенной микрофлоры, которая негативно сказывается на здоровье животных [6, 7]. Решение данной проблемы возможно реализацией расширения функционала элементов водоиспарительного охлаждения. А именно, внедрением системы промывки и дезинфекции теплообменных поверхностей и элементов теплоутилизационной установки [8-11]. Промывка и обеззараживание возможна с применением поверхностно-активных веществ или антисептиков.

Дополнительно путем введения антисептика в воду в режиме водоиспарительного охлаждения возможно формирование антисептических аэрозолей для дезинфекции помещений. Особо следует отметить возможность применения озонаторных установок в конструкциях рекуперативных теплоутилизационных установок, использование которых позволяет обеспечить обеззараживание воздушной среды в помещении и улучшать показатели качества воздушной среды.

Одним из перспективнейших направлений развития систем поддержания микроклимата в животноводческих помещениях является автоматизация и компьютеризация. Актуальность данного направления лишь вырастает с течением времени в связи с всеобщим развитием информационных технологий и соответствующего повышения доступности, надежности, удобства и экономности различных решений, основанных на использовании вычислительных мощностей микропроцессоров. С точки зрения регулирования микроклимата подобные решения могут быть использованы почти во всех аспектах данных систем, начиная от автоматизации регулирования необходимых параметров, таких как температура или влажность, заканчивая оптимизацией использования энергетических или иных ресурсов для поддержания заданных параметров.

Выводы. Анализ литературных источников показывает, что на текущий момент времени расширить функционал отдельных устройств поддержания параметров микроклимата в животноводческих помещениях возможно посредством доработки их конструктивных элементов.

А именно внедрением систем позволяющих улучшить качественные показатели их функционирования: элементов водоиспарительного охлаждения; систем промывки и дезинфекции элементов и поверхностей устройств; систем, обеспечивающих дезинфекцию животноводческих помещений. Особого внимания заслуживает применение систем автоматизации, которые позволяют контролировать технологические процессы и прогнозировать результаты принимаемых решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об особенностях организации реверсивного оттаивания в рекуператорах теплоты вытяжного воздуха / И. Ю. Игнаткин, Н. А. Шевкун, А. В. Архипцев [и др.] // *Агроинженерия*. – 2022. – Т. 24, № 6. – С. 15-19.
2. Патент на полезную модель № 220970 U1 Российская Федерация, МПК А01К 29/00. Теплоутилизационное устройство : № 2023109496 : заявл. 13.04.2023 : опубл. 11.10.2023 / Н. А. Шевкун, И. Ю. Игнаткин ; заявитель ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».
3. Рекуперативная установка с системой корректирования направления вектора потока приточного воздуха / И. Ю. Игнаткин, А. В. Архипцев, Н. А. Шевкун [и др.] // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2022. – № 183. – С. 1-11.
4. Developing and Testing the Air Cooling System of a Combined Climate Control Unit Used in Pig Farming / I. Yu. Ignatkin, S. Kazantsev, N. A. Shevkun [et al.] // *Agriculture*. – 2023. – Vol. 13, No. 2. – P. 334.
5. Практикум по гидравлике / Н. Г. Кожевникова, Н. П. Тогунова, А. В. Ещин [и др.]. – М. : Издательский Дом «Инфра-М», 2014. – 428 с.
6. Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования / Н. Г. Кожевникова, А. В. Ещин, Н. А. Шевкун, А. В. Дранный. – М. : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 115 с.
7. Economic evaluation of innovative engineering solutions in animal husbandry / N. V. Sergeyeva, V. N. Arinichev, N. A. Shevkun [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18-20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. Volume 677. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22036.*
8. Экспериментальные исследования условий распыла жидкостей посредством воздушного потока / Н. Г. Кожевникова, Н. А. Шевкун, В. А. Шевкун, А. В. Дранный // *Агроинженерия*. – 2021. – № 6(106). – С. 32-37. – DOI 10.26897/2687-1149-2021-6-32-37.
9. Анализ характера распределения давления в воздушном потоке по длине воздуховода / Н. Г. Кожевникова, Н. А. Шевкун, А. В. Дранный, А. А. Цымбал // *Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы) СЭТТ – 2020 : Сборник научных трудов Седьмой Международной*

научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения Академика А.В. Лыкова, Москва, 13-15 октября 2020 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2020. – С. 282-286.

10. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

11. Патент на полезную модель № 214992 U1 Российская Федерация, МПК А01К 29/00. Компактная теплоутилизационная установка : № 2022126567 : заявл. 12.10.2022 : опубл. 23.11.2022 / И. Ю. Игнаткин, А. В. Архипцев, Н. А. Шевкун [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Российской государственной аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Об авторах:

Павин Даниил Сергеевич, студент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), danyapavin@gmail.com.

Пешков Никита Сергеевич, студент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), nikitanumbia@gmail.com.

Голубцов Иван Романович, студент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), romastiy78@mail.ru.

Научный руководитель – Шевкун Николай Александрович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат сельскохозяйственных наук, energo-shevkun@rgau-msha.ru.

About the authors:

Daniil S. Pavin, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), danyapavin@gmail.com.

Nikita S. Peshkov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), nikitanumbia@gmail.com.

Ivan R. Golubtsov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), romastiy78@mail.ru.

Scientific advisor – Nikolay A. Shevkun, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Agricultural), energo-shevkun@rgau-msha.ru.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОВША ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА МЕХАНИЗМОМ САМОРАЗГРУЗКИ

М. И. Панчук

Научный руководитель – О. А. Ступин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Статья посвящена модернизации ковша фронтального погрузчика механизмом саморазгрузки. Модернизация позволяет повысить производительность погрузчика и снизить трудозатраты на его разгрузку и очистку, а также улучшает общую функциональность погрузчика в различных условиях работы.*

***Ключевые слова:** погрузчик, ковш, механизм саморазгрузки, разгрузка.*

MODERNIZATION OF THE BUCKET OF THE FRONT LOADER WITH A SELF-UNLOADING MECHANISM

M. I. Panchuk

Scientific advisor – O. A. Stupin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article is devoted to the modernization of the bucket of the front loader by the self-unloading mechanism. The upgrade improves loader productivity and reduces labor costs for unloading and cleaning, as well as improves the overall functionality of the loader in various working conditions.*

***Keywords:** loader, bucket, self-unloadings mechanism, unloading.*

Фронтальные погрузчики широко применяются в строительстве, сельском хозяйстве и других отраслях благодаря своей универсальности и способности быстро и эффективно выполнять погрузочно-разгрузочные работы. Основной рабочий элемент погрузчика – ковш, предназначенный для захвата и перемещения различных материалов: песка, щебня, грунта и других сыпучих грузов. Однако, в процессе эксплуатации возникают ситуации, когда стандартные ковши не позволяют обеспечить достаточную скорость и точность разгрузки. Это может замедлять работу и приводить к дополнительным издержкам на топливо, обслуживание техники и зарплату оператору.

Одним из решений, позволяющим повысить эффективность и снизить износ оборудования, является модернизация ковша (рисунок

1) путем внедрения в него механизма саморазгрузки. Данная модификация позволяет автоматизировать процесс разгрузки, сократить время выполнения операций и снизить нагрузку, действующую на оператора в процессе работы, что в большей степени проявляется при интенсивной эксплуатации.

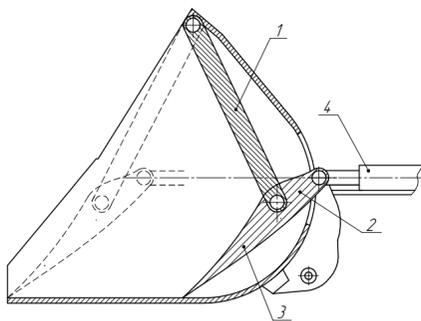


Рисунок 1 – Модернизированный ковш

Принцип действия: ковш содержит выталкиватель, в виде толкателя 1, шарнирно соединенного с задней стенкой ковша и со скребком, выполненным в виде двуплечего рычага, шарнирно соединенного с приводным механизмом. Один рычаг 2 скребка взаимодействует с приводным механизмом 3, а другой – с дном ковша.

Для разгрузки ковша включается приводной механизм 3, например, силовой цилиндр, шток которого под давлением на рычаг 2 скрепера толкает толкатель 1, одновременно прижимая скрепер ко дну ковша, в результате чего при опускании ковша для разгрузки, толкатель 1, шарнирно соединенный со скребковым комком 4, перемещается вперед, в результате чего скребок прижимается ко дну ковша, не всплывая, и «вычерпывает» весь грунт из ковша. Предлагаемая модернизация позволяет повысить эффективность разгрузки ковша, в результате чего повышается производительность машины в целом.

Модернизация ковша фронтального погрузчика с механизмом саморазгрузки представляет собой перспективное решение для повышения производительности и эффективности работы техники. Разработанные усовершенствования позволяют значительно упростить процесс разгрузки, снизить физическую нагрузку на оператора и улучшить эксплуатационные характеристики. Данное решение может быть успешно применено в различных отраслях, требующих высокой мобильности и оперативности погрузочно-разгрузочных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кучинский, Р. Г. Повышение эффективности эксплуатации одноковшовых гидравлических экскаваторов путем модернизации их рабочего оборудования / Р. Г. Кучинский, О. А. Ступин, С. И. Некрасов // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 5-6. – С. 104-113.
2. Научно-аналитический обзор технологий ресурсосбережения при эксплуатации технических средств в АПК / А. С. Апатенко, И. Н. Кравченко, Н. С. Севрюгина [и др.]. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2023. – 152 с. – ISBN 978-5-00207-449-5.
3. Жужневский, Д. Л. Модернизация ковша фронтального погрузчика / Д. Л. Жужневский // Материалы Международной научно-практической конференции молодых исследователей им. Д. И. Менделеева, посвященной 10-летию Института промышленных технологий и инжиниринга, Тюмень, 22-26 октября 2019 года / Ответственный редактор А. Н. Халин. Том 2. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. – С. 242-244.
4. Дидманидзе, О. Н. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, А. М. Карев // Доклады ТСХА, Москва, 02–04 декабря 2014 года. Том 1. – М.: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.
5. Джайлобаев, Э. Модернизация фронтального погрузчика / Э. Джайлобаев, В. С. Демьяновский, О. А. Маркина // Магистратура – автотранспортной отрасли : материалы VIII Всероссийской межвузовской конференции «Магистерские слушания», Санкт-Петербург, 26-27 октября 2023 года. – СПб : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – С. 137-141.

Об авторах:

Панчук Михаил Игоревич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), ipanchuk@hotmail.com

Научный руководитель – Ступин Олег Александрович, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), stupinl@rgau-msha.ru.

About the authors:

Mikhail I. Panchuk, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), ipanchuk@hotmail.com.

Scientific advisor – Oleg A. Stupin, senior lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), stupinl@rgau-msha.ru.

ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ТОПЛИВНЫХ ФОРСУНОК ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

В. С. Парашин, Д. С. Хабарина

Научный руководитель – Н. Н. Пуляев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Во многих исследовательских центрах мира в настоящее время ведутся работы, направленные на создание метода диагностики технического состояния машин. Особое значение имеют неинвазивные методы, в том числе методы, использующие виброакустические явления. В данной статье предлагается использовать Вейвлет-анализ и математическую модель, которые являются основой для системы диагностики повреждений топливных форсунок в двигателях внутреннего сгорания автомобилей. Проведены исследования, направленные на создание системы диагностики с использованием нейронных сетей.*

***Ключевые слова:** автомобильный транспорт, двигатели внутреннего сгорания, топливная аппаратура, диагностика форсунок.*

DIAGNOSIS OF DAMAGE TO THE FUEL INJECTORS OF THE CAR ENGINE

V. S. Parshin, D. S. Khabarina

Scientific advisor – N. N. Pulyaev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** In many research centers around the world, work is currently underway to create a method for diagnosing the technical condition of machines. Non-invasive methods, including methods using vibroacoustic phenomena, are of particular importance. In this article, it is proposed to use a wavelet analysis and a mathematical model, which are the basis for a system for diagnosing damage to fuel injectors in internal combustion engines of cars. Research has been conducted aimed at creating a diagnostic system using neural networks.*

***Keywords:** automobile transport, internal combustion engines, fuel equipment, diagnostics of injectors.*

В научной литературе широко обсуждаются проблемы мониторинга различных аспектов эксплуатации машин [1-3]. Современные транспортные средства оснащены технологичными системами,

которые служат для повышения безопасности и комфорта, а также снижения негативного воздействия на окружающую среду. Развитие отраслей, связанных с самыми современными технологиями, не ограничивает проведение фундаментальных исследовательских работ, что приводит к аналогичным измеримым эффектам, таким как повышение безопасности за счет увеличения долговечности элементов системы передачи мощности. В настоящее время процессы диагностики состояния автомобиля в основном выполняются на диагностических и ремонтных станциях и на станциях технического осмотра транспортных средств.

Новое поколение диагностического оборудования, компьютерные диагностические линии и обязательность установки бортовой диагностической системы OBD дают возможность использовать новейшие технологии для определения технического состояния элементов двигателей внутреннего сгорания автомобиля. Идеальным решением может стать измерительный прибор, который будет измерять параметры, отвечающие на вопрос о возникновении повреждения, или использование в транспортном средстве комплексной системы самодиагностики, которая способна диагностировать отдельные элементы двигателя [4, 5].

Как сообщается в литературе для автосервисов, многие признаки некорректной работы двигателя являются следствием плохого состояния системы впрыска.

В практике автомастерской наиболее частыми признаками являются:

- нестабильная работа на малых оборотах,
- повышенный выброс токсичных компонентов в выхлопных газах,
- снижение мощности двигателя,
- плохая работа системы каталитического нейтрализатора и лямбда-зонда,
- затрудненный запуск.

Закупорка системы впрыска является следствием наличия отложений, которые образуются в процессе сгорания или попадают в топливо при его производстве, хранении, транспортировке, распределения или использования.

Помимо закупорки сопловых отверстий форсунок, отложения оказывают неблагоприятное воздействие, вызывая абразивный износ и

эрозию сопрягаемых поверхностей иглы впрыска, распылителя впрыска и отверстий наконечника распылителя.

В практической литературе сообщается, что возникновение неисправности форсунки приводит к:

- изменению формы струи топлива,
- изменению размера распыляемых капель топлива,
- снижению производительности двигателя,
- снижению долговечности системы лямбда-зонда и каталитического нейтрализатора,
- повышению содержания токсичных компонентов в выхлопных газах,
- повышению эксплуатационных расходов,
- неправильной работе всей системы впрыска топлива.

Цель исследования – выявление повреждений в топливных впускных коллекторах двигателя внутреннего сгорания с использованием вибраций, которые его сопровождают.

Объектом исследований являлся двигатель внутреннего сгорания с искровым зажиганием объемом 1,6 литра автомобиля Ford Focus.

Сигналы вибрации головки двигателя регистрировались в точках около:

- впускного клапана 1-го цилиндра,
- выпускного клапана 1-го цилиндра,
- выпускного клапана 4-го цилиндра,
- коробки передач.

Измерения проводились для:

- 3-й передаче,
- 4-й передаче,
- 5-й передаче,

На трех режимах работы двигателя:

- 2000 об/мин,
- 3000 об/мин,
- 4000 об/мин.

Каждое измерение выполнялось в двух сериях, для исправной форсунки и форсунки с имитированным повреждением.

Одновременный анализ временных и частотных свойств сигналов с помощью вейвлет-преобразования все чаще используется при диагностике двигателей внутреннего сгорания.

Вейвлет-анализ заключается в корреляции сигнала и его представлении в виде линейной комбинации базовых функций, известных как вейвлеты [5]. Особенности, отличающие этот метод анализа сигнала от других методов, – это многоуровневая корреляция сигнала, переменное разрешение во временной и частотной областях и возможность использования базовых функций, отличных от гармонических функций.

Дискретное вейвлет-преобразование сигнала $x(t)$ определяется как скалярное произведение $x(t)$ и последовательность базовой функции $y(t)$:

$$DWT = \int_{-\infty}^{+\infty} \psi(t) \cdot x(t) dt \quad (1)$$

Исходный сигнал $x(t)$ проходит через два дополнительных фильтра и выходит как низкочастотный (приближенные сигналы $A(t)$) и высокочастотный (детализированные сигналы $D(t)$). Процесс корреляции может быть итерирован с последовательными приближениями, разделяемыми по очереди, так что сигнал может быть разбит на множество компонентов с более низким разрешением.

Сигнал $x(t)$ может быть представлен следующим образом:

$$x(t) = A_n(t) + \sum_l^n D_l(t) \quad (2)$$

С ростом уровня корреляции сигнала доля деталей уменьшается, в результате чего возникает ситуация, когда снижение разрешения сопровождается снижением содержания деталей в аппроксимации сигнала.

В проведенных математических итерациях сигналы виброускорений подвергались корреляции на уровнях от одного до десяти.

Для описания характера изменений коррелированного виброакустического сигнала с использованием вейвлет-анализа предполагается использование энтропии сигнала в качестве меры, характеризующей изменения сигнала $x_j(t)$. Ее можно рассчитать с использованием зависимости:

$$E_{sh} = -\sum_j x_j^2(t) \cdot \log(x_j^2(t)) \quad (3)$$

Основная идея проведенных исследований заключается в возможности расширения используемой системы OBD системой диагностики с использованием виброакустических сигналов. Поскольку сигналы вибрации были зарегистрированы в реальных условиях езды на автомобиле, не вызывает сомнений возможность практического использования предлагаемого способа диагностики.

Представленные результаты являются предварительным исследованием, связанным с возможностью использования виброакустических сигналов и нейронных сетей для описания технического состояния двигателя внутреннего сгорания автомобиля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Асадов, Д. Г. Основы повышения мощностных показателей в ДВС на тягово-транспортных средствах / Д. Г. Асадов, Н. Н. Пуляев, А. С. Гузалов. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Автограф», 2020. – 70 с.

2. Гузалов, А. С. Повышение эффективности работы трактора путём совершенствования работы двигателя / А. С. Гузалов, О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию В. А. Михельсона, Москва, 09-11 июня 2020 года. Том 2. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020.

3. Оценка технического состояния машины по данным ее системы управления / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, Н. Н. Пуляев // Чтения академика В. Н. Болтинского: семинар, Москва, 20-21 января 2021 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2021. – С. 10-19.

4. Арженовский, А. Г. Совершенствование методики и средств определения энергетических параметров двигателей тракторов в эксплуатационных условиях : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Арженовский Алексей Григорьевич. – Зерноград, 2004. – 124 с.

5. Critical Impacts of Advanced Technology in Certification of Vehicle Repair and Maintenance Facilities in Agrifood Systems / A. S. Guzalov, E. S. Schnaras, E. G. Ivakina [et al.] // Unlocking Digital Transformation of Agricultural Enterprises. Technology Advances, Digital Ecosystems, and Innovative Firm Governance. – Cham: Springer, 2023. – P. 167-175.

6. Арженовский, А. Г. Определение энергетических и топливно-экономических показателей тракторного двигателя / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 7. – С. 25-26.

7. Пуляев, Н. Н. Оптимизация процессов и решений / Н. Н. Пуляев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Автограф», 2019. – 90 с.

8. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

9. Дидманидзе, О. Н. Исследования показателей тепловыделения газовых двигателей / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов // Записки Горного института. – 2018. – Т. 229. – С. 50-55. – DOI 10.25515/PMI.2018.1.50.

10. Технический сервис дизельной топливной аппаратуры / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. М. Корнеев, Д. И. Петровский. – М. : ООО «Издательство «Триада», 2003. – 108 с.

11. Арженовский, А. Г. Совершенствование методов и средств определения тягово-динамических и топливно-экономических показателей трактора в эксплуатационных условиях / А. Г. Арженовский // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 11. – С. 29-35.

Об авторах:

Парашин Всеволод Сергеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Хабарина Диана Сергеевна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Пуляев Николай Николаевич, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, pulyaev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Vsevolod S. Parashin, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Diana S. Khabarina, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Nikolay N. Pulyaev, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), pulyaev@rgau-msha.ru.

ОБЗОР КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОМОТОР-КОЛЕС ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Н. В. Перевозчикова, Е. А. Петухов, А. В. Катаев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Приведен обзор и анализ конструкций электродвигатель-колес для транспортных средств. Выявлены основные направления развития конструкций.*

***Ключевые слова:** электромеханическая трансмиссия, электродвигатель-колесо, автоматизированные системы управления трансмиссией, комбинированная силовая установка.*

OVERVIEW OF THE DESIGN OF ELECTRIC MOTOR WHEELS FOR VEHICLES

N. V. Perevozchikova, E. A. Petukhov, A. V. Kataev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** An overview and analysis of the designs of electric motor wheels for vehicles is given. The main directions of the development of structures have been identified.*

***Keywords:** electromechanical transmission, electric motor-wheel, automated transmission control systems, combined power plant.*

В настоящее время производство электрических транспортных средств стремительно развивается и экологически чистый транспорт становится все более важным в мире с каждым годом. Благодаря своей экономичности и отсутствию вредных выбросов в атмосферу во время эксплуатации, такой вид транспорта практически идеален для городских условий.

Идея использования электродвигателя, который интегрирован непосредственно в колесо транспортного средства, не новаторская, но остается востребованной. Эта конструкция дает транспортному средству широкий спектр возможностей, идея ее использования началась с велосипедов и самокатов. Это позволило им развивать более высокую скорость и экономить силы человека. Сейчас инженеры активно применяют эту технологию в автомобильном транспорте, сельскохозяйственной и специальной технике, и у них это отлично получается.

Например, в Советском Союзе электромотор-колеса использовались в тяжелых карьерных самосвалах, таких как БелАЗ. В настоящее время данное технологическое решение пытаются адаптировать для использования в тракторах. Это было реализовано компанией John Deere, которая представила электрический трактор SESAM. Он оснащен двумя электродвигателями мощностью 150 кВт каждый и батареей ёмкостью 130 кВт·ч. Время работы при полной зарядке достигает 4 часов.

Электромотор-колесо – это комплексный агрегат, в котором объединены непосредственно колесо, электрический двигатель, силовая передача и тормозная система – в некоторых случаях.

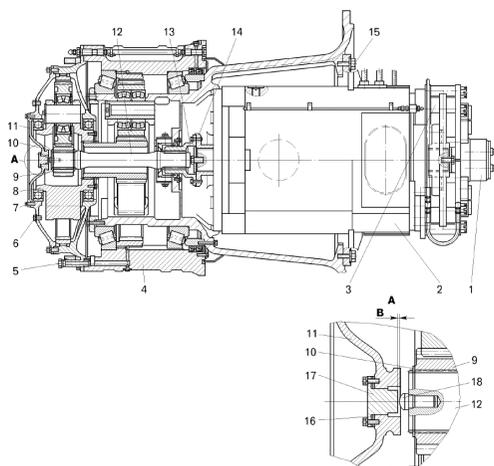


Рисунок 1 – Схема электромотор-колеса автосамосвала БелАЗ:

1 – стояночный тормозной механизм; 2 – тяговый электродвигатель; 3 – рабочая тормозная система; 4 – ступица заднего колеса; 5 – шуп; 6 – пробка заливного отверстия; 7, 15 – болты; 8 – редуктор электромотор-колеса; 9 – солнечная шестерня первого ряда; 10 – стопорное кольцо; 11 – крышка; 12 – торсионный вал; 13 – фланец торсионного вала; 14 – фланец тягового электродвигателя; 16 – регулировочные шайбы; 17 – упор; 18 – упор сферический

В 1884 году Веллингтон Адамс подал заявку на патент первого колесного движителя. Через 6 лет был изобретен двигатель с высоким крутящим моментом и малым числом оборотов в минуту, который был встроен в колесо. А в 1897 году к работе присоединился автомобильный конструктор – Фердинанд Порше. Опытный образец электромобиля был компактным и быстрым, двигаясь со скоростью 40 км/ч, но

имел значительный вес из-за свинцовых аккумуляторных батарей. Вопреки этому, инженеры продолжили работу над улучшением.

Сегодня электромотор-колеса широко применяются в электрических и гибридных автомобилях, обеспечивая им высокую эффективность и производительность. Принцип работы электромотор-колеса основывается на использовании электрического тока для генерации вращательного движения, обеспечивая требуемый крутящий момент непосредственно на колесах. Это отличается от традиционных автомобильных двигателей, использующих систему передачи для передачи крутящего момента. Важным компонентом электромотор-колеса является электродвигатель, состоящий из статора и ротора, обладающих различными функциями.

При прохождении электрического тока через статор возникает магнитное поле, воздействующее на ротор и вызывающее его вращение вокруг своей оси. Это вращение передается на колеса, позволяя автомобилю двигаться вперед. Электромотор-колесо может регулировать скорость вращения колес и оптимизировать эффективность работы с помощью различных сенсоров и контроллеров. Например, при резком ускорении автомобиля, электромотор-колесо может увеличить скорость вращения колес для более быстрого разгона. Также при торможении, электромотор-колесо может использовать рекуперацию энергии, превращая кинетическую энергию автомобиля в электрическую для последующего использования.

Для расчета тягово-скоростных показателей мотор-колеса необходимо определить предельную мощность на колесе [3]:

$$P_{\text{к пред}} = \frac{N_{\text{тд max}} \cdot \beta_{\text{всп}} \cdot 0,736}{m_{\text{д}}} \cdot \eta_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{са}} \cdot \eta_{\text{р}},$$

где $N_{\text{тд max}}$ – максимальная мощность на валу первичного теплового двигателя в л.с.;

$\beta_{\text{всп}}$ – коэффициент, учитывающий расход мощности первичного двигателя на привод вспомогательных механизмов; $\beta_{\text{всп}} < 1$;

$\eta_{\text{г}}$, $\eta_{\text{д}}$, $\eta_{\text{са}}$, $\eta_{\text{р}}$ – КПД генератора, электродвигателя, статических агрегатов (выпрямителя или преобразователя) и редуктора мотор-колеса;

0,736 – коэффициент для перевода л. с. в кВт.

Преимущества электромотор-колеса очевидны. Одним из главных является их высокая эффективность. При передаче энергии от двигателя к колесам в традиционной трансмиссии происходят потери, такие как затраты крутящего момента на разгон инерционных масс,

трение в зацеплениях зубчатых колес, перемешивание масла, качение подшипников и т.д. Чем больше компонентов трансмиссии, тем ниже эффективность. В случае электропривода КПД составляет 92...95 %, тогда как полный набор трансмиссионных потерь классической схемы снижает этот показатель до 85 % [2]. Второе преимущество заключается в массе. Избавившись от всех трансмиссионных узлов, можно уменьшить общую массу, так как между двигателем с генератором и электромотором-колесом будут только провода. Еще одно преимущество связано с компоновкой. Подключая мотор-колеса только проводами, создаются значительные возможности для компоновки: можно избавиться от привычного центрального тоннеля, пол станет абсолютно ровным. Однако на фоне преимуществ, конечно же, существуют и недостатки, которые тормозят развитие такого направления в автомобилестроении. Самый серьезный недостаток – неподдрессоренная масса. При общем уменьшении массы всей системы, ее перераспределение происходит не лучшим образом: масса смещается в колесо, и чем она больше, тем автомобиль становится менее комфортным и управляемым [1]. Еще одна существенная недостаточность заключается в ограниченном диапазоне. На данный момент электродвигателям не хватает возможности охватывать и скоростной, и тяговый диапазоны, хотя крутящий момент уже доступен при нуле. Проблему можно решить с помощью «переразмеренных» электродвигателей, однако это приведет к увеличению стоимости, габаритов и массы.

Несомненно, колеса с электромоторами являются одной из ключевых технологий, способных поднять уровень развития автомобильной индустрии. Простота и эффективность этой технологии для электромобилей не могут не заинтересовать разработчиков со всего мира, которые постоянно стремятся усовершенствовать своё оборудование. Конечно, как и у любой технологии, у колес с электромоторами есть свои недостатки, но некоторые специалисты делают на них ставку, и в будущем, вероятно, эти минусы будут устранены. С их помощью автомобили могут стать более устойчивыми к изменениям климата и экологически более безопасными. В настоящее время колеса с электромоторами широко применяются в двух областях: в легкой (велосипеды и самокаты) и тяжелой технике (карьерная и специальная). Подводя итог, можно сказать, что колеса с электромоторами представляют собой перспективное и инновационное решение для транспортных средств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе, О. Н. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, А. М. Карев // Доклады ТСХА, Москва, 02–04 декабря 2014 года. Том 1. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.
2. Конструкция автомобилей. Трансмиссия : учебно-методическое пособие для студентов автотранспортных специальностей / О. С. Руктешель [и др.]. — Минск: БНТУ, 2008. — 116 с.
3. Дидманидзе, О. Н. Использование суперконденсаторов в комбинированных энергоустановках тягово-транспортных средств / О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2004. – 160 с.
4. Руководство по диагностике, ТО и ремонту комбинированной энергоустановки гибридного автомобиля Toyota Prius NHW20/0 / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, Д. Г. Асадов [и др.]. – М. : ООО «Издательство «Триада», 2006. – 357 с.
5. Основы электрического транспорта : учебник для студ. высш. учеб. заведений / М. А. Слепцов, Г. П. Долаберидзе, А. В. Прокопович [и др.]; под общ. ред. М. А. Слепцова. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 464 с.
6. Дидманидзе, О. Н. Трактор с комбинированной энергоустановкой / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, В. С. Иволгин // Сельский механизатор. – 2008. – № 11. – С. 6-7.
7. Дидманидзе, О. Н. Пути развития транспортных энергоустановок / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов. – М. : ООО «Триада», 2006. – 64 с. – ISBN 5-9546-0035-Х.
8. Дидманидзе, О. Н. Анализ современных типов гибридных энергоустановок / О. Н. Дидманидзе, Д. Г. Асадов, О. В. Закарчевский // Международный научный журнал. – 2011. – № 2. – С. 113-115.
9. Электромобили и автомобили с комбинированной энергоустановкой. Расчет скоростных характеристик : учебное пособие / В. Е. Ютт, В. И. Строганов. – М. : МАДИ, 2016. – 108 с.
10. Дидманидзе, О. Н. Тенденции и пути развития современных электро-мобилей / О. Н. Дидманидзе, Е. А. Пучин, С. А. Иванов. – М. : Триада, 2006. – 64 с. – ISBN 5-9546-0035-Х.

Об авторах:

Перевозчикова Наталия Васильевна, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, n.pervezchikova@rgau-msha.ru.

Петухов Егор Александрович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), epetuhov03@mail.ru.

Катаев Андрей Васильевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), katayev02@internet.ru.

About the authors:

Natalia V. Perevozchikova, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), n.perevozchikova@rgau-msha.ru.

Egor A. Petukhov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), epetuhov03@mail.ru.

Andrey V. Kataev, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), katayev02@internet.ru.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ АВТОПИЛОТИРОВАНИЯ В РОССИИ

К. В. Полетаев, А. Н. Симоненко

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены данные о применении систем автопилотирования в России, приведено экономическое обоснование для внедрения автопилотов в бизнес-процессы сельхозпроизводства. Приведена статистика по международному рынку автопилотов, тенденции к росту количества тракторов, оснащенных данными системами. Освещены экономические и информационные причины, мешающие массовому внедрению автопилотов в России.

Ключевые слова: автопилот, переуплотнение почвы, продовольственная безопасность, Cognitive Agro Pilot, GPS, экономия, себестоимость.

DEVELOPMENT OF AUTOPILOT SYSTEMS IN RUSSIA

K. V. Poletaev, A. N. Simonenko

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article considers data on the application of autopilot systems in Russia, provides economic justification for the introduction of autopilots in the business processes of agricultural production. The statistics on the international market of autopilots and the tendency to increase the number of tractors equipped with these systems are given. Economic and informational reasons preventing the mass introduction of autopilots in Russia are highlighted

Keywords: autopilot, soil over-compaction, food security, Cognitive Agro Pilot, GPS, economy, cost of production.

Во всем мире всегда понимали важность развития сельского хозяйства для обеспечения суверенитета страны на мировой арене.

Сегодня продовольственная безопасность государства становится вопросом номер один. Важность этого подчеркнул в видеоконференции «О ходе сезонных полевых работ» Президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин: Основной посыл в его речи состоял о необходимости обеспечения своей продовольственной безопасности, путем снижения зависимости от поставок из-за рубежа семян, оборудования, сельхозтехники.

Ожидается, что к 2050 году численность населения мира достигнет 9,7 миллиарда человек, что потребует удвоения сельскохозяйственного производства с 2010 по 2050 год [2].

Вопросы увеличения урожайности двигали вперед науку и промышленность.

Лучшие научные умы страны Василий Прохорович Горячкин (1868-1935), Василий Николаевич Болтинский (1904-1977), работали фактически над созданием новых отраслей науки. Благодаря им был заложен фундамент, на котором базируются современные достижения сельского хозяйства.

Остро встают вопросы о рациональном использовании земель, сохранении плодородных свойств посевных площадей, уменьшении переуплотнения почвы, минимизации внесения дорогостоящих удобрений.

Журнал «Агротехника и технологии» в январе 2019 года опубликовал статью, в которой сообщалось, что с проблемой переуплотнения почвы сталкиваются до 90 % хозяйств Центральной России, в результате чего всхожесть культур падает на 30...40 % [3].

Современная наука и промышленность дали в руки аграриев инструменты для победы в этой борьбе.

Это и энергонасыщенные трактора, и широкозахватные орудия, и тандем из технологий и агрегатов, позволяющих за один проход проводить по две, три и больше агротехнических операций.

С увеличением габаритно-массовых размеров тракторов и орудий увеличились и досадные оплошности у людей, управляющих ими. Пропуски, излишние перекрытия – вот неполный перечень огрехов. Все они ведут к увеличению экономических затрат на производство.

Системы параллельного вождения, автопилоты, цифровое зрение – вот выход из сложившейся ситуации. Благодаря им можно избавить человека от монотонного труда, где больше всего совершается ошибок.

Осенью 2023 года в России подвели итоги первой аграрной кампании с применением беспилотных тракторов второго поколения. Это тракторы «Кировец» с беспилотными системами Cognitive Agro Pilot, использующие искусственный интеллект (в первом поколении использовался только GPS сигнал).

Ассоциация «ИнтерАгроТех» (Ассоциация промышленников и сельхозтоваропроизводителей – объединяет 250 компаний и агрохолдингов) обнародовала данные, что при использовании Cognitive Agro

Pilot с марта по сентябрь 2023 года в 17 хозяйствах в 6 регионах России (Волгоградская, Ульяновская, Псковская области, Краснодарский край и другие) экономия для одного трактора составляет в среднем 2,6 млн руб. в год (размер поля 1000 га, ширина захвата орудия – 5 м). При средних размерах российских хозяйств до 10 тыс. га экономия для одного хозяйства будет составлять уже десятки миллионов рублей. Для крупных хозяйств экономия может достигать миллиардов рублей. Затраты на установку автопилота на единицу техники составили в среднем 800 тыс. руб. Система окупилась уже за первый сезон [4].

Эти данные учитывают экономию только на ресурсах (топливо, посевной материал, химикаты и т.д.), которая была достигнута на обработке почвы, севе и опрыскивании (полив, внесение жидких химикатов против вредителей и др.). Наибольшая экономия была отмечена на операции сева. На семенах и топливе она превысила 35 %. При опрыскивании экономия достигла 27 %. В среднем, на всех операциях экономия составляет порядка 30 %.

Отметим, что в приведенных данных не учтена экономия по времени, которая позволяет в срок выполнить работы, снизить риски погодного фактора, не учитывается снижение утомляемости механизатора и другие возможности автопилотирования, которые напрямую не считаются в рублях.

По исследованиям маркетингового агентства Markets&Markets, мировой рынок беспилотных тракторов насчитывает сегодня порядка 44,8 тыс. единиц. В деньгах объем этого рынка, по оценкам аналитиков Allied Market Research, в 2021 году составлял 2,6 млрд долл. К 2025 году количество беспилотных тракторов в мире должно, по прогнозам, увеличиться до 61 тысячи единиц (с динамикой роста около 25 %), а по деньгам – до 11,6 млрд к 2030 году при динамике 20,9 %. По данным аналитиков Report Linker, мировой рынок всего автономного сельскохозяйственного оборудования в 2022 году составил 79,5 млрд долл., а к 2030 году, при прогнозируемом ежегодном увеличении на 14,3 %, он может достичь 231,8 млрд долл.

Член совета директоров ГК «ЭкоНива», председатель Smart Farming Club Бьёрне Дрекслер в интервью РБК Петербург говорил, что беспилотные технологии имеют большие перспективы в среднем и крупном сельскохозяйственном производстве. «Поэтому многие хозяйства уже устанавливают такие системы на свою технику. Наиболее динамично развивается в этом направлении средний сегмент хозяйств

с земельным банком от 5 тыс. до 40 тыс. га. На таких предприятиях решения принимаются намного быстрее и проще», – отмечал он [4].

Также Дрекслер считает наиболее прогрессивными являются системы автопилотирования AutoTrac от John Deere и Cognitive Agro Pilot. «Именно за такими системами будущее (возможно в комбинации с GPS) – они имеют несомненные преимущества перед довольно простыми GPS-системами. В сущности, система Cognitive Agro Pilot работает как человек – это робот, который можно запрограммировать на получение любой необходимой информации с поля и использовать ее для управления техникой. Это технология следующего поколения после GPS-систем», – заявлял эксперт. «Если компания Cognitive Pilot будет усердно работать, она действительно, как и обещает, сможет создать 100-процентный беспилотник в сельском хозяйстве к 2024 году. Это сделать гораздо проще, чем в сегменте автомобилей», – добавил он [4].

На самом деле это тревожный звонок. Промышленность создала систему автопилотирования на уровне мировых производителей, а крупнейшие владельцы сельскохозяйственных земель не торопятся применять новейшие технологии? В чем причины?

Их несколько. Но одна из важнейших – экономическая. Переоборудовать единоразово массив техники крупного холдинга экономически трудно.

Но есть и другая грань проблемы – производители мало уделяют внимание грамотной работе с клиентами. Они до сих пор не понимают, что продавать надо не товар, а выгоду, которую принесет обладание данным товаром.

На прошедшей в Москве выставке «Агросалон 2024» были представлены множество производителей навигационных систем – от недорогих китайских с ценовым сегментом 400 тыс. руб., до топовых производителей Ителма, Торсон, Trimble от 1млн руб. и выше. Каждый рекламировал свой продукт как самый инновационный, выгодный, надежный.

Однако никто не удосужился прямо в рекламном буклете указать, какая выгода ждет обладателя автопилота. Сколько он экономит топлива, семян, удобрений.

Учебным заведениям аграрной направленности необходимо более активно вести разъяснительную работу. Если раньше в нашей академии длительный полевой опыт наглядно показывал крестьянам пользу от севооборота, сегодня он обязан показывать, насколько

можно экономно использовать землю, топливо, семена и удобрения при современных методиках обработки земли, посадки. Уменьшение себестоимости производства – основа для успешного бизнеса.

Но какое количество систем автопилотирования необходимо для нашей страны? На данный момент это невозможно определить. Понятно, что самоходные комбайны должны быть оборудованы данными системами на 100 %. А тракторы? Какое количество тракторной техники выполняет сельскохозяйственные операции? На коммунальный МТЗ со щеткой и отвалом данная система излишняя?

В Гостехнадзоре – органе, который ответственен за регистрацию техники, нет такой информации – только общее количество зарегистрированных машин.

На наш взгляд, наличие данной информации у производителей систем автопилотирования приведет к более четкому пониманию объема рынка, более уверенному инвестированию финансов в проект как на этапе разработки принципиально новых систем и алгоритмов работы, так и на этапе производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Путин В. В. «О ходе сезонных полевых работ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/69440> (дата обращения 01.11.2024).
2. Оценка технического состояния машины по данным ее системы управления / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, Н. Н. Пуляев // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар, Москва, 20-21 января 2021 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2021. – С. 10-19.
3. Дидманидзе, О. Н. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, А. М. Карев // Доклады ТСХА, Москва, 02–04 декабря 2014 года. Том 1. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.
4. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.
5. Harvesting of mixed crops by axial rotary combines / N. Aldoshin, O. Didmanidze, B. Mirzayev, F. Mamatov // TAE 2019 - Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2019, Prague, 17-20 сентября 2019 года. – Prague: Czech University of Life Sciences Prague, 2019. – P. 20-25.
6. Jamil de Almeida Baltazar, «Development of a Robotic Platform with Autonomous Navigation System for Agriculture» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2624-7402/6/3/192> (дата обращения 01.11.2024).

7. Пуляев, Н. Н. Направления развития сельскохозяйственных тракторов / Н. Н. Пуляев, Д. Г. Асадов, А. И. Сучков // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар, Москва, 20–21 января 2021 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2021. – С. 88-94.

8. Харитонов Д. Не давить. Как бороться с переуплотнением почвы [Электронный ресурс] // «Агротехника и технологии». – Режим доступа <https://www.agroinvestor.ru/tech/article/31103-ne-davit/> (дата обращения 01.11.2024).

9. «Он как человек»: как в России внедряют необычные беспилотные тракторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rbc.ru/spb_sz/25/10/2023/653904ac9a7947cb64f7f7cd (дата обращения 01.11.2024).

10. Чутчева, Ю. В. Перспективные направления развития тягово-транспортных средств для сельского хозяйства / Ю. В. Чутчева, Н. Н. Пуляев, Ю. С. Коротких // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 9 (279). – С. 2-5. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-9-2-5.

11. Дидманидзе, О. Н. Проектирование производственных процессов в растениеводстве с использованием компьютерных технологий / О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев, А. Н. Журилин. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 150 с.

Об авторах:

Поletaев Кирилл Вячеславович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), u-21214@mail.ru.

Симоненко Анатолий Николаевич, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), simanatul@rgau-msha.ru.

About the authors:

Kirill V. Poletaev, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), u-21214@mail.ru.

Anatoly N. Simonenko, senior lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), simanatul@rgau-msha.ru.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРЕЙДЕРА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС

В. А. Полищук

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрена навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Предлагается ее использовать для управления техникой в строительной и сельскохозяйственной отраслях. Показаны преимущества и недостатки ее использования.

Ключевые слова: ГЛОНАСС, навигационная система, строительная техника, сельскохозяйственная техника.

MODERNIZATION OF THE GRADER CONTROL SYSTEM WITH USING THE GLONASS SYSTEM

V. A. Polishchuk

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. GLONASS navigation satellite system is considered in the article. It is proposed to use it to control machinery in the construction and agricultural industries. Advantages and disadvantages of its use are shown.

Keywords: GLONASS, navigation system, construction machinery, agricultural machinery.

Введение

«Глобальная навигационная спутниковая система» (ГНСС) ГЛОНАСС является важным инструментом для навигации, используемым в различных областях. Система ГЛОНАСС обеспечивает точные данные о местоположении, скорости и времени, что необходимо для навигации транспортных средств, таких как автомобили, корабли и самолеты. Это позволяет оптимизировать маршруты, улучшить безопасность и снизить временные затраты на перемещение [1-5].

Для геофизических и геологических исследований, особенно в удаленных или труднодоступных районах, система ГЛОНАСС играет важную роль в определении местоположения и ориентации измерительного оборудования.

Система ГЛОНАСС используется в различных областях, таких как транспорт (например, для отслеживания автомобилей и маршрутизации), геодезия, геофизика, лесное хозяйство, геология и многое другое. Она также имеет важное военное применение. Важно отметить, что благодаря тому, что ГЛОНАСС и GPS являются разными системами, их совместное использование может повысить надежность навигации [1-5].

Целью работы является модернизация системы автоматического управления автогрейдером с использованием системы ГЛОНАСС.

Результаты исследований.

На автогрейдер предусматривается установка гидростатической системы для управления гидроцилиндрами рабочего оборудования с возможностью автоматического регулирования высотного положения отвала и скорости движения автогрейдера в зависимости от нагрузки на рабочем органе. В системе предусмотрена установка исполнительного механизма гидрораспределителей с электромагнитным управлением система включает пульт управления, преобразователь пульта управления, модуль управления, блок управления насосом, преобразователь входных сигналов, механизм управления, датчик давления, датчик положения люльки насоса, датчик положения люльки мотора, индикатор загрязненности, фильтр и датчик скорости. Также предусмотрена установка оборудования системы ГЛОНАСС с необходимыми настройками, обеспечивающими стабильную работу машины (рисунок 1).

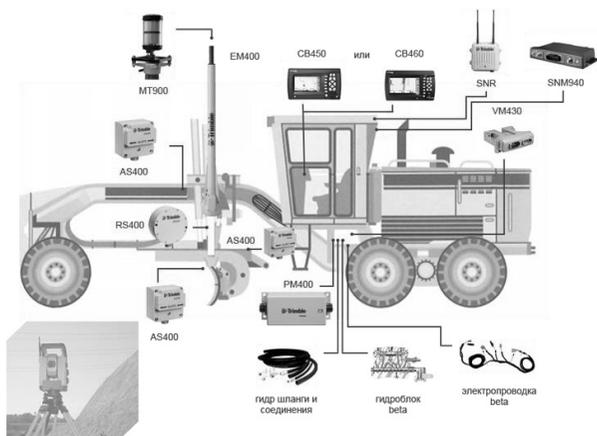


Рисунок 1 – Принципиальная схема размещения навигационного оборудования на грейдере

Установка дополнительного оборудования ГЛОНАСС позволила усовершенствовать технологию производства работ технологию и их эффективность при выполнении дорожного строительства.

В общем, система ГЛОНАСС – технологическое достижение, которое играет важную роль в современном мире, обеспечивая нам точную навигацию в самых отдаленных уголках планеты.

Координатное дистанционное управление необходимо в строительной и сельскохозяйственной отраслях. Такая технология стала возможной благодаря развитию средств связи, спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, компьютеризации и использованию навигационных и информационных технологий. Стержнем технологии являются специальные программы спутникового мониторинга транспорта.

Навигационные технологии играют важную роль в современных строительно-мелиоративных машинах, обеспечивая повышенную точность и эффективность в различных задачах.

Навигационные системы, такие как GPS, ГЛОНАСС и другие, позволяют управлять машинами с высокой точностью при выполнении земельных работ. Это особенно важно при планировании, выравнивании и дренажировании полей, поскольку высокая точность способствует оптимальному использованию земельных ресурсов и повышает урожайность.

Навигационные технологии позволяют автоматизировать процессы управления и контроля в мелиоративных машинах. Такие системы могут использоваться для автоматического поддержания заданной глубины пахоты, уровня засоренности почвы, а также для автоматического управления скоростью и маршрутом движения.

Использование навигационных технологий позволяет оптимизировать расход топлива, времени и материалов. Системы могут точно определять зоны, где работы уже выполнены, и различать участки с высокой и низкой плодородностью, что позволяет оптимально распределять ресурсы в зависимости от потребностей участка.

Навигационные технологии также обеспечивают возможность точного ведения документации о проведенных работах, что является важным аспектом при обслуживании и учете земельных участков.

В целом, навигационные технологии вносят значительный вклад в повышение точности, эффективности и управляемости строительно-мелиоративных и сельскохозяйственных машин, что способствует улучшению процессов земледелия и использования сельскохозяйственных ресурсов.

В строительном производстве получили широкое распространение и доказали свою эффективность три класса приборов для управления движением тракторов и автогрейдеров, использующих ГЛОНАСС-приемники: системы параллельного вождения и подруливающие устройства для автопилотирования. Использование космических навигационных систем становится возможным после установки на транспортное средство специального приемника, постоянно получающего сигналы о местоположении навигационных спутников и расстояниях до них. В зависимости от требуемой точности управление такой техникой осуществляется механизатором вручную по показаниям метки на экране дисплея, либо с использованием подруливающего устройства или автопилотирования.

Система параллельного вождения является самой наглядной и быстро окупаемой частью технологии точного наведения и предназначена для проведения полевых работ.

Система параллельного вождения – это активное участие механизатора в управлении машиной по схеме «измерение текущих координат машины» – отображение отклонений от заданного маршрута на табло в кабине – вращение механизатором рулевого колеса для удержания агрегата на заданном маршруте.

К сожалению, психомоторная реакция среднестатистического человека не позволяет осуществлять параллельное вождение с отклонениями менее ± 30 см, что также соответствует точности ГНСС-приемника, опирающегося только на обычные 24 спутника. В общем случае самая простая система параллельного вождения состоит из ГНСС-приемника с внешней антенной и указателя курса. Системы легко и быстро устанавливаются на трактор или автогрейдер.

Необходимо учесть, что использование приборов параллельного вождения с точностью ведения агрегата ± 40 см очень ограничено и используется, в основном, только на внесении удобрений. Для проведения почвообработки, посева, защиты растений, уборки и ряда других операций требуется более высокая точность ведения агрегата. В состав оборудования для систем более точного параллельного вождения входят: навигационный приёмник с точностью позиционирования – до 10 см, способный работать на двух частотах [1-5].

Заключение

1. Преимущества:

1.1. Улучшение точности навигации: система ГЛОНАСС может обеспечить более точную навигацию на грейдере и

сельскохозяйственной машине, тем самым повышает качество работы и повышает качество производительности;

1.2. Улучшение безопасности: система ГЛОНАСС может помочь предотвратить аварии и повысить безопасность на дорогах и строительных площадках. Она может помочь водителю грейдера определить свое местоположение и убедиться в том, что он движется по правильному маршруту;

1.3. Улучшение мониторинга: система ГЛОНАСС может помочь улучшить мониторинг работы грейдера и его движения. Она может помочь контролировать скорость движения, маршрут движения, время работы грейдера и другие параметры.

1.4. Улучшение управления: система ГЛОНАСС может помочь улучшить управление грейдером и улучшить качество работы. Она может помочь водителю грейдера определить оптимальный маршрут движения и наиболее эффективный способ выполнения задач.

2. Недостатки:

2.1. Зависимость от сигнала: система ГЛОНАСС может не работать в зоне плохой связи или в местах с плохой видимостью неба. Это может привести к потере сигнала и снижению точности навигации;

2.2. Высокая стоимость: установка системы ГЛОНАСС на грейдер может быть дорогостоящей, что может быть недоступно для некоторых компаний;

2.3. Сложность использования: использование системы ГЛОНАСС может быть сложным для некоторых водителей грейдеров, особенно для тех, кто не имеет достаточного опыта работы с технологией;

2.4. Риск взлома: система ГЛОНАСС может быть подвержена риску взлома, что может привести к утечке конфиденциальных данных и повышению рисков безопасности.

Каждый из этих факторов может иметь различное влияние на использование системы ГЛОНАСС на грейдере. Однако, в целом, система ГЛОНАСС может предоставить множество преимуществ, которые могут помочь улучшить работу грейдера, повысить безопасность и улучшить производительность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трофимов, А. В. К вопросу организации на предприятии системы контроля за расходом топлива автомобилей с использованием данных навигационного терминала ГЛОНАСС / А. В. Трофимов, А. Н. Усович, И. А. Пекарев // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы,

перспективы, инновации : Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Омск, 25-26 ноября 2021 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2021. – С. 142-146.

2. Скороходов, А. Н. Вероятностная оценка взаимодействия звеньев технологического комплекса / А. Н. Скороходов, О. Н. Дидманидзе // Международный технико-экономический журнал. – 2012. – № 1. – С. 54.

3. Будущее тракторостроения в России / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев // Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые, мелиоративные машины и робототехнические комплексы : Сборник статей 26-ой Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 12-13 мая 2022 года. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. – С. 15-21.

4. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.

5. Карташова, Д. Д. Некоторые итоги обзора информационных систем, применяемых в грузовых автомобильных перевозках / Д. Д. Карташова // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Омск, 08–09 февраля 2017 года / Министерство образования и науки Российской Федерации; Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ). – Омск: Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), 2017. – С. 475-479.

6. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

7. Ртищева, Н. Е. Электрический трактор: особенности конструкции и перспективы развития / Н. Е. Ртищева, Н. Н. Пуляев, А. С. Гузалов // Journal of Agriculture and Environment. – 2022. – № 8(28). – DOI 10.23649/jae.2022.28.8.015.

8. Коротких, Ю. С. Теория транспортных процессов и систем / Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Автограф», 2018. – 201 с.

Об авторе:

Полищук Валерий Александрович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

About the author:

Valery A. Polishchuk, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НАЧАЛА РОДОВ У КОРОВ

И. А. Попов, Ю. Г. Иванов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Предложена цифровая система мониторинга начала родов у коров, обеспечивающая онлайн регистрацию признаков родового акта, с помощью контрольного терминала, прикрепленного к корове, и передачу СМС-сообщений на мобильные телефоны работникам фермы для своевременного родовспоможения. Показаны преимущества внедрения системы на молочных фермах. Работа выполнена при поддержке Фонда содействия инновациям в рамках Федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства», договор (соглашение) № 2016ГССС15-L/8798 от 02.10.2023 г.

Ключевые слова: мониторинг коров, начало родов, цифровая система.

A SYSTEM FOR MONITORING THE ONSET OF LABOR IN COWS

I. A. Popov, Yu. G. Ivanov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. A digital system for monitoring the onset of labor in cows has been proposed, providing online registration of signs of labor, using a control terminal attached to the cow, and sending SMS messages to mobile phones to farm workers for timely delivery. The advantages of implementing the system on dairy farms are shown. The work was carried out with the support of the Innovation Assistance Fund within the framework of the Federal project «Platform for University Technological Entrepreneurship», contract (agreement) No. 2016GSS15-L/8798 dated 02.10.2023.

Keywords: cow monitoring, onset of labor, digital system.

В нашей стране молочное животноводство идет по пути интенсивного развития – размер стада на фермах становится больше, а персонала меньше. Однако интенсивное развитие отрасли наравне с положительными эффектами имеет и негативные стороны. Одной из наиболее острых проблем на молочных фермах являются осложнённые роды. Затруднённые роды и мертворождение телят приводит к финансовым потерям из-за снижения производства молока, увеличения затрат на лечение, преждевременной выбраковки животных, снижения поступлений средств от нереализованных телят и др. [1-4].

Установлено, что для 17 % и 51 % отелов в мясном и молочном скотоводстве, соответственно, требуется помощь специалистов. Дистоция является причиной от половины до двух третей случаев смерти телят, происходящих во время отела.

На кафедре механизации сельского хозяйства РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева разработана цифровая система мониторинга начала родов у коров (ЦСМНР), которая в режиме онлайн обеспечивает передачу предупреждающих СМС сообщений персоналу фермы на мобильные телефоны о фазах родового акта для оказания своевременного родовспоможения. Система содержит контрольный терминал (КТ) с сим-картой и специализированным ПО с занесенными номерами мобильных телефонов пользователей, устройство крепления КТ к животному, а также беспроводное зарядное устройство. Внешний вид КТ с устройством крепления показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид контрольного терминала для мониторинга начала родов у коров

В текущей версии ЦСМНР поддерживаются три оператора сотовой связи в РФ: МТС, Мегафон и Билайн.

ЦСМНР поддерживает следующий набор команд, отправляемых в виде SMS-сообщения, на номер SIM-карты, установленной в нём:

1. SET_NAME – задание пользовательского идентификатора.
2. SET_CONT – задание номеров телефонов, на которые будут отправляться информирующие сообщения о родовой фазе и сервисные сообщения о техническом состоянии.
3. GET_CHRG – состояние текущего заряда аккумулятора.

При критическом разряде аккумулятора (менее 10 % ёмкости) ЦСМНР в автоматическом режиме отправляет каждые 20 минут уведомляющие сообщения на заданные пользователем номера устройств мобильной связи.

Потребителями ЦСМНР являются молочные фермы и комплексы, КФХ и ЛПХ с характерными показателями заболеваемости, выбраковки коров и смертности телят из-за осложненных родов. Следует отметить, что в последние годы заметно возрос спрос предприятий по производству молока к системам мониторинга за животными. В настоящее время на фермах отсутствуют аналоги, в связи с чем перспективы применения ЦСМНР видятся достаточно большими.

Внедрение ЦСМНР на фермах обеспечивает повышение эффективности управления производством молока за счет упрощения процессов принятия решений, связанных с родами и рационального планирования рабочего времени сотрудников. Онлайн оповещение работников о приближении родов помогает снизить риски и минимизировать потери молодняка. Более эффективное управление ресурсами и своевременный уход за животными приведет к снижению общих затрат на ферме.

В результате проведения расчётов установлено, что при внедрении разработанного продукта на молочной ферме следует ожидать прироста прибыли более, чем на 6 % при сроке окупаемости капиталовложений, примерно, 85 дней.

Проект выполнен при поддержке Фонда содействия инновациям в рамках Федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства», договор (соглашение) № 2016ГССС15-Л/8798 от 02.10.2023 г.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаджиев, А. М. Проблемы трудных отелов племенных нетелей, влияние крупноплодности и эффективность родовспоможения на крупных молочных комплексах /А. М. Гаджиев// Техника и технологии в животноводстве. –2021. – № 3 (43) – С. 33-37.

2. Иванов, Ю. Г. Дистанционный контроль сигналов коров/ Ю. Г. Иванов, В. А. Голубятников, М. С. Сидоренко // Сельский механизатор. – 2015. – № 10. – С. 26-27.

3. Иванов, Ю. Г. Адресное обслуживание животных на молочной ферме / Ю. Г. Иванов // Зоотехния. – 2005. – №5. – С.16-19.

4. Иванов, Ю. Г. Радиотехническая система управления адресным обслуживанием животных на молочной ферме / Ю. Г. Иванов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2005. – № 1. – С. 151-155.

5. Удовкин, А. И. Гомогенизаторы для молока и молочных продуктов / А. И. Удовкин, И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова. – Москва-Берлин : ООО «Директмедиа Паблишинг», 2016. – 204 с. – ISBN 978-5-4475-5764-5.

6. Поцелуев, А. А. Переработка молока в фермерском хозяйстве / А. А. Поцелуев, И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова // Современная техника и технологии. – 2016. – № 3(55). – С. 102-106.

Об авторах:

Попов Иван Александрович, студент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Иванов Юрий Григорьевич, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, juivanov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Ivan A. Popov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Yuri G. Ivanov, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), juivanov@rgau-msha.ru.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

В. Е. Прибытко

Научный руководитель – Д. А. Москвичев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Данная статья посвящена основным направлениям использования беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве, включая мониторинг и сбор данных, точное земледелие, опрыскивание и внесение удобрений, мониторинг состояния животных и доставку грузов.*

***Ключевые слова:** сельское хозяйство, мониторинг данных, удобрения, опрыскивание, мониторинг животных, доставка грузов, беспилотные летательные аппараты, БПЛА.*

THE MAIN DIRECTIONS OF THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

V. E. Pribytko

Scientific advisor – D. A. Moskvicev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** This article is devoted to the main areas of use of unmanned aerial vehicles in agriculture. Including monitoring and data collection, precision farming, spraying and fertilization, animal health monitoring and cargo delivery.*

***Keywords:** agriculture, data monitoring, fertilizers, spraying, animal monitoring, cargo delivery, unmanned aerial vehicles, UAVs.*

Цель исследования

Целью статьи является анализ эффективности, преимуществ и недостатков беспилотных летательных аппаратов, а также обсуждение актуальных проблем и возможностей их совершенствования и оптимизации для улучшения производительности и эффективности сельскохозяйственного производства.

Сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей экономики, и на протяжении многих лет оно стремится к повышению эффективности и производительности. Одним из перспективных

направлений, которое активно развивается в этой сфере, является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Эти технологии предоставляют широкие возможности для решения различных задач в сельском хозяйстве. В данной статье мы рассмотрим основные направления применения БПЛА в сельском хозяйстве, их преимущества и примеры успешного внедрения, а также недостатки их использования [1]. Общий вид БПЛА представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид БПЛА

Мониторинг и сбор данных. Мониторинг и сбор данных о состоянии посевов, почвы, погодных условиях и других важных параметрах является одним из ключевых направлений использования БПЛА в сельском хозяйстве. Беспилотные летательные аппараты, оснащенные высокотехнологичными камерами и сенсорами, могут осуществлять аэрофотосъемку, анализировать состояние растений, выявлять проблемные участки, отслеживать развитие вредителей и многое другое [2]. Эта информация позволяет фермерам принимать более обоснованные решения, оптимизировать использование ресурсов и повысить эффективность сельскохозяйственных операций.

Точное земледелие. Беспилотные летательные аппараты играют важную роль в реализации концепции точного земледелия, которая предполагает точечное внесение удобрений и агрохимикатов в соответствии с фактическими потребностями растений. Используя данные, полученные с помощью БПЛА, фермеры могут создавать детальные карты полей и оптимизировать применение различных агрохимикатов, снижая при этом расходы и минимизируя негативное воздействие на окружающую среду.

Опрыскивание и внесение удобрений. БПЛА также находят применение в качестве платформ для точечного опрыскивания и внесения

удобрений [4]. Благодаря своей маневренности и возможности работы в труднодоступных местах, беспилотные летательные аппараты позволяют эффективно обрабатывать участки, недоступные для традиционной техники. Это особенно актуально для небольших ферм, горных районов или полей с неровным рельефом.

Мониторинг состояния животных. Помимо растениеводства, БПЛА также находят применение в животноводстве. Беспилотные летательные аппараты могут использоваться для мониторинга состояния и перемещения стад, выявления больных или травмированных животных, а также для обнаружения случаев незаконного проникновения на территорию фермы.

Доставка грузов. Одним из перспективных направлений использования БПЛА в сельском хозяйстве является доставка грузов [5]. Беспилотные летательные аппараты могут быть использованы для оперативной доставки семян, удобрений, запчастей, медикаментов и других необходимых материалов в труднодоступные или удаленные районы.

Касательно недостатков можем отметить следующие пункты:

Значительные инвестиции. Для запуска и обслуживания БПЛА требуется значительное инвестирование, что может быть недоступно для небольших сельскохозяйственных предприятий.

Сложность управления. Управление БПЛА требует специальной подготовки и опыта, что может быть проблематично для большинства сельскохозяйственных работников.

Ограниченное время полета. БПЛА имеют ограниченное время полета из-за ограничения по батарейному питанию, что может затруднить проведение длительных наблюдений или инспекций.

Вывод

Использование БПЛА в земледелии и в целом в сельском хозяйстве – одно из наиболее перспективных направлений применения этой технологии. Беспилотные летательные аппараты открывают новые возможности для повышения эффективности и производительности сельского хозяйства. Недостатков значительно меньше, чем преимуществ. Использование БПЛА в таких направлениях, как мониторинг, точное земледелие, опрыскивание и доставка, позволяет фермерам принимать более обоснованные решения, оптимизировать использование ресурсов и повысить общую эффективность сельскохозяйственного производства. Так же БПЛА позволят получать актуальную и эффективную информацию тогда, когда она вам необходима, кроме того, накопленная за длительный период информация позволит

анализировать процессы в динамике. По мере дальнейшего развития и совершенствования этих технологий можно ожидать, что их роль в сельском хозяйстве будет только возрастать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баркер, Р. Введение в автоматическую идентификацию и сбор данных / Р. Баркер, Б. Кинг. – Издательство Wiley, 2008. – 125 с.
2. Москвичев, Д. А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых – агропромышленному комплексу : сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01-03 июня 2016 года. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. – С. 169-171.
3. Москвичев, Д. А. Анализ эффективности модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Информационные технологии и инновации на транспорте : материалы 5-ой Международной научно-практической конференции, Орёл, 22-23 мая 2019 года / Под общей редакцией А. Н. Новикова. – Орёл : Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, 2020. – С. 283-287.
4. Москвичев, Д. А. Проектирование автотранспортных предприятий: Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / Д. А. Москвичев, Е. А. Евграфов, А. С. Гузалов. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – 70 с.
5. Москвичев, Д. А. Совершенствование методов технического обслуживания перспективных автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москвичев Дмитрий Александрович, 2023. – 250 с.
6. Темченко, Г. А. Анализ искусственного интеллекта в автомобилях / Г. А. Темченко // Чтения академика В. Н. Болтинского, посвященные 300-летию Российской академии наук : сборник статей, Москва, 17-18 января 2024 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 154-160.
7. Цветков, П. К. Использование аддитивных технологий в автомобильном производстве / П. К. Цветков, Д. А. Москвичев // Чтения академика В. Н. Болтинского, посвященные 300-летию Российской академии наук : сборник статей, Москва, 17-18 января 2024 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 142-146.
8. Конструктивные особенности посевных машин / А. С. Шейкин, В. И. Хижняк, В. В. Щириков, Т. Н. Толстоухова // Активная честолюбивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. – 2023. – № 2(15). – С. 60-65.
9. Экспериментальные исследования влияния освещения на эвтрофикацию водоемов и работу систем капельного орошения / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, Д. А. Москвичев [и др.] // Природообустройство. – 2024. – № 3. – С. 6-12.
10. Methods of analyzing the structure of the modular car park and the intensity of its operation / O. V. Vinogradov, D. A. Moskvichev, O. N. Didmanidze, E. P. Parlyuk // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2019. – Vol. 6, No. 3. – P. 5289-5292.

11. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.

Об авторах:

Прибытко Валерия Егоровна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Москвичев Дмитрий Александрович, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, moskvicev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Valeria E. Pribytko, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Dmitry A. Moskvichev, senior lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), moskvicev@rgau-msha.ru.

МОДУЛЬНЫЙ ОХЛАДИТЕЛЬ-ДЕЗИНФЕКТОР

М. М. Прокофьев, М. Н. Бобров

Научный руководитель – И. Ю. Игнаткин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Произведен анализ имеющихся решений по решению проблематики воздушного охлаждения в свиноводстве. Выработаны основные критерии и выбрано наиболее перспективное направление развития подобного оборудования.

Ключевые слова: свиноводство, охладитель, температура, дезинфекция, микроклимат.

MODULAR CHILLER-DISINFECTOR

M. M. Prokofiev, M. N. Bobrov

Scientific advisor – I. Yu. Ignatkin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The analysis of available solutions for solving the problems of air cooling in pig breeding is made. The main criteria are worked out and the most promising direction of development of such equipment is chosen.

Keywords: pig breeding, cooler, temperature, disinfection, microclimate.

В структуре сельского хозяйства животноводство составляет 48 % валового продукта, при этом 40 % производимых мясных ресурсов – это свинина (рисунок 1). По данным национального союза свиноводов валовая выручка за продажу свинины на убой в 2020 году составляет 527,5 млрд руб. [6].



Рисунок 1 – Поголовье скота на конец 2020 года

Следует отметить, что 90,2 % производства – это промышленные предприятия и 76 % свинины производится на предприятиях высокой интенсивности, входящих в топ 20 производителей РФ (рисунок 2) [5].

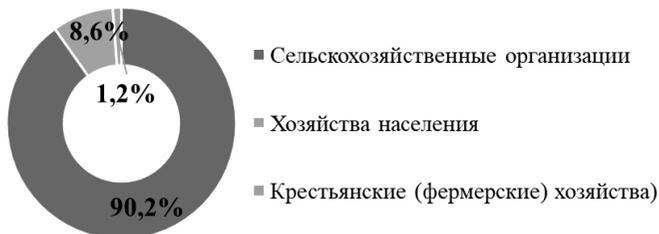


Рисунок 2 – Структура поголовья скота по категориям хозяйств за 2020 год

При интенсивных технологиях производства мяса нагрузка на организм животных колоссальная, животные содержатся концентрированно, предполагая 0,6...0,8 м² площади на поросенка массой 110 кг. В описанных условиях обеспечение здоровья, продуктивности и жизни животных невозможно без инженерных систем.

Проблемы высокой концентрации животных наиболее остро проявляются в жаркий период, животные теряют в весе, у них учащается сердцебиение, снижается иммунитет и репродуктивная функция – эти обстоятельства отягощаются тем, что у свиней нет потовых желез и естественные возможности для охлаждения ограничены. Более того ряд негативных эффектов носят пролонгированный характер и могут проявляться в течение месяца после теплового стресса (рисунок 3) [7, 13-14].

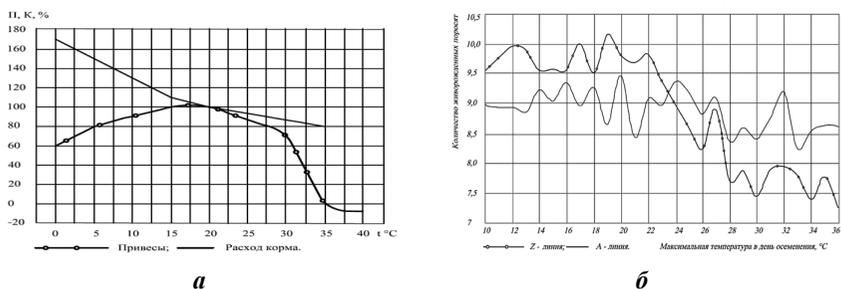


Рисунок 3 – Графики влияния микроклимата на продуктивность свиней: а – влияние температуры на привесы и расход корма свиней на откорме; б – зависимость количества живорожденных поросят от температуры содержания

Как следует из графиков, оптимальными значениями привесов для свиней при расходе корма на откорме является температура 18...22 °С. При этом, колебание количества живорожденных поросят от температуры содержания, имеет диапазон 18...20 °С [1, 4].

Следовательно, необходимо строгое поддержание оптимальных параметров микроклимата за счет охлаждения приточного воздуха в зоне содержания. В случае возникновения инфекций необходимо обеззараживать воздух помещения с целью снижения нагрузки на соседей и возможности распространения инфекции. Охлаждение – энергоемкая задача, следовательно решение должно быть энергоэффективным.

Задачу охлаждения воздуха в свиноводстве чаще всего решают за счет эффекта водоиспарительного охлаждения. Парокомпрессионные холодильные установки (сплит-системы) дороги, сложны и чувствительны к агрессивным средам из-за чего не получили распространения в животноводстве (рисунок 4а). При этом один килограмм испаренной воды способен охладить 180 м³ воздуха на 10 °С, однако полнота достижения эффекта зависит от способа его реализации. Главным образом выделяют системы водоиспарительного охлаждения распылительного типа (рисунок 4б) и с увлажняемыми панелями (рисунок 4в), последние показывают лучшую энергетическую и технологическую эффективность [2, 8, 9].

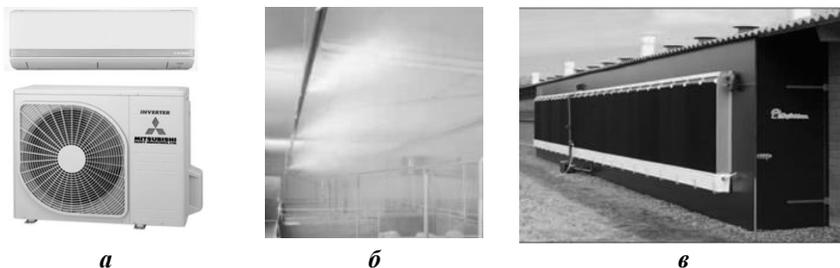


Рисунок 4 – Основные виды систем охлаждения в свиноводстве:

а – парокомпрессионные холодильные установки; *б* – водоиспарительные системы распылительного типа; *в* – водоиспарительные системы с увлажняемыми панелями

Для сравнительной оценки энергетической и технологической эффективности целесообразно воспользоваться критерием удельных энергетических затрат на охлаждение кВт/кВт (рисунок 5) [3, 7, 8, 9].

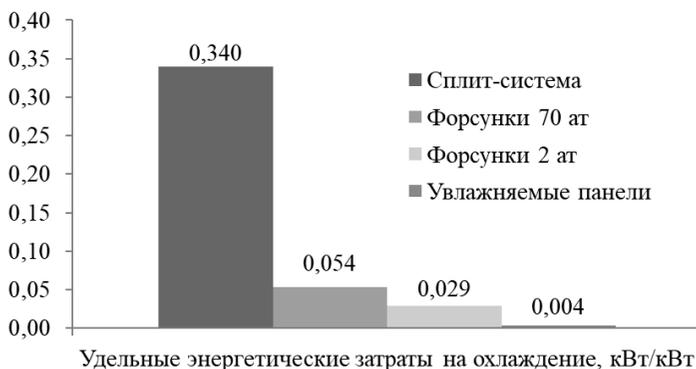


Рисунок 5 – Сравнительные показатели удельных энергетических затрат на охлаждение воздуха

Проведенный анализ показал целесообразность разработки модульного охладителя-дезинфектора для свиноводства. Благодаря стационарному и передвижному исполнению эта установка может быть использована для общего и локального охлаждения, а также дезинфекции вентиляционного воздуха.

Таким образом, решается задача снижения температуры в летний период времени, а также профилактики респираторных инфекционных заболеваний, и купирования возникающих вспышек.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильин, И. В. Влияние параметров микроклимата на продуктивность свиней / И. В. Ильин, М. Г. Курячий, И. Ю. Игнаткин // Перспективное свиноводство: теория и практика. – 2011. – № 3. – С. 21-25.
2. Игнаткин, И. Ю. Системы вентиляции и влияние параметров микроклимата на продуктивность свиней / И. Ю. Игнаткин, М. Г. Курячий // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 10 (17). – С. 16-34.
3. Казанцев, С. П. Система микроклимата в свиноводстве с применением охладителей новой конструкции / С. П. Казанцев, И. Ю. Игнаткин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2014. – № 5. – С. 18-20.
4. Соляник, А. В. Научно-гигиенические основы создания оптимальных условий содержания свиней / А. В. Соляник. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – 359 с.
5. Сельское хозяйство России 2021. Статистический сборник [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики РФ. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 16.10.2024 г).

6. Рейтинг крупнейших производителей свинины в РФ по итогам 2022 года [Электронный ресурс] // Национальный союз свиноводов. – Режим доступа: <https://nssrf.ru/> (дата обращения 16.10.2024 г).

7. Эффективные системы охлаждения для животноводства / И. В. Ильин, А. А. Путан, М. Г. Курячий, И. Ю. Игнаткин // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 1. – С. 22-25.

8. Сравнение перспективных систем охлаждения для животноводства / А. А. Путан, М. Г. Курячий, И. Ю. Игнаткин [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2014. – № 5 (10). – С. 149-154.

9. Архипцев, А. В. Эффективный охладитель новой конструкции для свиноводческих ферм / А. В. Архипцев, И. Ю. Игнаткин, М. Г. Курячий // Вестник НГИЭИ. – 2013. – № 8 (27). – С. 3-9.

10. Ильин, И. В. Опыт проектирования систем отопления и вентиляции на свиноводческих фермах и комплексах / И. В. Ильин, И. Ю. Игнаткин, М. Г. Курячий // Эффективное животноводство. – 2011. – № 6 (68). – С. 30-31.

11. Кирсанов, В. В. Математическая модель водоиспарительного охлаждения в системах вентиляции / В. В. Кирсанов, И. Ю. Игнаткин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2017. – № 1 (77). – С. 14-20.

12. Игнаткин, И. Ю. Математическая модель водоиспарительного охлаждения с орошаемыми поверхностями / И. Ю. Игнаткин // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 6 (61). – С. 23-30.

13. Developing and Testing the Air Cooling System of a Combined Climate Control Unit Used in Pig Farming / I. Yu. Ignatkin, S. Kazantsev, N. A. Shevkun [et al.] // Agriculture. – 2023. – Vol. 13, No. 2. – P. 334. – DOI 10.3390/agriculture13020334.

14. Курячий, М. Г. Сравнительный анализ технологических решений на свиноводческих комплексах / М. Г. Курячий, И. Ю. Игнаткин, И. В. Ильин // Эффективное животноводство. – 2015. – № 12 (121). – С. 36-38.

Об авторах:

Прокофьев Михаил Михайлович, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), imaick-prof@mail.ru

Бобров Максим Николаевич, магистрант ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), bobrovmaksim190@gmail.com.

Научный руководитель – Игнаткин Иван Юрьевич, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, доцент, ignatkin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Mikhail M. Prokofiev, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), imaickprof@mail.ru

Maxim N. Bobrov, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), bobrovmaksim190@gmail.com.

Scientific advisor – Ivan Yu. Ignatkin, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), associate professor, ignatkin@rgau-msha.ru.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕДУКТОРА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КПК-2-01

Д. А. Пупкова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В работе рассматривается картофелеуборочный комбайн КПК-2-01 с точки зрения обеспечения норм точности посадок цилиндрических соединений приводов цепных муфт, входящих в редуктор агрегата. Предлагается для повышения долговечности и безотказности соединения использовать посадки с натягом, а не с зазором.

Ключевые слова: нормы точности, картофелеуборочный комбайн, цепные муфты, редуктор, долговечность.

IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF THE GEARBOX OF THE POTATO HARVESTER KPK-2-01

D. A. Pupkova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The paper examines the KPK-2-01 potato harvester from the point of view of ensuring the accuracy standards for the fits of cylindrical connections of chain clutch drives included in the unit's gearbox. It is proposed to use fits with tension rather than with a gap to increase the durability and reliability of the connection.

Keywords: accuracy standards, potato harvester, chain clutches, gearbox, durability.

Вопросы обеспечения надежности, экономичности и качества сельскохозяйственной техники в современных условиях активно изучаются в научной литературе [1-6].

Картофелеуборочный комбайн КПК-2-01 является наиболее широко используемой сельскохозяйственной техникой на предприятиях Центрального федерального округа РФ. В редукторах картофелеуборочного комбайна согласно нормативной документации [7, 8] предусмотрено наличие зазоров в посадках шпонки в пазах вала и втулки, а также наличие зазора в цилиндрическом соединении. Это объясняется тем, что посадки с зазором проще в изготовлении, но в реальных условиях вращающий момент будет передаваться только шпонкой, что приведет к быстрому изнашиванию шпоночного соединения [9]. Если

замена муфты обойдется дешево и при этом не будет затрачено много усилий, то замена вала – финансово дорого и долго по временным затратам, так как необходимо будет снимать редуктор или электродвигатель и демонтировать вал из подшипников, проводить дефектацию, устанавливая новый или отремонтированный вал и заново собирать машину. В большинстве случаев для сельского хозяйства такие потери времени в период уборки картофеля с полей недопустимы [10]. В связи с этим необходимо разработать методику расчета и выбора посадок с натягом для цилиндрических соединений со шпонкой, где шпонка будет работать только в случае значительных перегрузок, а цепная муфта будет предохранителем. В картофелеуборочном комбайне КПК-2-01 широко применяются цепные полумуфты со шпонкой, которые имеют диаметр 30 мм, а их количество варьируется до 20 штук.

Цепные муфты являются стандартным элементом в сельскохозяйственной технике, их ежегодно изготавливается около 1,5 млн шт. в год. Они относятся к компенсирующим, изготавливаются из стали 45 и 45Л и состоят из двух смонтированных звездочек на валах, связанных цепью. Наибольшее распространение имеют такие муфты с однорядной и двухрядной роликовой цепью.

Срок службы таких муфт составляет около 20...30 % от ресурса машины в целом, и они обладают рядом преимуществ [11, 12]:

- простота конструкции;
- малые габариты;
- не требуют осевого смещения валов при сборке и разборке;
- из-за наличия малых зазоров есть возможность применения в реверсивных приводах.

Анализ рекомендуемых посадок для цепных муфт показан на рисунке 1.

Таким образом из-за наличия зазоров и малых натягов не будет обеспечиваться заданная долговечность и безотказность соединения: будут возникать относительные перемещения шпонки в вертикальной и горизонтальной плоскостях, что приведет к отказу цилиндрического соединения.

Чтобы предотвратить износ предлагается разработать методику расчета выбора посадок с натягом соединений с цепными муфтами, чтобы вращающий момент передавался не только шпонкой, но всем цилиндрическим соединением. При разработке методики обязательно должны учитываться классические постулаты [12, 13] расчета

предельных натягов в соединении, обязательно учитывать конструктивные особенности данного соединения, а именно наличие шпонки.

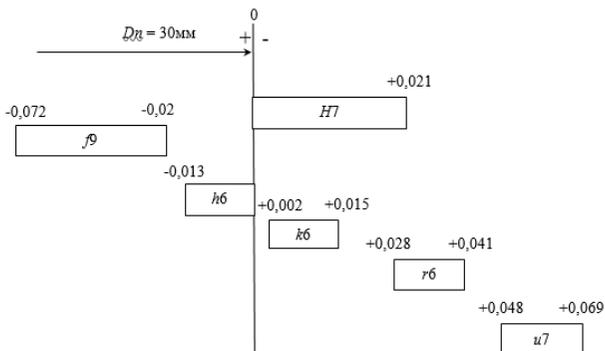


Рисунок 1 – Схема расположения классов допусков в соединении вал – отверстие цепной полумуфты в соответствии с рекомендациями нормативных документов

В результате проведения расчетов были получены посадки с натягом, которые отличаются от стандарта. Получены посадки: $\text{Ø}30\text{H}7/\text{v}7$ и $\text{Ø}30\text{H}8/\text{x}7$. Данные посадки позволят значительно повысить долговечность соединения, так как они имеют гарантированные натяги и крутящий момент будет передаваться через поверхность цилиндрического соединения, а не только шпонкой, как это было при применении старой посадки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
3. Арженовский, А. Г. Метод получения тяговой характеристики трактора в эксплуатационных условиях / А. Г. Арженовский, Д. С. Козлов, Н. А. Петрищев // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – Т. 12, № 5. – С. 25-30. – DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-5-25-30.
4. Арженовский, А. Г. Методы определения энергетических и топливно-экономических показателей машинно-тракторных агрегатов / А. Г. Арженовский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 6. – С. 36-40.
5. К определению энергетических показателей тракторов в эксплуатационных условиях на переходном режиме / Н. В. Щетинин, Д. В. Казаков, А. Г.

Арженовский, Д. О. Мальцев // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе : Сборник научных трудов по материалам IV Российской научно-практической конференции, Ставрополь, 24-26 апреля 2007 года. – Ставрополь : Издательство «АГРУС», 2007. – С. 194-197.

6. Operational Management of Reliability of Technical Systems in the Agro-Industrial Complex / A. T. Lebedev [et al.] // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021» : Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 79-87.

7. ГОСТ 20742-93 Муфты цепные. Параметры и размеры. – М. : Издательство стандартов, 1996. – 19 с.

8. ГОСТ 12080-66. Концы валов цилиндрические. Основные размеры, допускаемые крутящие моменты. – М. : Издательство стандартов, 1967. – 18 с.

9. ABC-анализ показателей качества картофелеуборочных комбайнов // Г. И. Бондарева [и др.] // Сельский механизатор. – 2022. – № 7. – С. 4-5.

10. Shkaruba N. Zh., Leonov O. A., Bogolubova D. A. Quality indicators influencing the choice of potato harvester // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 042040.

11. Анализ точности изготовления поверхностей валов и отверстий цилиндрического соединения со шпонкой / О. А. Леонов [и др.] // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2023. – № 4. – С. 41-49.

12. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2022. – № 6. – С. 65-71.

13. Арженовский, А. Г. Определение энергетических и топливно-экономических показателей тракторного двигателя / А. Г. Арженовский, С. В. Асагурян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 7. – С. 25-26.

Об авторе:

Пупкова Дарья Александровна, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), bogolyubova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Darya A. Pupkova, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), bogolyubova@rgau-msha.ru.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Н. В. Радайкина, Д. А. Москвичев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность внедрения аддитивных технологий в процессы сельского хозяйства. В ходе исследования мы рассмотрим не только существующие примеры применения аддитивных технологий в аграрной сфере, но и возможные направления для их дальнейшего развития. Рассмотрение этих вопросов позволит лучше понять, как аддитивные технологии могут изменить агропромышленный комплекс и помочь решить актуальные проблемы, стоящие перед отраслью.

Ключевые слова: аддитивные технологии, агропромышленный комплекс, перспективы, развитие, будущее, 3D-печать.

PROSPECTS FOR THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

N. V. Radaikina, D. A. Moskvichev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. This article discusses the possibility of introducing additive technologies into agricultural processes. In the course of the study, we will consider not only existing examples of the use of additive technologies in the agricultural sector, but also possible directions for their further development. Consideration of these issues will allow for a better understanding of how additive technologies can change the agro-industrial complex and help solve current problems facing the industry.

Keywords: additive technologies, agro-industrial complex, prospects, development, future, 3D printing.

Цель данной статьи – исследовать перспективы использования аддитивных технологий в агропромышленном комплексе, проанализировать их преимущества и ограничения, а также предложить рекомендации для их успешного внедрения.

Аддитивные технологии, известные широкой аудитории как 3D-печать, представляют собой инновационный подход к производству, основанный на послойном добавлении материала для создания объектов. Эти технологии за последние несколько лет получили широкое

распространение в различных отраслях, включая медицину, архитектуру, автомобилестроение и даже космическую индустрию. Однако их внедрение в агропромышленный комплекс остается на начальной стадии, и данный факт вызывает интерес у исследователей и практиков [1]. Одним из наиболее перспективных направлений использования аддитивных технологий в агропромышленности является производство сельскохозяйственной техники и оборудования. На рисунке 1 изображена модель пальца для жатки в 3D. 3D-печать позволяет создавать сложные детали, такие как насадки для тракторов, элементы гидравлических систем или корпуса для сенсоров. Это особенно актуально в условиях необходимости быстрого ремонта и замены деталей. Печать по требованию минимизирует время ожидания, сокращая простои техники.



Рисунок 1 – Модель пальца для жатки в 3D

Прототипирование. Аграрные предприятия могут быстро разрабатывать и тестировать новые конструкции техники, что значительно ускоряет процесс внедрения инноваций. Аддитивные технологии также могут быть применены для создания средств защиты растений, которые обеспечивают более точное и эффективное использование агрохимикатов. В последние годы аддитивные технологии начинают активно внедряться в пищевую промышленность [3]. А именно, появилась возможность печати пищи с использованием специализированных материалов, которая открывает новые горизонты в кулинарии. Как, например, рыба, распечатанная на 3D принтере, изображенная на рисунке 2. С помощью 3D-печати можно экспериментировать с текстурами и вкусами, что способствует созданию уникальных продуктов.

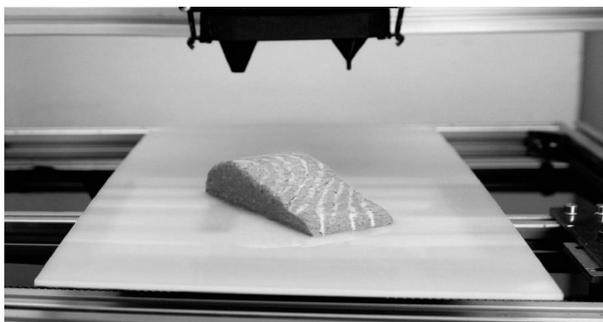


Рисунок 2 – Рыба, распечатанная на 3D принтере

Аддитивные технологии могут значительно сократить затраты на производство, что является важным фактором для аграрных предприятий. Данный процесс позволяет использовать только необходимое количество материала, минимизируя отходы [4-6]. Как раз на рисунке 3 мы видим создание детали, в ходе которого не тратятся лишние материалы. Это особенно важно в условиях ограниченных ресурсов [7].

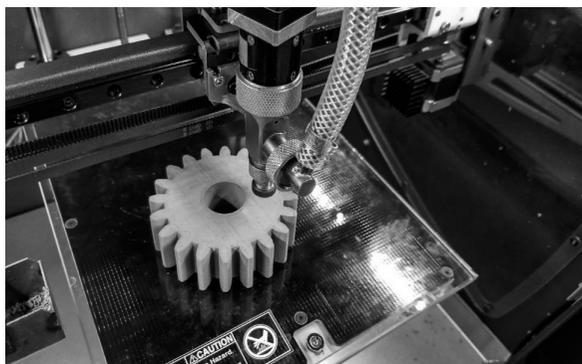


Рисунок 3 – Создание детали

Несмотря на многочисленные преимущества, аддитивные технологии сталкиваются с рядом проблем и ограничений. Одной из основных является ограниченный выбор материалов [8, 9]. А также качество и прочность изделий. Изделия, созданные с помощью аддитивных технологий, могут не всегда соответствовать требуемым стандартам прочности и долговечности. Внедрение аддитивных технологий требует значительных начальных затрат. Современные 3D-принтеры и сопутствующее оборудование могут иметь высокую стоимость. Перспективы аддитивных технологий в агропромышленном комплексе

являются весьма многообещающими. Рассмотрим основные направления, в которых ожидается развитие этих технологий. Одной из ключевых перспектив является разработка новых материалов. Исследования в области биоматериалов могут привести к созданию экологически чистых и устойчивых к внешним воздействиям материалов, что будет способствовать снижению негативного воздействия на окружающую среду. С развитием технологий аддитивного производства ожидается улучшение как оборудования, так и самих производственных процессов, как, например, увеличение скорости печати.

Вывод

Нельзя представить будущее без аддитивных технологий и считаем, что они могут стать неотъемлемой частью агросектора, способствуя устойчивому развитию и улучшению продовольственной безопасности.

Но, чтобы прийти к такому будущему, важно активно инвестировать в научные исследования и международное сотрудничество, чтобы максимально использовать возможности, которые предоставляют эти инновации. Только так можно обеспечить адаптацию агропромышленного комплекса к современным вызовам и требованиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зайцев, К. Р. Преимущества и проблемы эксплуатации электромобилей / К. Р. Зайцев // Чтения академика в. Н. Болтинского, посвященные 300-летию Российской академии наук: Сборник статей, Москва, 17-18 января 2024 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 172-177.
2. Москвичев, Д. А. Оценка свойств надежности при техническом обслуживании перспективных автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Международный технико-экономический журнал – 2022. – № 5-6 (86). – С. 96-103. DOI: 10.34286/1995-4646-2022-86-5-6-96-103.
3. Москвичев, Д. А. Методика определения периодичности технического обслуживания перспективных автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета – 2022. – № 4 (64). – С. 112-117. DOI: 10.31563/1684-7628-2022-64-4-112-117.
4. Москвичев, Д. А. Проектирование автотранспортных предприятий: Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / Д. А. Москвичев, Е. А. Евграфов, А. С. Гузалов. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – 70 с.
5. Оценка достоверности экспериментальных данных технического обслуживания модульного транспорта сельскохозяйственного назначения / О. Н. Дидмандзе, Д. А. Москвичев, Р. Т. Хакимов, А. М. Спиридонов // Известия Санкт-

Петербургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5 (74). – С. 104-113. – DOI 10.24411/2078-1318-2023-5-104-113.

6. Methods of analyzing the structure of the modular car park and the intensity of its operation / O. V. Vinogradov, D. A. Moskvichev, O. N. Didmanidze, E. P. Parlyuk // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2019. – Vol. 6, No. 3. – P. 5289-5292. – DOI 10.5281/zenodo.2592821.

7. Глобин, А. Н. Инженерное творчество : учебное пособие / А. Н. Глобин, Т. Н. Толстоухова, А. И. Удовкин. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 108 с.

8. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка: практикум / А. Г. Арженовский, С. В. Асагурян, С. Л. Никитченко [и др.]. – Зерноград : Азово-Черноморский инженерный институт – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде, 2015. – 166 с.

9. Лебедев, А. Т. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / А. Т. Лебедев, А. Г. Арженовский // Технический сервис машин. – 2019. – № 1 (134). – С. 46-52.

Об авторах:

Радайкина Надежда Витальевна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Москвичев Дмитрий Александрович, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, moskvichev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Nadezhda V. Radaikina, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Dmitry A. Moskvichev, senior lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), moskvichev@rgau-msha.ru.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

А. В. Сарычев¹, Н. В. Перевозчикова¹, О. Ф. Чупров²

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

²Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. *Состояние технического и технологического обеспечения агропромышленного комплекса напрямую влияет на состояние сельского хозяйства в целом. Исследование состояния позволяет оценить дальнейшие перспективы всей отрасли сельского хозяйства, оценить влияние финансовых инструментов Минсельхоза России на общее состояние технического и технологического обеспечения.*

Ключевые слова: *состояние технического и технологического обеспечения, количество техники, коэффициент обновления, энергообеспеченность, льготный лизинг.*

CURRENT STATE OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SUPPORT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

A. V. Sarichev^a, N. V. Perevozchikova^a, O. F. Chuprov^b

^aRussian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

^bMinistry of Agriculture of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The state of technical and technological support of the agro-industrial complex directly affects the state of agriculture as a whole. The study of the state allows us to assess the future prospects of the entire agricultural sector, to assess the impact of financial instruments of the Ministry of Agriculture of Russia on the general state of technical and technological support.*

Keywords: *state of technical and technological support, number of equipment, renewal coefficient, energy supply, preferential leasing.*

Одним из важнейших показателей суверенитета государства является сельское хозяйство, как основа продовольственной безопасности. Техника является неотъемлемой частью сельского хозяйства, позволяет сокращать время возделывания полей, увеличивать площади обработки.

В настоящее время важным политическим фактором является обеспечение суверенитета страны, достижение технической независимости. Для достижения такой цели необходимо понимать современное состояние технического и технологического обеспечения агропромышленного комплекса.

Целью исследования является определение современного состояния технического и технологического обеспечения агропромышленного комплекса, основных направлений развития техники и технологий, оценка влияния федерального проекта «Развитие отраслей и техническая модернизация АПК» в рамках Госпрограммы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2024 года № 717.

Оптимальными условиями считается наличие 500 тысяч единиц тракторов и 200 тысяч единиц комбайнов. Фактическое наличие сельскохозяйственной техники на данный момент составляет 429,5 тысяч единиц тракторов (428,9 тысяч единиц в 2023 году), 127,1 тысяч единиц зерноуборочных комбайнов (125,4 тысяч единиц в 2023 году), 15,3 тысяч единиц кормоуборочных комбайнов (15,3 тысяч единиц в 2023 году).

Готовность зерноуборочных комбайнов к проведению полевых работ составляет 94,8 % (в 2023 г. – 95,3 %), кормоуборочных комбайнов – 93,9 % (в 2023 г. – 93,8 %).

По данным органов управления АПК на 11 октября 2024 года сельскохозяйственными товаропроизводителями Российской Федерации приобретено 7 785 ед. тракторов (77 % (10 094 ед.) от аналогичного периода 2023 года), 2 987 ед. зерноуборочных комбайнов (90 % (3 329 ед.) от аналогичного периода 2023 года), 342 ед. кормоуборочных комбайнов (81 % (424 ед.) от аналогичного периода 2023 года).

Снижение прогнозных значений указанных коэффициентов обусловлено повышением ключевой ставки ЦБ России, ростом цен на сельскохозяйственную технику, недостаточной конкурентоспособность российской и белорусской техники по сравнению с аналогами иностранного производства, отсутствием производства уникальной сельскохозяйственной техники на территории Российской Федерации (трактора для садоводства и виноградарства, техника для возделывания картофеля и овощей и другие). Кроме того, за последние два года наблюдается тренд, направленный на сохранение имеющегося парка

сельскохозяйственной техники без ее списания. Указанное обстоятельство объясняет рост энергообеспеченности.

С целью минимизации указанных причин в настоящее время Минсельхоз России осуществляет государственную поддержку сельскохозяйственных товаропроизводителей по программам льготной финансовой аренды (лизинга), согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 31 августа 2019 года № 1135, программам льготного кредитования, согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2016 года № 1528, а также на основании утвержденного Минсельхозом России совместно с Минпромторгом России 14 марта 2024 года Плана поставок сельскохозяйственной техники в субъекты Российской Федерации. Согласно плану поставок, до конца 2024 года предусмотрено приобретение аграриями Российской Федерации 3 196 основных видов самоходной сельхозтехники. В настоящее время План выполнен в полном объеме. Приобретено 3 213 ед. техники, в том числе 1 457 ед. тракторов, 1 269 ед. зерноуборочных комбайнов, 93 ед. кормоуборочных комбайнов и 394 ед. прочей самоходной техники.

Коэффициент обновления тракторов в 2023 году составил 3,2; коэффициент обновления зерноуборочных комбайнов в 2023 году равен 3,7; коэффициент обновления кормоуборочных комбайнов в 2023 году – 3,8; энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций составила в 2023 году – 155,3 л.с./100 га.

Парк тракторов состоит из 53 % техники белорусского производства, 33 % тракторов российского производства, 14 % тракторов иностранного производства, из которых 2 % занимают трактора китайского производства. Причем в 2024 году уменьшилось процентное содержание тракторов старше 10 лет.

Структура парка зерноуборочных комбайнов на 85 % состоит из техники российского производства, 14 % занимают комбайны иностранного производства и 1 % приходится на комбайны китайского производства. Причем в 2024 году уменьшилось процентное содержание зерноуборочных комбайнов старше 10 лет и увеличилось количество комбайнов возрастом от 3-х до 10-ти лет.

Парк кормоуборочных комбайнов состоит на 72 % из техники российского производства, 27 % занимают комбайны иностранного производства и 1 % приходится на комбайны китайского производства. Причем в 2024 году уменьшилось процентное содержание

тракторов от 3-х до 10 лет и повысилось количество комбайнов возрастом до 3-х лет.

Выводы

Текущее состояние технического и технологического обеспечения агропромышленного комплекса позволяет осуществлять проведение сезонно-полевых работ в установленные сроки.

Меры государственной поддержки позволяют аграриям приобретать технику сельскохозяйственного назначения используя такие финансовые инструменты льготный кредит и льготный лизинг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства Российской Федерации «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» от 14.07.2012 № 717 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/70210644/?ysclid=m41nehtxnh859936092>.

2. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета акционерному обществу «Росагролизинг», г. Москва, на возмещение недополученных доходов при уплате лизингополучателем лизинговых платежей по договорам финансовой аренды (лизинга), заключенным на льготных (специальных) условиях» от 31 августа 2019 года № 1135 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72584468/?ysclid=m41nfxvgi2734241910>.

3. Ртищева, Н. Е. Электрический трактор: особенности конструкции и перспективы развития / Н. Е. Ртищева, Н. Н. Пуляев, А. С. Гузалов // *Journal of Agriculture and Environment*. – 2022. – № 8 (28). – DOI 10.23649/jae.2022.28.8.015.

4. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий российским кредитным организациям, международным финансовым организациям и государственной корпорации развития «ВЭБ.РФ» на возмещение недополученных ими доходов по кредитам, выданным сельскохозяйственным товаропроизводителям (за исключением сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов), организациям и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим производство, первичную и (или) последующую (промышленную) переработку сельскохозяйственной продукции и ее реализацию, по льготной ставке» от 9 декабря 2016 года № 1528 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71580832/?ysclid=m41ngrt7st668619265>.

5. Лебедев, А. Т. Совершенствования методов оперативного управления надежностью технических систем в АПК / А. Т. Лебедев, А. А. Серегин, А. Г. Арженовский // *Тракторы и сельхозмашины*. – 2020. – № 1. – С. 71-76. – DOI 10.31992/0321-4443-2020-1-71-76.

6. Итоговый доклад «итоговый доклад о результатах деятельности Минсельхоза России за 2023 год» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/60e/f3efndq2h1aju6jsas5j1kjavrgsj52s.pdf>.

7. Лебедев, А. Т. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / А. Т. Лебедев, А. Г. Арженковский // Технический сервис машин. – 2019. – № 1(134). – С. 46-52.

8. Пуляев, Н. Н. Направления развития сельскохозяйственных тракторов / Н. Н. Пуляев, Д. Г. Асадов, А. И. Сучков // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар, Москва, 20-21 января 2021 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2021. – С. 88-94.

9. Луханин, В. А. Оптимизация параметров аппарата для поверхностного распределения минеральных удобрений при традиционном вращении дисков / В. А. Луханин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 76. – С. 463-472.

10. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.

Об авторах:

Сарычев Алексей Владимирович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), sari4el@gmail.com.

Перевозчикова Наталия Васильевна, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, perevoz68@mail.ru.

Чупров Олег Феликсович, начальник отдела технической политики и государственного технического надзора Департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (107996, Россия, Москва, Орликов переулок, д. 1/11), o.chuprov@mcx.gov.ru.

About the authors:

Aleksey V. Sarichev, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), sari4el@gmail.com.

Natalya V. Perevozchikova, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), perevoz68@mail.ru.

Oleg F. Chuprov, Head of Department of Technical Policy and State Technical Supervision of Department of Plant Growing, Mechanization, Chemicalization and Plant Protection of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (107996, Russian Federation, Moscow, Orlikov pereulok, 1/11), o.chuprov@mcx.gov.ru.

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Ю. Д. Семенов

Научный руководитель – С. К. Тойгамбаев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. *От безотказной работы главной передачи любого автомобиля во многом зависит его транспортно-эксплуатационные показатели. Восстановление работоспособности, испытания и обкатка главной передачи автомобилей является одной из актуальных задач ремонтно-восстановительных работ. В данной статье даны характеристики стенда для проведения ремонтных работ, испытания и дальнейшей обкатки главной передачи автомобилей.*

Ключевые слова: *главная передача, стенд, испытание, реверс, обкатка, отжим.*

MAIN GEAR TEST BENCH

Yu. D. Semenov

Scientific advisor – S. K. Toygambaev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. *Its transport and operational performance largely depends on the trouble-free operation of the main transmission of any car. Restoration of operability, testing and running-in of the main transmission of cars is one of the urgent tasks of repair and restoration work. This article describes the characteristics of the stand for carrying out repair work and testing and further running-in of the main transmission of cars.*

Keywords: *main gear, stand, test, reverse, running-in, spin.*

Стенд для испытания главной передачи автомобилей предназначен для обкатки и испытания главной передачи полнокомплектных автомобилей КамАЗ, ЗИЛ при капитальном ремонте на специализированных предприятиях.

Стенд изготавливается в пяти исполнениях:

- Стенд для испытания главной передачи автомобиля КамАЗ;
- Стенд для испытания главной передачи автомобиля ЗИЛ;
- Стенд для испытания главной передачи заднего моста

автомобилей ЗиЛ; ГиЗиЛ-130;

- Стенд для испытания главной передачи среднего моста автомобиля ЗиЛ;
- Стенд для испытания главной передачи автомобиля ГАЗ-53А.

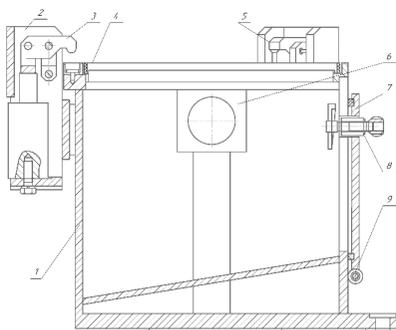


Рисунок 1 – Общая конструкция стенда для испытания главной передачи:

1 – рама-корпус, 2 – гидрооборудование, 3 – зажимы, 4 – стол, 5 – блок крепления, 6 – кольцо, 7 – подвижная плита, 8 – регулировочный рычаг, 9 – ролик

Устройство и работа изделия

Стенд для испытания главной передачи автомобилей состоит из следующих основных частей: станины, привода, нагружателей, масляного бака, приспособления, гидрооборудования и электрооборудования. Станина предназначена для установки на ней основных составных частей стенда и состоит из сварного каркаса, плиты, на которой закреплён электродвигатель. Натяжение ремённой передачи от электродвигателя к приводу осуществляется двумя натяжными винтами.

Привод предназначен для передачи вращения от электродвигателя к ведущему валу главной передачи и состоит из сварного корпуса, в расточках которого на подшипниках качения установлен новый вал со шкивом.

Внутри полого вала установлен подвижный вал, который через шарнирную муфту передает вращения плавающему валу. На конце плавающего вала установлен фланец для крепления полумуфт сцепления с ведущим валом главной передачи. Плавающий вал имеет промежуточную опору, состоящую из корпуса, внутри которого установлены два разрезных полукольца, а внутри колец установлены

корпус подшипника качения. Подвод плавающего вала и зацепление с ведущим валом главной передачи осуществляется пружиной. Отвод вала из зацепления осуществляется гидроцилиндром по средствам плунжера, рычага, вала, рычага, воздействующего на корпус через подшипник. Крайнее положение штока гидроцилиндра контролируется путевыми выключателями. На плунжере установлены два регулируемых упора, воздействующие на ролики путевых выключателей. Уровень масла в корпусе контролируется маслоуказателем. Слив масла производится через маслосливное отверстие, которое закрывается пробкой.

Нагружатель предназначен для создания тормозного момента на шестерне полуоси заднего моста главной передачи. Нагружатель выполнен в двух исполнениях – для левой и правой шестерён главной передачи и состоит из: корпуса, редуктора, который крепится к фланцу. Внутри полого вала редуктора установлен подвижный вал, к которому крепится полуось сцепления с шестерней полуоси заднего моста главной передач.

Редуктор предназначен для увеличения числа оборотов и передает вращение от подвижного вала через зубчатую передачу, состоящую из зубчатого колеса и вал-шестерни, на ременную передачу. От ременной передачи, состоящей из шкива, ремня и шкива, вращение получает вал, на котором установлена электромагнитная муфта. Электромагнитная муфта предназначена для включения вращения вала лопастного насоса, при соответствующем направлении и вращения электродвигателя привода. В напорной магистрали насоса установлен напорный золотник, который создает давление, вследствие чего на валу насоса возникает тормозной момент. Натяжение ремённой передачи осуществляется винтом, при этом редуктор вместе с фланцем поворачивается вокруг оси подвижного вала. Уровень масла в полости электромагнитной муфты и в редукторе контролируется по риске стек-кол маслоуказатели.

Масленный бак предназначен для заполнения внутренней полости главной передачи маслом в процессе обкатки. Масленный бак состоит из сварного бака, плиты, на которой крепится корпус редуктора с электродвигателем. Вал электродвигателя посредством зубчатых колес соединен с двумя лопастными насосами. Давление масла контролируется манометром. В напорных магистралях насосов установлены два предохранительных клапана. Для очистки масла от металлических частиц в баке установлено три магнитных –

патронных сепаратора. Уровень масла контролируется по риске стекла маслоуказателя. В баке предусмотрена пробка для слива масла.

Приспособление предназначено для установки и закрепления главной передачи автомобиля КамАЗ. Приспособление состоит из сварного корпуса, трех зажимов, дверцы и кольца. Зажим предназначен для закрепления главной передачи, и он состоит из сварного корпуса, гидроцилиндра, вилки, рычага и второй вилки. Главная передача устанавливается на кольцо и базируется по верхней плоскости, центрирующему отверстию кольца и срезанном пальцу. Передняя стенка корпуса имеет смотровое окно для проверки главной передачи на пятно контакта. При обкатке главной передачи в масле окно закрывается дверцей посредством двух защёлки и шучек. Слив масла после обкатки осуществляется через сливное отверстие, которое в процессе обкатки закрыто посредством гидроцилиндра.

Гидрооборудование стенда состоит из гидропривода и системы трубопроводов. Гидрооборудование состоит из гидростанции и гидропанели, которая через стойки закреплена на гидростанции.

Электрооборудование

В состав электрооборудования стенда испытания главной передачи автомобилей входит:

- шкаф управления с коммутационной аппаратурой;
- пульт управления процессом испытания;
- электродвигатель гидропривода;
- электродвигатель привода главной передачи;
- электродвигатель маслососа;
- путевые выключатели фиксации:
- отвода и подвода полуосей;
- отвода и подвода полумуфты зацепления;
- электромагниты зажима главной передачи подвода полуосей и полу муфты;
- муфт левого и правого вращения;
- реле давления, установленного в системе гидропривода.

Электрическая система стенда позволяет осуществить следующие испытания главной передачи:

- с реверсом под нагрузкой и последующей обкаткой в масле без нагрузки в левую сторону;
- с реверсом под нагрузкой и обкаткой в масле;
- с обкаткой в масле без нагрузки в левую сторону.

К стенду прилагается удлинитель, предназначенный для вращения от привода к главной передаче заднего моста автомобиля КамАЗ. Для установки удлинителя необходимо снять полумуфту и на её место установить удлинитель, дополнительно закрепив его двумя прихватами.

Испытание главной передачи проводят следующим образом: подлежащая испытанию главная передача с помощью специальной схватки и имеющегося у потребителя грузоподъемного устройства устанавливается в приспособление. Пробка для залива масла в задний или передний мост автомобиля должна быть вывернута. При испытании главных передач средних мостов к пневмокамере подсоединяется насадка для включения вращения шестерён главной передачи. Затем главная передача зажимается. Нажатием на кнопку «Испытание» осуществляется автоматический цикл испытания. В процессе испытания проверяется: шум редуктора главной передачи и пятно контакта в зацеплении конической пары на краску.

После испытания главная передача промывается в масле: дверца приспособления закрывается, затем нажатием кнопки «Подача масла» включается насосная установка масляного бака. После наполнения внутренней полости (момент наполнения определяется визуально по выходу масла из трубы приспособления) нажатием на кнопку «Обкатка» происходит обкатка в течение 2-х минут, после двигатель останавливается и две полуоси и полумуфта выходят из зацепления. Затем нажимаем на кнопку «Отжим» происходит отжим главной передачи, затем с помощью схватки и грузоподъемного устройства осуществляем съём главной передачи. На стенде можно обкатывать главную передачу в масле с подключением нагрузки в автоматическом цикле. Для этого перед нажатием на кнопку «Испытание» нужно нажать на кнопку «Подача масла» при этом дверца приспособления должна быть закрыта. Также можно провести промывку главной передачи без проверки на пятно контакта, без нагрузки и реверсирования в течение 2-х минут. Для этого после нажатия кнопки «Подача масла» нужно нажать на кнопку «Обкатка».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Апатенко, А. С. Определение состава подразделений мастерской для хозяйства Костанайской области / А. С. Апатенко, С. К. Тойгамбаев // Естественные и технические науки. – 2020. – № 8 (146). – С. 207-212.
2. Андреев, А. А. Очистка нефтяных масел от механических загрязнений /

А. А. Андреев, А. С. Апатенко, С. С. Гусев // Естественные и технические науки. – 2021. – № 7(158). – С. 243-251.

3. Модернизация технологических машин как механизм продления назначенных ресурса и срока службы / И. Г. Голубев, Н. С. Севрюгина, А. С. Апатенко, А. Ю. Фомин / Вестник машиностроения. – 2023. – № 1. – С. 36-41.

4. Гусев, С. С. Регенерация отработанных моторных и гидравлических масел при эксплуатации автотракторной и сельскохозяйственной техники / С. С. Гусев, В. Н. Боярский // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агро-инженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2015. – № 2. – С. 76.

5. Гусев, С. С. Восстановление качества отработанных нефтяных масел с помощью ПГС-полимеров на сельскохозяйственных предприятиях : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Гусев Сергей Сергеевич. – Москва, 2006. – 174 с.

6. Гусев С. С. Физико-химическая очистка отработанных минеральных масел с помощью полимерных материалов / С. С. Гусев / Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2006. – № 6. – С. 4.

7. Патент на полезную модель № 47335 U1 Российская Федерация, МПК В65D 88/02. Резервуар для жидкостей : № 2005103727/22 : заявл. 14.02.2005 : опубл. 27.08.2005 / В. П. Коваленко, А. В. Литовченко, Е. А. Улюкина, С. С. Гусев.

8. Коваленко, В. П. Удаление загрязнений из нефтепродуктов самоочищающимся фильтром / В. П. Коваленко, Е. А. Улюкина, С. С. Гусев // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2013. – № 3 (59). – С. 35-37.

9. Карапетян, М. А. Управление двигателями транспортно-технологических систем / М. А. Карапетян, В. Н. Пряхин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 10. – С. 22-23.

10. Мочунова, Н. А. Вопросы оптимизации производственных процессов в ремонтном производстве сельскохозяйственного парка / Н. А. Мочунова, М. А. Карапетян // Международный технико-экономический журнал. – 2017. – № 6. – С. 101-106.

11. Тойгамбаев, С. К. Проектирование стенда для диагностики состояния тормозной системы автомобиля КАМАЗ-65117 / С. К. Тойгамбаев, О. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 6. – С. 63-72.

12. Тойгамбаев, С. К. Определение трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта грузовых автомобилей / С. К. Тойгамбаев, О. Н. Дидманидзе // International Journal of Professional Science. – 2021. – № 1. – С. 65-73.

13. Тойгамбаев, С. К. Восстановление бронзовых втулок скольжения центробежной заливкой с применением электродугового нагрева / С. К. Тойгамбаев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 7. – С. 28-32.

14. Орлов, Б. Н. Влияние индустриализации сельского хозяйства на конструктивную надежность машин АПК / Б. Н. Орлов, М. А. Карапетян, А. С. Матвеев // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – № 3. – С. 72-77.

Об авторах:

Семенов Юрий Дмитриевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Тойгамбаев Серик Кокибаевич, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, toygambaev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Yurii D. Semenov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Serik K. Toygambaev, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), toygambaev@rgau-msha.ru.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

С. С. Сергеев, Д. А. Белугина

Научный руководитель – Е. А. Овсянникова

ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Статья посвящена анализу способов повышения эффективности передачи электрической энергии. Рассматриваются проблемы потерь и нестабильности в электрических сетях, предлагаются решения для повышения энергоэффективности и стабильности энергоснабжения, включая компенсацию реактивной мощности и стабилизаторы напряжения. Представлены требования для надёжной работы сетей в сельскохозяйственных условиях.*

***Ключевые слова:** энергетика, сельское хозяйство, передача энергии, распределение энергии, электрические сети, потери энергии, стабильность, реактивная мощность, стабилизаторы напряжения.*

WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF TRANSMISSION AND DISTRIBUTION OF ELECTRICITY

S. S. Sergeev, D. A. Belugina

Scientific advisor – E. A. Ovsyannikova

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article is devoted to the analysis of ways to increase the efficiency of electric energy transmission. The problems of losses and instability in electrical networks are considered, solutions are proposed to improve energy efficiency and stability of energy supply, including reactive power compensation and voltage stabilizers. The requirements for reliable operation of networks in agricultural conditions are presented.*

***Keywords:** energy, agriculture, energy transmission, energy distribution, electric networks, energy losses, stability, reactive power, voltage stabilizers.*

В статье рассматриваются ключевые аспекты передачи и распределения электроэнергии в сельском хозяйстве, акцентируя внимание на проблемах потерь энергии и нестабильности электрических сетей. В ней также предлагаются решения для повышения энергоэффективности, включая методы компенсации реактивной мощности и использование стабилизаторов напряжения.

Передача и распределение электроэнергии в сельском хозяйстве осуществляется электрической сетью, которая должна проектироваться и эксплуатироваться таким образом, чтобы обеспечивать её стабильность и работоспособность во всех возможных режимах: нормальных, ремонтных, послеаварийных, а её параметры должны лежать в допустимых пределах.

Электрические сети делятся по:

- величине номинального напряжения (до 1 кВт и выше 1 кВт);
- размерам охватываемой территории (местные, районные, региональные);
- иерархическому признаку;
- способу передачи электроэнергии: воздушные линии электропередач (крепление проводов воздушных линий на опорах), кабельные линии (кабели укладываются в почву, и линия электропередач проходит под землёй, однако такой вариант может вызвать загрязнение почвы).

Линии передачи электроэнергии так же можно классифицировать и по другим признакам:

- по величине напряжения;
- по типу тока [0].

Основной проблемой передачи электрической энергии являются потери. При передаче электрической энергии на большие расстояния возникают потери, т.к. часть энергии из-за омического сопротивления переходит в тепловую и «уходит в никуда». Для решения данной проблемы используются следующие способы: уменьшение сопротивления линий энергопередач или увеличение напряжения.

Распределение электроэнергии является последним этапом в процессе передачи энергии от электростанции к потребителю. Данный процесс состоит из нескольких этапов. На первом этапе электроэнергия поступает на первичные подстанции, где высоковольтное напряжение преобразуется в среднее. На следующем этапе электроэнергия попадает на вторичные подстанции, где напряжение преобразуется в более низкое, которое требуется для работы различных электроприборов. При распределении электрической энергии основной проблемой является поддержание стабильности передачи [0].

Для того, чтобы поддерживать стабильность передачи электроэнергии применяют сетевые фильтры, генераторы переменного тока, различные стабилизаторы, а также источники бесперебойного питания [3].

Для того, чтобы передача энергии по электрическим сетям была энергоэффективной, и снизить количество потери энергии при передаче её на расстояния, необходимо компенсировать реактивную мощность.

Устройства, предназначенные для компенсации реактивной мощности, необходимо выбирать таким образом, чтобы обеспечить нормируемую пропускную способность сетей, как при нормальных режимах работы, так и при возникновении аварийных ситуаций. В сетях необходимо поддерживать такие важные параметры, как необходимый уровень напряжения и запас устойчивости нагрузок потребителей.

При недостаточной компенсации реактивной мощности, в сетях будет увеличиваться реактивная составляющая. Данный процесс приведёт к увеличению потерь. При возникновении нестабильного напряжения в сети происходит снижение энергоэффективности использования энергосистемы, повышение потерь энергии, скорейший износ защитной и коммутационной аппаратуры и возникает наибольшая вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Применение современных технологий, например, «умный дом» и других систем, на работу которых в значительной степени влияют перепады напряжения, невозможны без решения данного вопроса по компенсации реактивной мощности.

Использование индуктивно-ёмкостных устройств позволит решить данный вопрос и увеличить энергоэффективность электрических сетей.

На данный момент наибольшее распространение получили данные типы таких устройств:

- индуктивно-ёмкостные группы дискретно регулируемые;
- индуктивно-ёмкостные группы плавно регулируемые;
- нерегулируемые.

В результате анализа применения данных типов устройств в сети напряжение становится стабильным и соответственно нет угрозы возникновения аварийных ситуаций. Напряжение возможно стабилизировать в пределах нескольких процентов от заданного. При всех возможных режимах работы, в том числе и послеаварийных.

Для увеличения объемов производства сельскохозяйственной продукции необходимо повышать энергоэффективность использования электрической энергии [4, 8].

Использование современных проводниковых и изоляционных материалов при выполнении линий электропередач является

перспективным и способствует повышению энергосбережения при передаче электрической энергии на расстояния [5-7].

Однако стоит отметить, что в наше время распространены цифровые технологии, которые так же используются и в электроэнергетике. Цифровая энергетика на данный момент использует цифровое оборудование для мониторинга сетей: сбор и отправление данных о состоянии сетей в центр обработки данных. Однако возможности данных технологий не ограничиваются простым сбором данных и в данном направлении ведутся современные исследования. Так, в будущем, список возможностей цифровых технологий в электроэнергетике должен будет расширяться, ведь важно, чтобы умные устройства могли рассчитывать и анализировать все события, происходящие в сети и их последствия, улавливать и определять события, которые могут привести к аварии или неисправности и быть способными определять режимы работы оборудования и сетей.

На текущий момент одной из передовых технологий является цифровая подстанция. Цифровая подстанция – элемент активно-адаптивной (интеллектуальной) электросети с системой контроля, защиты и управления, основанной на передаче информации в цифровом формате. Данные подстанции позволяют уменьшить габариты подстанций и расходы на них, а вместе с этим увеличить их надёжность и качество энергоснабжения. Появление данных систем и их возможности открывают следующие перспективы: повышение помехоустойчивости сетей и линий электропередач, сокращение количества оборудования и цепей вторичной коммутации, экономия площадей, требуемых для подстанции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Герасименко, А. А. Электроэнергетические системы и сети. Версия 1 / А. А. Герасименко, Е. С. Кинев, Т. М. Чупак. – Электрон. дан. (7 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008

2. Костин, В. Н. Передача и распределение электроэнергии / В. Н. Костин, Е. В. Распопов, Е. А. Родченко. – СПб. : СЗТУ, 2003 – 147 с.

3. Шлепина, Д. М. Анализ конструкций электрофильтров для сельскохозяйственных помещений / Д. М. Шлепина // Доклады ТСХА, Москва, 03-05 декабря 2019 года. Выпуск 292, Часть I. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – С. 134-138.

4. Повышение энергоэффективности производства продукции сельскохозяйственными предприятиями / В. И. Загинайлов, Н. А. Стушкина, О. В. Лештаев

[и др.] // Вестник АПК Верхневолжья. – 2022. – № 3(59). – С. 54-64. – DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.008.

5. Овсянникова, Е. А. Современные электроизоляционные материалы / Е. А. Овсянникова, В. В. Дубов, И. А. Сосенков // Инновационные подходы к развитию науки и производства регионов: взгляд молодых учёных : материалы 48-ой научно-практической конференции студентов и молодых учёных, Тверь, 17-19 марта 2020 года. – Тверь : Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 224-226.

6. Теоретические предпосылки снижения энергоёмкости тепловых процессов в АПК / Н. С. Вороной, Н. В. Ксенз, А. М. Семенихин, Т. Н. Толстоухова // Опыт, проблемы и перспективы внедрения в производство экологически чистых, энергосберегающих адаптивных технологий и систем машин возделывания, уборки и хранения зерновых и технических культур : Тезисы докладов научно-практической конференции, Зеленоград, 11-12 октября 1997 года. – Зеленоград : Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 1997. – С. 32-33.

7. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.

8. Взаимосвязь понятий энергоэффективности и энергосбережения при эксплуатации автомобилей, тракторов и двигателей / В. И. Загинайлов, Г. В. Медведев, Н. Е. Ртищева [и др.] // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 67. – С. 44-50.

Об авторах:

Сергеев Сергей Сергеевич, студент, ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики» (111024, Российская Федерация, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А).

Белугина Дина Александровна, студент, ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики» (111024, Российская Федерация, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А).

Научный руководитель – Овсянникова Елена Александровна, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики» (111024, Российская Федерация, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А).

About the authors:

Sergei S. Sergeev, student, Moscow Technical University of Communications and Informatics (111024, Russian Federation, Moscow, Aviamotornaya str., 8A).

Dina A. Belugina, student, Moscow Technical University of Communications and Informatics (111024, Russian Federation, Moscow, Aviamotornaya str., 8A).

Scientific advisor – Elena A. Ovsyannikova, senior lecturer, Moscow Technical University of Communications and Informatics (111024, Russian Federation, Moscow, Aviamotornaya str., 8A).

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МОЙКИ ЛЕНТОЧНЫХ ТРАНСПОРТЕРОВ

Д. М. Скороходов, Тидиан Гей Шейх

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Представлены рекомендации по модернизации технологического безразборного процесса мойки ленты стационарного ленточного транспортера. Приведены схемы расположения системы форсунок и очистительной щетки на корпусе транспортера. Описана конструкция гидравлического приспособления моечной системы ленточного транспортера.

Ключевые слова: ленточный транспортер, модернизация, технологический процесс, безразборная система мойки.

MODERNIZATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF WASHING BELT CONVEYORS

D. M. Skorokhodov, Tidiane Gueye Cheikh

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article presents recommendations for upgrading the technological process of in-place washing of the belt of a stationary belt conveyor. The article provides diagrams of the arrangement of the nozzle system and the cleaning brush on the conveyor body. The design of the hydraulic device of the belt conveyor washing system is described.

Keywords: belt conveyor, modernization, technological process, in-place cleaning system.

В условиях современной промышленности, где эффективность и надежность производственного оборудования являются ключевыми факторами успешной деятельности предприятий, особое внимание уделяется техническому обслуживанию и ремонту механизмов [1]. Одним из важнейших элементов промышленного оборудования, широко используемого в различных отраслях, являются ленточные конвейеры [2]. Эти устройства обеспечивают непрерывную транспортировку материалов, что существенно повышает производительность труда и снижает затраты на перемещение грузов [3].

Ленточные транспортеры находят применение в

горнодобывающей, металлургической, химической, пищевой, сельскохозяйственной и других отраслях промышленности [4]. Их надежная и бесперебойная работа напрямую влияет на эффективность производственного процесса [5-7].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки эффективного технологического процесса своевременной и безразборной мойки ленточных транспортеров. Своевременная мойка ленты транспортеров позволит избавиться от загрязнений, продезинфицировать и удалить микробы. Ненадлежащее техническое обслуживание и несвоевременный ремонт в том числе мойка ленты транспортера могут привести к серьезным производственным простоям и значительным финансовым потерям.

Эксплуатация ленточных транспортеров в пищевой и сельскохозяйственной отрасли, при транспортировании груза, должна соответствовать нормам пищевой безопасности, в том числе должна соблюдаться чистота на всем технологическом этапе при транспортировании пищевой продукции. Для большинства ленточных транспортеров используется разборный метод его очистки и мойки, что в свою очередь увеличивает трудоемкость процесса.

Целью работы является модернизация технологического процесса мойки ленточных транспортеров, за счет применения безразборной системы мойки на примере стационарного ленточного транспортера.

За основу исследований взят стационарный ленточный транспортер, общий вид которого представлен на рисунке 1.

Модернизация технологического процесса [8-12] мойки ленточного транспортера заключается в разработке системы безразборной его мойки.

Для безразборной мойки ленточного транспортера необходимо в его конструкции предусмотреть нижний корпус. Нижний корпус ленточного транспортера устанавливается под небольшим углом, с целью стекания моющей жидкости в сливной канал. К нижнему корпусу крепится система форсунок и очистительная щетка. Для подачи воды применяется плунжерный насос с электродвигателем. Конструкция гидравлического приспособления моечного участка состоит из: электродвигателя; муфты упругой со звездочкой; червячного редуктора; регулировочных колец; кронштейна; плунжера; сальника; цилиндра; нагнетательного клапана; всасывающего клапана; трубопровода; предохранительного клапана; форсунок (рисунки 1 и 2).

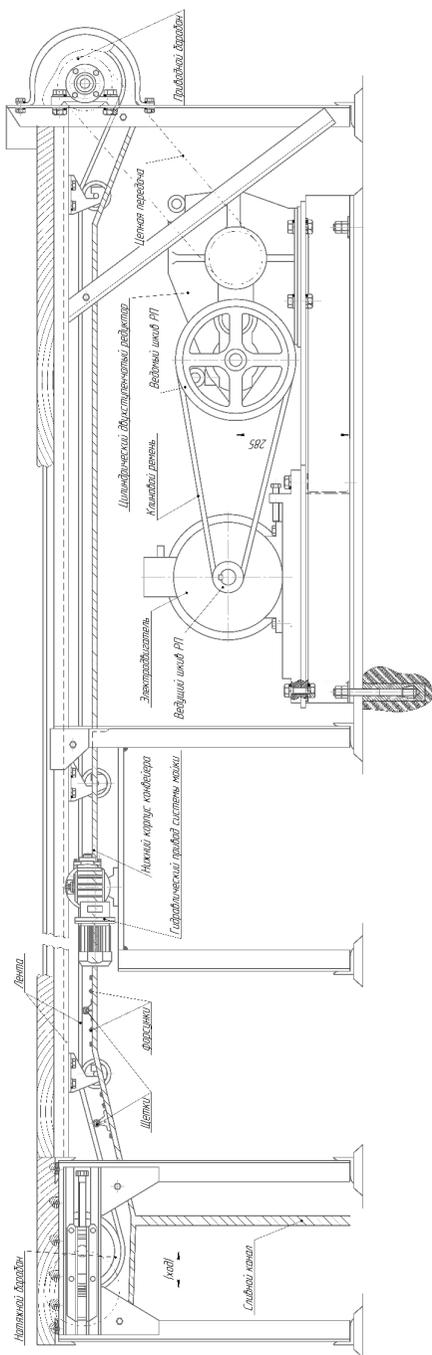


Рисунок 1 – Общий вид стационарного ленточного конвейера с гидравлическим приводом системы безразборной мойки ленты

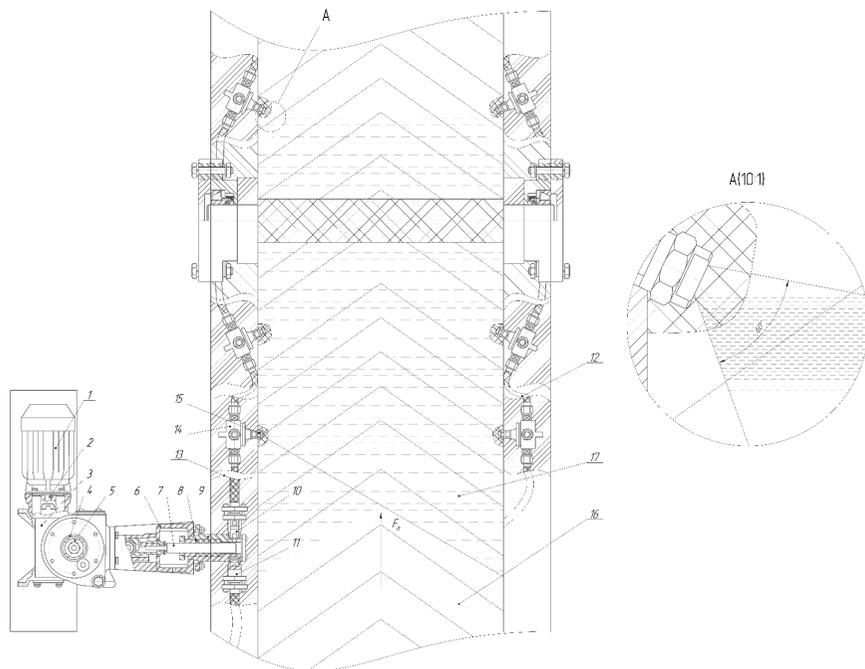


Рисунок 2 – Общий вид моечной системы ленточного транспортера:

1 – электродвигатель; 2 – муфта упругая со звездочкой; 3 – червячный редуктор; 4, 5 – регулировочные кольца; 6 – кронштейн; 7 – плунжер; 8 – сальник; 9 – цилиндр; 10 – нагнетательный клапан; 11 – всасывающий клапан; 12 – трубопровод; 13 – рама ленточного транспортера; 14 – предохранительный клапан; 15 – форсунка; 16 – лента; 17 – распыл воды

Для мойки ленты используется концентрированное моющее средство, после мойки применяется дезинфицирующее средство. Данные средства подбираются индивидуально в зависимости от применения ленточного транспортера.

Таким образом, разработанная безразборная система мойки ленточного транспортера позволяет уменьшить технологический процесс системы его мойки.

Технология безразборной мойки осуществляется следующим образом: во время выполнения операции в первую очередь идет подготовка раствора моечным средством и водой. Эта операция характеризуется её химической опасностью и требует четкого соблюдения мер безопасности. Также учитываются рекомендации по пищевой безопасности при применении моечных средств. С целью соблюдения мер

безопасности жизнедеятельности все технические работы с техниками предшествуются установкой замка безопасности, том числе мойка ленточного транспортера. Мойка осуществляется при подаче готового жидкого раствора под высоким давлением на поверхность ленты конвейера с его нижней стороны. В процессе мойки грязная жидкость сливается через горловину, установленную снизу рамы, и попадает в коллектор для дальнейшей утилизации в соответствии с экологическими нормами. После мойки проводится дезинфекция ленточного конвейера, сушка и контроль качества выполнения операции. Расходомер у насоса позволяет собрать данные для выполнения отчетности по проведению работы.

Реализация предложенных рекомендаций позволит повысить эффективность процессов технического обслуживания ленточных конвейеров, что в свою очередь способствует увеличению производительности предприятия и снижению затрат на ремонтные и моечные работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Подъемно-транспортные машины : учебник / М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев, И. Ю. Игнаткин [и др.]. – М. : Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 456 с.
3. Технические и технологические требования к перспективной сельскохозяйственной технике / В. Ф. Федоренко, Д. С. Буклагин, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2011. – 248 с. – ISBN 978-5-7367-0826-0.
4. Ерохин, М. Н. Детали машин / М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев. – М. : ООО «Транслог», 2018. – 412 с.
5. Цифровые решения при техническом сервисе сельскохозяйственной техники : аналитический обзор / И. Г. Голубев, Н. П. Мишуров, В. Ф. Федоренко [и др.]. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 76 с.
6. Патент на полезную модель № 163511 U1 Российская Федерация, МПК G01B 11/02. Автоматизированное измерительное устройство : № 2015154489/28 : заявл. 18.12.2015 : опубл. 20.07.2016 / А. С. Дорохов, К. А. Краснящих, Ю. В. Катаев, Д. М. Скороходов ; заявитель ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева.
7. Курсовое проектирование по деталям машин и основам конструирования : методические указания и технические задания / М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев, О. М. Мельников, Д. М. Скороходов. – М. : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2018. – 44 с.

8. Ерохин, М. Н. Детали машин / М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев. – М. : ТРАНСЛОГ, 2018. – 410 с.

9. Казанцев, С. П. Проектирование приводов стационарных сельскохозяйственных машин / С. П. Казанцев, В. А. Матвеев, О. М. Мельников. – М. : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2018. – 140 с. – ISBN 978-5-6040257-7-2.

10. Патент № 2612950 С Российская Федерация, МПК G01L 5/13. Способ определения силы сопротивления рабочих машин : № 2015152717 : заявл. 08.12.2015 : опубл. 14.03.2017 / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян, И. И. Чичилов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

11. Дорохов, А. С. Система контроля качества деталей сельскохозяйственных машин / А. С. Дорохов, К. А. Краснящих, Д. М. Скороходов. – М. : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2019. – 192 с. – ISBN 978-5-6042796-8-7.

12. Совершенствование системы мойки кухонной и столовой посуды / Т. Н. Толстоухова, И. В. Назаров, И. Э. Липкович, Т. А. Магомедова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 192. – С. 129-141. – DOI 10.21515/1990-4665-192-011.

Об авторах:

Скороходов Дмитрий Михайлович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, d.skorokhodov@rgau-msha.ru.

Тидиан Гей Шейх, инженер, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), gueye.cheikh.998@gmail.com.

About the authors:

Dmitry M. Skorokhodov, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), d.skorokhodov@rgau-msha.ru.

Tidiane Gueye Cheikh, engineer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), gueye.cheikh.998@gmail.com.

ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ ДЛЯ ТРАВЯНОЙ СЕЯЛКИ

К. А. Смирнов

Научный руководитель – В. П. Пляка

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. При посеве газонных трав часто сталкиваются с участками земли, которые имеют сложную конфигурацию. Разработана и усовершенствована экспериментальная сеялка, оснащенная высевающим аппаратом катушечного типа, способная производить равномерный высеv как при прямолинейном, так и при криволинейном движении. Цель исследования – проверка показателя относительной полевой всхожести семян при лабораторно-полевых испытаниях экспериментальной сеялки при ее прямолинейном и криволинейном движении на посеве газонных трав.

Ключевые слова: сеялка, высевающий аппарат, сплошной посев, полевая всхожесть семян.

SEEDING MACHINE FOR A GRASS PLANTER

K. A. Smirnov

Scientific advisor – V. I. Plyaka

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. When sowing lawn grasses, they often encounter plots of land that have a complex configuration. An experimental seeder has been developed and improved, equipped with a coil-type seeding device capable of producing uniform sowing both in straight and curved motion, as well as a rolling roller for rolling seeds in continuous sowing and leveling the soil surface. The purpose of the study is to verify the indicator of relative field germination of seeds during laboratory and field tests of an experimental seeder with its rectilinear and curved movement on sowing lawn grasses.

Keywords: seeder, seeding machine, continuous sowing, field germination of seeds.

Предлагаемая экспериментальная сеялка может производить равномерный посев газонных трав, двигаясь не только по прямолинейной траектории, но и по различным радиусам, обеспечивая при этом сплошной высеv [1-3]. Экспериментальная сеялка прошла стендовые испытания и испытания на липкой ленте, которые показали высокие результаты по равномерности высева при движении по различным

радиусам [4-6]. Для определения относительной полевой всхожести семян были проведены лабораторно-полевые испытания.

Цель исследования – проверка показателя относительной полевой всхожести семян при лабораторно-полевых испытаниях экспериментальной сеялки при ее прямолинейном и криволинейном движении на посеве газонных трав.

Схема экспериментальной сеялки представлена на рисунке 1. Предлагаемая сеялка предназначена для обеспечения качественного посева семенного материала трав сплошным способом [7-9]. Высевающий аппарат сеялки состоит из желобковых катушек и эластичного элемента, охватывающего катушки. Угол охвата и прилегание эластичного элемента к катушке составляет 140° . В данном высевающем аппарате отсутствует активный слой семян, поэтому рабочий объем V_0 катушки равен объему $V_{ж}$ семян, вынесенных желобками катушки.

$$V_0 = V_{ж} = \varepsilon z S l_p,$$

где ε – коэффициент заполнения желобков;

z – число желобков пары катушек;

S – площадь поперечного сечения желобка;

l_p – длина рабочей части катушки.

Лабораторно-полевые испытания позволили проверить влияние высевающего аппарата сеялки, состоящего из желобковых катушек и эластичного элемента на всхожесть семян.

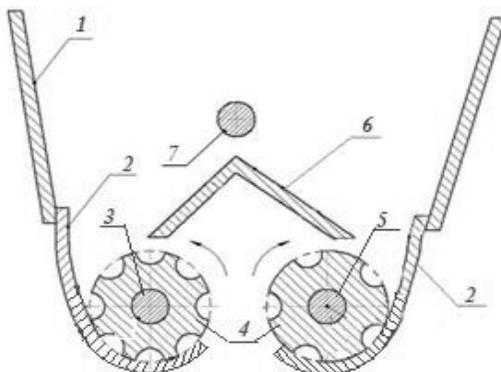


Рисунок 1 – Схема высевающего аппарата экспериментальной сеялки:

- 1 – бункер для семян; 2 – эластичный элемент; 3 – первый вал высевающего аппарата; 4 – пара катушек аппарата; 5 – второй вал высевающего аппарата; 6 – рассекатель; 7 – вал перемешивающего устройства

Экспериментальная сеялка представлена на рисунке 2.

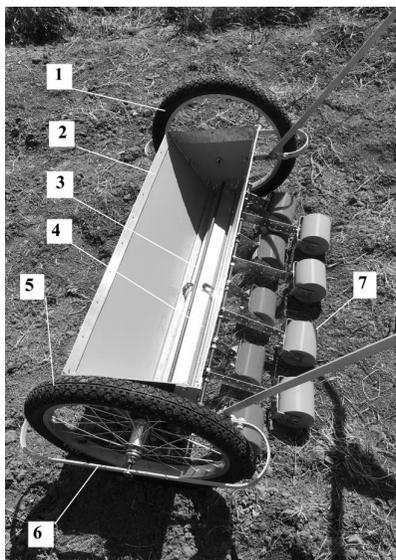


Рисунок 2 – Экспериментальная сеялка СВ-0,9:

1 – правое приводное колесо; 2 – бункер; 3 – первый вал высевающего аппарата; 4 – второй вал высевающего аппарата; 5 – левое приводное колесо; 6 – рама; 7 – прикатывающие вальцы

Лабораторно-полевые испытания экспериментальной сеялки провели на полевой станции Тимирязевской академии. Площадь подготовленного участка поля для лабораторно-полевых испытаний экспериментальной сеялки при посеве травяной смеси «Газон Быстрый» составила 320 м². Сложность конфигурации участка поля для полевых испытаний соответствовала третьей группе, а способ движения экспериментальной сеялки по этому участку – круговой [10, 11]. Показатель относительной полевой всхожести семян определяли после появления всходов – на десятый день после посева. Для этого использовали квадратную рамку со стороной 0,5 м. Число всходов в штуках определяли на площади 0,25 м², а число высеянных семян получили расчетным путем.

При работе сеялки круговым способом, показатель относительной полевой всхожести семян, соответствовал паспортным данным (87 %) на различных траекториях движения.

По результатам лабораторно-полевых испытаний экспериментальной сеялки СВ-0,9 установлено, что относительная полевая всхожесть семян соответствует паспортным данным на всех траекториях

движения. Рабочий процесс высевающего аппарата не снижает качества высева сеялки при посеве травяных культур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авторское свидетельство № 1299533 А1 СССР, МПК А01С 7/16. Высевающая система сеялки : № 3956012 : заявл. 31.07.1985 : опубл. 30.03.1987 / В. И. Пляка, Ю. А. Виноградов ; заявитель Центральная Машиноиспытательная Станция.

2. Патент на полезную модель № 210275 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/12. Устройство для высева семян : № 2021132823 : заявл. 11.11.2021 : опубл. 05.04.2022 / В. И. Пляка, С. М. Каткова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

3. Патент на полезную модель № 227259 U1 Российская Федерация, МПК А01В 29/02. Прикатывающий каток сеялки : № 2024110348 : заявл. 16.04.2024 : опубл. 12.07.2024 / В. И. Пляка, С. М. Михайличенко, К. А. Смирнов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

4. Пляка, В. И. Проверка показателей неравномерности и неустойчивости общего высева экспериментальной сеялки для газонных трав / В. И. Пляка, Н. А. Сергеева // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 12(318). – С. 24-27. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-12-24-27.

5. Оценка равномерности распределения семян экспериментальной сеялкой: сплошной высев газонных трав / В. И. Пляка, А. А. Большаков, Н. А. Сергеева, К. А. Смирнов // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 24-30. – DOI 10.26897/2687-1149-2023-6-24-30.

6. Пляка, В. И. Стендовые испытания экспериментальной сеялки для посева газонных трав / В. И. Пляка, С. М. Каткова, Н. А. Сергеева // Агроинженерия. – 2022. – Т. 24, № 5. – С. 24-29. – DOI 10.26897/2687-1149-2022-5-24-29.

7. Механизация растениеводства (термины и определения) / Н. В. Алдошин, М. А. Мехедов, В. И. Пляка, И. Н. Гаспарян. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2021. – 260 с. – ISBN 978-5-00166-323-2.

8. Подготовка семян к озимому посеву в засушливых условиях на агрегатах типа ЗАВ / А. В. Касьяненко, И. Н. Краснов, И. А. Кравченко, Т. Н. Толстоухова // Сельский механизатор. – 2020. – № 5-6. – С. 37-38.

9. Seed drill used on complex configuration fields / V. I. Plyaka, N. A. Sergeeva, A. I. Panov, N. A. Yakovleva // IOP conference series: materials science and engineering, Barnaul, 26–27 июня 2020 года. Vol. 941. – Barnaul: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012041. – DOI 10.1088/1757-899X/941/1/012041.

10. Патент № 2688319 С1 Российская Федерация, МПК А01С 1/06. Увлажнительная машина для семян : № 2018123406 : заявл. 27.06.2018 : опубл.

21.05.2019 / И. Н. Краснов, И. А. Кравченко, А. В. Касьяненко [и др.] ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Биоагротехнология».

11. Патент на полезную модель № 169877 U1 Российская Федерация, МПК A01D 34/13, A01D 34/18. Режущий аппарат косилок и жаток : № 2016122638 : заявл. 08.06.2016 : опубл. 04.04.2017 / Н. В. Алдошин, А. А. Золотов, Н. А. Лылин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Об авторах:

Смирнов Кирилл Алексеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), kirieshka14072004@gmail.com.

Научный руководитель – Пляка Валерий Иванович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, plyaka@rgau-msha.ru.

About the authors:

Kirill A. Smirnov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), kirieshka14072004@gmail.com.

Scientific advisor – Valeriy I. Plyaka, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), plyaka@rgau-msha.ru.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ШНЕКОВ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

М. А. Соловьёв

Научный руководитель – С. С. Гусев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В настоящее время существует множество программ и САД-систем для создания 3D-моделей различных деталей, в том числе – шнеков для почвообработки. В данной статье разобраны самые распространённые программы для работы с 3D моделями и пространством, проведен их анализ, сравнение и сделаны выводы по их эффективности при моделировании шнеков и тестировании этих моделей в различных условиях.*

***Ключевые слова:** шнек, моделирование, почвообработка.*

USING 3D MODELING PROGRAMS TO TEST SCREW MODELS IN VARIOUS CONDITIONS

M. A. Solovyov

Scientific advisor – S. S. Gusev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** At present, there are many programs and CAD systems for creating 3D models of various parts, including augers for tillage. In this article, the most common programs for working with 3D models and space are analyzed, compared, and conclusions are drawn on their effectiveness in modeling screws and testing these models in various conditions.*

***Keywords:** auger, modeling, tillage.*

PowerShape – высокотехнологичная программа, позволяющая быстро выполнить подготовку сложных моделей к производству.

Её функционал отлично подходит для подготовки пресс-форм, штампов и деталей сложной формы. Программу можно также использовать для проектирования изделий с нуля [1-4].

Основные преимущества PowerShape:

- импорт моделей из всех популярных САД-систем;

- выявление и исправление критических ошибок, осложняющих процесс изготовления деталей;
- возможность продолжения работы даже при наличии недостатков у импортированной 3D-модели;
- работа с любыми комбинациями поверхностей, тел и STL-сетками;
- разделение моделей на матрицу, пуансон и направляющие с помощью простого «Мастера»;
- возможность каркасного, поверхностного, твердотельного и фасетного 3D-моделирования;

Основные недостатки PowerShape:

- высокая сложность для освоения;
- игнорирует небольшие «зазоры» между элементами;
- моделирование занимает больше времени, чем в других программах.

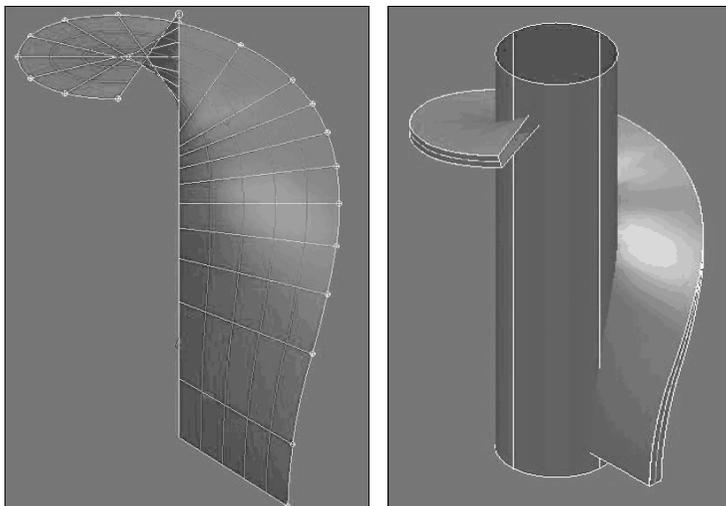


Рисунок 1 – Примеры моделирования

PowerMILL – программный продукт, предназначенный для программирования фрезерной обработки на станках с ЧПУ. Мировой лидер в области 2, 3 и 5-ти осевого фрезерования, предлагает широкий набор инструментов для решения задач в различных областях промышленности [5-9].

Преимущества PowerMILL:

- обширная инструментальная база;
- гибкие возможности редактирования;
- высокая точность обработки модели;

Недостатки PowerMILL:

- присутствует неточность вывода круговой интерполяции;
- присутствует только 2.5 координатная обработка;

«Компас-3D» – российская система трёхмерного проектирования, разработанная компанией «АСКОН».

Система предназначена для создания трёхмерных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы.

Преимущества программы «Компас-3D»:

- возможность создания проектной документации;
- поддержка различных типов файлов;
- анализ и проверка моделей на наличие ошибок;
- возможность интеграции с другими ПО;

Недостатки программы «Компас-3D»:

- случаются проблемы при импорте 3D моделей из других программ;
- проектировать в 3D сложнее, чем в 2D;
- плохо реализована возможность визуализации;
- не слишком хорошо оформлена система поверхностного моделирования.

Rocky DEM – это инструмент для моделирования динамики сыпучих сред со сложной геометрией частиц методом дискретных элементов (DEM) от компании ESSS.

Основные преимущества программы:

- задание точных траекторий движения компонентов оборудования или обеспечение их свободного перемещения с учётом внешних сил;
- моделирование разрушения частиц под действием различных нагрузок и сил;
- выделение, фильтрация и окраска частиц по интересующим свойствам;
- оценка процессов измельчения с помощью энергетического спектра;
- 3D-моделирование износа твёрдых поверхностей от абразивного воздействия частиц;

- анализ и визуализация столкновений частиц со сбором статистики на каждом шаге расчёта;
- в качестве отслеживаемых частиц можно моделировать волокна, оболочки и твёрдые тела произвольной формы.

Недостатки программы Rocky DEM:

- не выявлено.

ANSYS – универсальная программная система анализа методом конечных элементов (МКЭ). Разрабатывается американской компанией ANSYS, Inc.

Программа применяется для решения [10]:

- линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций;
- задач механики жидкости и газа;
- задач теплопередачи и теплообмена;
- задач электродинамики;
- задач акустики;
- а также задач механики связанных полей.

ANSYS позволяет:

- создавать симуляции физических процессов, задавая любые граничные условия и воздействия на них в тех или иных условиях;
- создавать или изменять уже существующую геометрию.

Решения ANSYS охватывают практически все сегменты инженерной отрасли: от тяжёлого машиностроения, оборонной промышленности и аэрокосмической техники до микроэлектроники, медицины и симуляторов для тестирования ПО.

SolidWorks – это система, позволяющая осуществлять автоматизированное проектирование, подготовку производства различных изделий и детальный инженерный анализ.

Преимущества программы:

- с помощью программы можно проектировать детали, сборки и изделия с учётом специфики их последующего изготовления;
- экспресс-анализ каждого элемента конструкции позволит исключить все ошибки на этапе планирования;
- программа поможет быстро оформить чертежи;
- мощная вычислительная база.

Недостатки программы:

- высокая энергопотребляемость ресурсов компьютера;

- отсутствуют российские библиотеки файлов;
- возможности оформления чертежей плохо развиты (проблемы со шрифтами и нормконтролем).

APM – отечественная CAE-система автоматизированного расчёта и проектирования конструкций. Предназначена для решения задач статической и динамической прочности, устойчивости, собственных и вынужденных частот колебаний, расчёта усталостной прочности, задач течения жидкостей и газов, расчёта электромагнитных полей и электрических цепей, а также проектирования и расчёта деталей машин, в том числе механических передач, расчёта конструкций из композиционных материалов.

Некоторые программные продукты APM для расчёта:

APM WinMachine – многофункциональный программный комплекс для проектирования и расчёта механического оборудования и конструкций в области машиностроения. Позволяет решать такие задачи, как анализ напряжённо-деформированного состояния, устойчивости, вынужденных колебаний, трещиностойкости, усталости, расчёт композитов и другие.

APM Civil Engineering – специализированное программное обеспечение для решения инженерно-строительных задач. Обладает широкими функциональными возможностями для создания моделей конструкций, выполнения необходимых расчётов и визуализации полученных результатов.

Вывод

Исходя из результатов проведённого анализа, наилучшим решением для моделирования 3D объектов с учётом их характеристик и параметров будет использование программы PowerShape для моделирования самих объектов, программу PowerMILL для обработки готовых моделей на предмет ошибок и недочётов, а также Rocky DEM для финального тестирования моделей в 3D среде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аббасов, И. Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3ds MAX / И. Б. Аббасов. – М.: ДМК, 2012. – 176 с.
2. Ганеев, Р. М. 3D-моделирование персонажей в Maya : учебное пособие для вузов / Р. М. Ганеев. – М.: ГЛИТ, 2012. – 284 с.
3. Зеньковский, В. 3D-моделирование на базе Vue xStream : учебное пособие / В. Зеньковский. – М. : Форум, 2011. – 384 с.

4. Черноволов, В. А. Расчет параметров дозирующего устройства распределителя минеральных удобрений для работы в системе координатного земледелия / В. А. Черноволов, В. А. Луханин, А. Б. Локтев // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – 2013. – № 5. – С. 200-207.
5. Климачева, Т. Н. AutoCAD. Техническое черчение и 3D-моделирование / Т. Н. Климачева. – СПб.: BHV, 2008. – 912 с.
6. Пекарев, Л. Архитектурное моделирование в 3ds Max / Л. Пекарев. – СПб.: BHV, 2007. – 256 с.
7. Петелин, А. Ю. 3D-моделирование в Google Sketch Up – от простого к сложному. Самоучитель / А. Ю. Петелин. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 344 с.
8. Патент на полезную модель № 47335 U1 Российская Федерация, МПК В65D 88/02. Резервуар для жидкостей : № 2005103727/22 : заявл. 14.02.2005 : опубл. 27.08.2005 / В. П. Коваленко, А. В. Литовченко, Е. А. Улюкина, С. С. Гусев.
9. Гусев, С. С. Восстановление качества отработанных нефтяных масел с помощью ПГС-полимеров на сельскохозяйственных предприятиях : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Гусев Сергей Сергеевич. – Москва, 2006. – 174 с.
10. Гусев, С. С. Регенерация отработанных моторных и гидравлических масел при эксплуатации автотранспортной и сельскохозяйственной техники / С. С. Гусев, В. Н. Боярский / Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2009. – № 2 (33). – С. 76-78.

Об авторах:

Соловьёв Михаил Андреевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), mix.sol@mail.ru.

Научный руководитель – Гусев Сергей Сергеевич, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, gusev.s@rgau-msha.ru.

About the authors:

Mikhail A. Solovyov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), mix.sol@mail.ru.

Scientific advisor – Sergey S. Gusev, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), gusev.s@rgau-msha.ru.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ ШНЕКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

М. А. Соловьёв

Научный руководитель – В. А. Крючков

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье проведен патентный обзор существующих конструктивных исполнений шнекового рабочего органа для обработки почвы в условиях каменистых включений. На основании полученной информации обоснованы параметры конструкции шнекового рабочего органа.

Ключевые слова: сельское хозяйство, шнековые орудия, почвообрабатывающие машины.

JUSTIFICATION OF THE DESIGN PARAMETERS OF THE AUGER WORKING BODY FOR SOIL CULTIVATION

M. A. Solovyov

Scientific advisor – V. A. Kryuchkov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article presents a patent review of existing design versions of a screw working element for soil cultivation in conditions of stony inclusions. Based on the information obtained, the design parameters of the screw working element are substantiated.

Keywords: agriculture, screw implements, tillage machines.

Введение

В республике Индия идет активное освоение горных и предгорных районов под сельское хозяйство. Из-за особенности состава почвы, а именно: наличие в почве каменистых включений горных пород, для осуществления обработки и возделывания сельскохозяйственных культур необходимо использование дорогой специализированной техники, что в условиях частных сельскохозяйственных угодий республики Индия трудно реализуемо [1].

Техника для обработки почвы с каменистыми включениями используется в основном при больших площадях сельскохозяйственных

угодий, что в условиях освоения предгорных районов малыми сельскими хозяйствами, не является экономически выгодным.

Для этого необходимо использование компактного малогабаритного транспортно-технологического средства с модернизированным шнековым рабочим органом для обработки такой почвы. Для эксплуатации в тяжелых условиях повышенных каменистых включений в почву, шнековый рабочий орган должен удовлетворять прочностным характеристикам. В связи с чем, необходимо привести обоснование параметров конструкции шнекового рабочего органа для обработки почвы.

Цель исследования – провести патентный анализ для обоснования параметров шнекового рабочего органа, обосновать параметры конструкции шнекового рабочего органа для обработки почвы.

Материал и методика исследования

Использован теоретический метод исследования, основанный на сборе и анализе патентов и полезных моделей.

Результаты исследований

Обоснование параметров конструкции шнекового рабочего органа обусловлено необходимостью модернизации базовой конструкции шнека для эксплуатации в экстремальных условиях обработки почвы.

Шнековый рабочий орган должен обладать следующими качествами:

- повышенная прочность на изгиб и кручение;
- повышенная износостойкость;
- долговечность;
- виброустойчивость к колебаниям при работе.

В ходе анализа конструкций были проанализированы основные производители сельскохозяйственной техники, запросы потенциальных потребителей и, учитывая требуемые характеристики оборудования, были подобраны патенты, рекомендованные для обоснования параметров шнекового рабочего органа [2, 3].

В патенте (RU 2710760 С1) «Износостойкая метастабильная аустенитная сталь» предлагается использовать в шнековых рабочих органах сплав с повышенным содержанием отдельных элементов. Предлагаемый материал обладает повышенными прочностными характеристиками, в сравнении с существующими аналогами. Шнеки, изготовленные из предлагаемого сплава, отличаются повышенными показателями износостойкости и виброустойчивости.

В патенте (RU 2782903 C1) «Способ плазменного напыления покрытий на рабочие поверхности шнека». Технология относится к области газотермического напыления, а именно к способам плазменного напыления покрытий на сложнопрофильные поверхности деталей машин. При использовании такой технологии на поверхностях деталей образуется композитное покрытие с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Использование подобной обработки на шнековых орудиях может приблизить их характеристики к требуемым.

В патенте (RU 2777060 C1) «Станок для изготовления спиралей шнека» (рисунок 1). Подобный станок отличается повышенной точностью изготовления и более качественным результатом в ходе его эксплуатации. Применение станка позволит изготавливать спирали шнека с требуемыми характеристиками для решения задачи рыхления почв с высоким содержанием скальных пород.

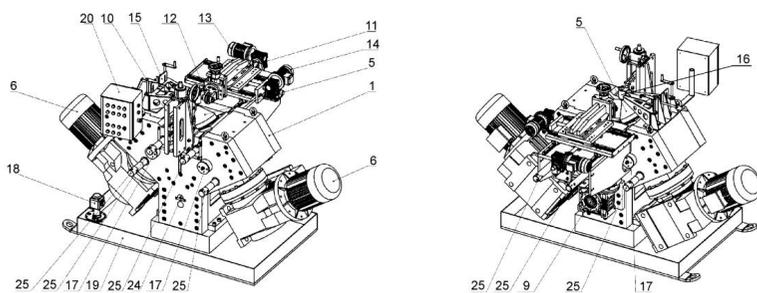


Рисунок 1 – Общий вид станка

В статьях [4, 5] приводится математическое описание процесса перемещения частиц материала по шнеку, позволяя определить необходимые параметры для улучшения отвода материала при работе в почве. Также полезным является патент (SU 381742 A1) «Устройство для очистки шнеков» (рисунок 2). Данное изобретение позволит оптимизировать процесс технического обслуживания рабочего.

В патентах: «Буровой шнек» (RU 69555 U1) и «Рабочий орган машины шнекового горизонтального бурения» (RU 207323 U1). В горных работах неоднократно применяются шнековые орудия. И хотя принцип их конструкции несколько отличается от необходимого, некоторые элементы (муфта, хвостовик, палец, наконечник и др.), которые применяются в конструкции шнеков, предназначенных для бурения горных пород, могут быть использованы для модернизации шнековых

орудий, которые могли бы рыхлить почву с высоким содержанием скальных пород.

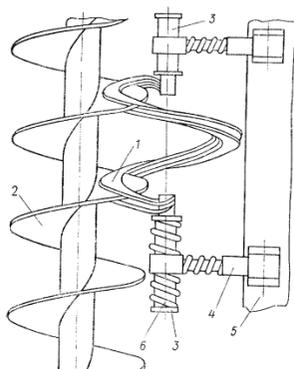


Рисунок 2 – Схема предполагаемого изобретения

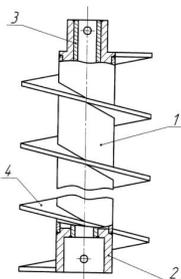


Рисунок 3 – Схема Бурового шнека

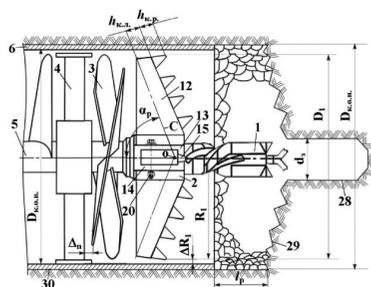


Рисунок 4 – Схема рабочего органа машины горного бурения

В заявке на патент на полезную модель под номером 201020514808.9 раскрыта многофункциональная машина ротационного шлифовального типа для глубокой вспашки.

В международной заявке на патент под номером 201020514808.9 представлена многофункциональная машина для глубокой вспашки почвы. Конструкция шнекового орудия полезной модели состоит из спирального лезвия (62), установленного в нижней части и поперечно-режущего лезвия (63) в верхней части и предназначена для извлечения сорняков из почвы (рисунок 5).

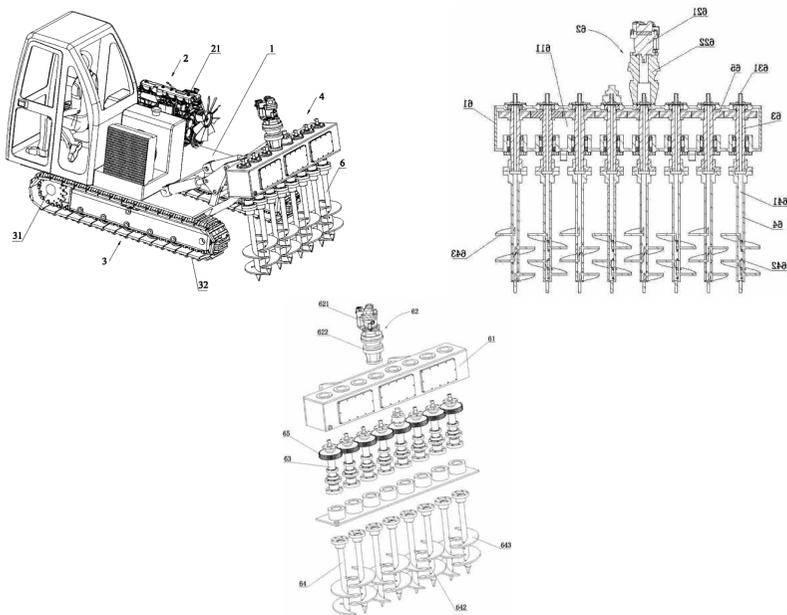


Рисунок 5 – Схема устройства спирального рыхлителя

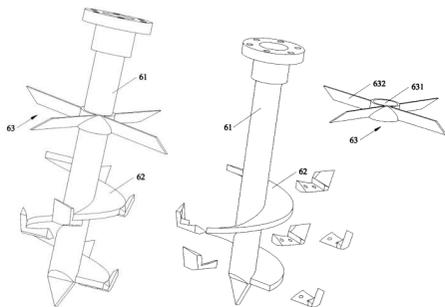


Рисунок 6 – Схема поперечно-режущего лезвия шнекового орудия в собранном и разобранном виде

В патенте 201520131084.2 предложена модернизация устройства из патента 201020514808.9, а именно поперечно-режущее лезвие, которое снабжено зубцами, улучшающими общую эффективность вспашки почвы и извлечение сорняков. Над спиральным лезвием расположено поперечно-режущее, соединенное с основным стержнем втулкой, упрощая рыхление почвы и срез корневой системы, упрощая извлечение из неё сорняков. Также полезность модели заключается в измененной системе трансмиссии, которая заменяет обычную

механическую трансмиссию на модифицированную. Она включает в себя силовую установку, состоящую из генератора и электродвигателя, установленных на раму основной конструкции и соединённых между собой. Энергия, вырабатываемая генератором, передаётся через электронную систему управления и электродвигатель, что по сравнению с существующей механической конструкцией, существенно повысило прочность системы и её износостойкость, что в свою очередь также увеличивает срок службы трактора, на которую она установлена [6, 7].

Вывод

В результате проведенного анализа конструктивных особенностей шнековых рабочих органов, оборудования для создания, упрочнения и обслуживания, предложены рекомендации по необходимым параметрам конструкции, а именно:

1. Изготовление шнеков из износостойкой метастабильной аустенитной стали, описанной в патенте RU 2710760 С1. Предлагаемый материал будет обладать повышенными прочностными характеристиками, в сравнении с традиционными материалами, используемыми в изготовлении шнеков.

2. Изготовление спирали шнекового рабочего органа на станках холодной прокатки, описанных в патенте RU 2777060 С1. Предлагаемый станок позволит произвести шнековый рабочий орган с требуемыми характеристиками.

3. Упрочнение стрелы и спиралей шнеков с помощью плазменного напыления, описанного в патенте RU 2782903 С1, упрочняя внешний слой шнеков для повышения износостойкости.

4. Использование элементов конструкции буровых шнеков вертикальной ориентации – наконечника, муфты, спирали. Описанные в патентах RU 69555 U1 и RU 207323 U1 устройства для бурения каменистых природных материалов использованы в корректировке формы и материала для витков шнеков.

5. Использование очищающих устройств для продления срока эксплуатации шнековых орудий, описанных в патенте SU 381742 А1.

Результаты исследования получены при финансовой поддержке Российской Федерации в лице Министерства науки и высшего образования РФ, выданной в форме гранта на выполнение совместно с иностранными организациями научных исследований. Соглашение № 075-15-2023-467 от 24 апреля 2023 г.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лебедев, А. Т. Совершенствования методов оперативного управления надежностью технических систем в АПК / А. Т. Лебедев, А. А. Серегин, А. Г. Арженковский // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 1. – С. 71-76.
2. Роботизированное транспортное средство с минимальным воздействием на окружающую среду / Р. С. Федоткин, Н. И. Дегтярев, К. С. Дмитриев, А. С. Овчаренко // Экология промышленного производства. – 2021. – № 4 (116). – С. 59-63.
3. О разработке двухзвенного малогабаритного роботизированного транспортно-технологического средства / А. Ю. Измайлов, А. С. Дорохов, Р. С. Федоткин [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2020. – № 1(34). – С. 4-14.
4. Беленко, Д. С. Факторы, влияющие на скорость перемещения материала по шнеку / Д. С. Беленко, А. Б. Мишин // Colloquium-Journal. – 2020. – № 33-1 (85). – С. 67-69.
5. Кинематический анализ и обоснование параметров спирально-винтового рабочего органа почвообрабатывающей машины / Л. М. Нуриев, Ф. Ф. Яруллин, С. М. Яхин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 2 (58). – С. 114-119.
6. Назаров, И. В. Мембранный пресс для отжима виноградной мезги / И. В. Назаров, Н. Н. Белоусова, Т. Н. Толстоухова // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 3. – С. 36-41. – DOI 10.34286/1995-4646-2019-66-3-36-41.
7. Назаров, И. В. Конструктивное решение ножа для волчков / И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова // Современная техника и технологии. – 2015. – № 12 (52). – С. 130-131.

Об авторах:

Соловьёв Михаил Андреевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), mix.sol@mail.ru.

Научный руководитель – Крючков Виталий Алексеевич, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, v.kryuchkov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Mikhail A. Solovyov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), mix.sol@mail.ru.

Scientific advisor – Vitaly A. Kryuchkov, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), v.kryuchkov@rgau-msha.ru.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА НА ТОПЛИВНЫЕ ЦЕЛИ МЭС

М. А. Стебунова

Научный руководитель – С. Н. Девянин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрена возможность использования отходов зерновых культур на топливные цели при утилизации отходов сельскохозяйственного производства, предложена возможность их использования с примером расчета зерновых культур, на основе данных хозяйства ООО «Богородицкий альянс».

Ключевые слова: отходы, растениеводство, биотопливо, утилизация отходов, сельское хозяйство.

UTILIZATION OF CROP WASTES FOR FUEL PURPOSES OF MOBILE ENERGY VEHICLES

M. A. Stebunova

Scientific advisor – S. N. Devyanin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article considers the possibility of using waste grain crops for fuel purposes in the utilization of waste from agricultural production, the possibility of their use is proposed with an example of calculation of grain crops, based on the data of the farm «Bogoroditsky Alliance» Ltd.

Keywords: waste, crop production, biofuel, waste utilization, agriculture.

Утилизация отходов является актуальной проблемой современного общества в различных отраслях, эта проблема затрагивает бытовые, промышленные и сельскохозяйственные отходы. Сельскохозяйственные отходы имеют высокий потенциал для эффективной утилизации и могут быть использованы в различных сферах производства. Например, отходы растениеводства, отходы переработки некоторых овощных культур могут быть использованы в нефтедобывающей промышленности. Исследования показали, что добавление этих отходов в нефтеносные пласты способствует увеличению объема нефтедобычи

путем увеличения вымывающих свойств воды и сокращения объема необходимой для нефтедобычи воды [1, 2].

Отходы производства сельскохозяйственной отрасли также могут иметь применение в самой отрасли, например, в качестве гумуса, комбикорма, биотоплива, биоадсорбентов. В работе [3] приводится анализ использования соломы зерновых по Ставропольскому краю, где отмечается, что при ежегодном получении 5,5...6,0 млн т соломы зерновых 1,2...1,3 млн т (20,0...23,6 %) используется на корм скоту и подстилку, 30 тыс. т (менее 1 %) реализуется населению и используется для других хозяйственных нужд, 800 тыс. т (около 14 %) используется для удобрения почвы, а более 3,5 млн т (более 60 %) не имеет целенаправленного применения.

Применение соломы в странах с развитым сельскохозяйственным производством находится на уровне около 50 % (например, в США – 53 % и в Германии 45%) [4]. И даже при таком уровне использования соломы для удобрения почвы остается около 25 % незадействованной соломы.

Гумус – это большой комплекс веществ, который образуется при разложении органических остатков в почве. Процент гумуса в почве небольшой: в среднем, от 1 % до 10 %. Основная масса гумуса находится в верхних слоях. Посевная территория с почвой чернозем имеет высокогумусный запас, составляющий от 6 % до 10 % [5].

Одним из возможных способов переработки некоторых зерновых отходов является их использование в качестве удобрений, поскольку внесение в почву служит наиболее ценным энергетическим и питательным материалом для почвенной биоты.

По результату лабораторных исследований показано, что большинство отходов зерноперерабатывающих предприятий имеет оптимальное для разложения в почве соотношение углерода к азоту (18,05...24,65), что сравнимо с соотношением данного показателя в подстилочном навозе.

Проведенные агрохимические исследования показывают, что в зерноотходах массовая доля азота варьирует в пределах 1,90...2,64 %, что в два раза выше, чем в соломе (0,49...1,0 %), и сравнима с содержанием азота в подстилочном навозе. Массовая доля общего фосфора в зерноотходах выше, чем в соломе и составляет 0,82...1,38 % [6].

Эксперименты показали, что добавление отходов производства в органические удобрения значительно увеличивает урожайность

овощных культур. Однако многие отходы все еще используются нерационально или совсем не используются.

Зерновые отходы образуются в результате очистки, сушки, хранения и переработки зерна. Для злаковых объем зерновых отходов составляет до 75 % массы сырья [7].

Рекомендовано зерновой материал, полученный в результате первичной очистки, в котором содержится от 70 до 85 процентов продовольственного зерна и зерен других культур, соответствующих стандартам зерновой массы, использовать для производства комбикорма, этанола.

В статье для примера расчета используем зерновые культуры. Зерновые отходы, как показано на рисунке 1, составляют около 70 % и 30 % зерна. Т.е. количество отходов в 2,3 раза больше, чем намолоченного зерна.

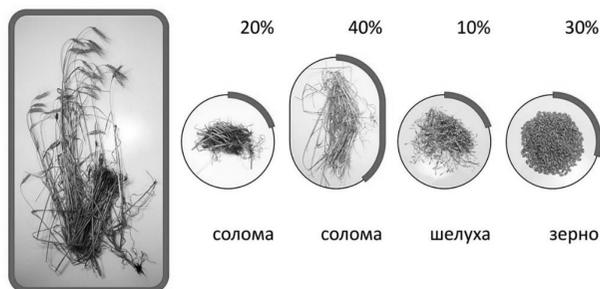


Рисунок 1 – Зерновые отходы

По данным, представленным в новостном источнике, в посевную площадь всего Богородицкого района входит 31 тыс. гектар. С этой площади намолочено 133 тыс. тонн зерновых. В соответствии с полученным урожаем зерновых и долей образуемых отходов, указанных ранее, количество отходов составит 311 тыс. тонн.

Применительно к хозяйству ООО «Богородицкий альянс», посевная площадь которого составляет 8,5 тысяч гектар, из них пять тысяч гектар выделено для посева зерновых [8]. С пяти тысяч гектар ООО «Богородицкий альянс» намолоченного зерна 21574 тонны и по аналогии с предыдущим расчетом получено отходов – 50 тыс. тонн. По нормативам расход топлива тракторов составляет 28...30 л/га, комбайнов – 32 л/га. В среднем одна единица техники обрабатывает от 20 до 30 га в день. Ежедневно на технику списывается от 140 000 до 200 000

литров дизтоплива [9, 11, 12]. На заводах из 1 т биомассы получают до 200 л этилового спирта [10].

Теоретически, чтобы получить, например, из отходов – спирт на топливные цели, будет составлять примерно 10 миллионов литров. Полученного спирта, хватит на обработку 335 тыс. гектар, при расчете, расход топлива принят 30 л/га. Таким образом, из получаемого топлива из соломы с 5 тыс. га может быть обработана в 67 раз большая площадь или для обработки площади, выделенной для посева зерновых в ООО «Богородицкий альянс» достаточно около 2 % получаемой соломы или десятая часть от неиспользуемой соломы.

В заключении можно отметить следующее:

- количество получаемых отходов при производстве зерновых культур достаточно, как для поддержания плодородия почвы (до 50 %), для использования на корм скоту и подстилку (до 24 %) и для других хозяйственных нужд (до 1 %);
- анализ распределения соломы на различные цели сельскохозяйственного предприятия показал большую долю (более 25 %) незадействованной соломы, которая может быть использована для решения других задач, в том числе и на топливные цели;
- для обработки площади пашни, занимаемой зерновыми культурами достаточно использовать десятую часть незадействованной соломы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Елисеев, М. С. Использование отходов переработки сельскохозяйственной продукции для производства твердого биотоплива / М. С. Елисеев, И. И. Елисеев, Д. А. Рыбалкин // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 1. – С. 49-50.
2. Исследование технологических свойств растительных отходов как альтернативного экологического топлива / Л. И. Калашникова, А. А. Овчинникова, А. В. Александрова, А. А. Калашникова // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – № 4 (18). – С. 32-34.
3. Особенности применения систем удобрений под сельскохозяйственные культуры в Ставропольском крае / В. Г. Сычев, А. Н. Есаулко, В. В. Агеев и др. // Вестник АПК Ставрополя. – Спецвыпуск № 2. – 2015. – С. 53-66.
4. Рекомендации по использованию соломы на удобрение в Ставропольском крае [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.stavagroland.ru/wp-content/uploads/2017/08/recom-using-straw-for-fertilizer-in-stavropol.pdf>.
5. ASM-AGRO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asm-agro.ru/articles/zachem-povyshat-zapasy-gumusa-v-pochve>.

6. АГРОС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agros.com/ispolzovanie-zernovyh-otvodov-i-pobochnyh-produktov-obrabotki-zerna>.

7. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556173713>.

8. Богородицкие вести [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bogoroditskievesti.ru/n734695.html>.

9. Technoton [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.technoton.by/proekti/kontrol_raskhoda_topliva_selskohozyajstvennoj_tekhnikoj.

10. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидролизный_спирт.

11. Повышение эффективности сжигания жидкого топлива в сельскохозяйственных установках / Н. В. Ксенз, Н. С. Вороной, Т. Н. Толстоухова, Р. И. Штанько // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1997. – № 7. – С. 26-27.

12. Вороной, Н. С. Исследование влияния электроактивированного воздуха на интенсификацию процессов горения жидкого топлива / Н. С. Вороной, Н. В. Ксенз, Т. Н. Толстоухова // Механизация и электрификация производственных процессов в животноводстве : Сборник научных трудов/ВНИПТИМЭСХ / Российская академия сельскохозяйственных наук; Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ВНИПТИМЭСХ). – Зерноград : Печатно-множительная группа Всероссийского научно-исследовательского и проектно-технологического института механизации и электрификации сельского хозяйства, 1996. – С. 131-136.

Об авторах:

Стебунова Марина Александровна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

Научный руководитель – Девянин Сергей Николаевич, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, s.devyanin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Marina A. Stebunova, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Sergey N. Devyanin, professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), s.devyanin@rgau-msha.ru.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

К. С. Сухомлинов

Научный руководитель – Г. Е. Митягин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются возможности использования технологий дополненной реальности (AR) для улучшения технического обслуживания и ремонта автомобилей. Анализируются преимущества применения AR, в том числе сокращение времени ремонта, повышение точности и улучшение подготовки квалифицированных работников. Особое внимание уделено практическому использованию AR при диагностике и сборке агрегатов, а также основным проблемам при внедрении этой технологии. Рассматриваются перспективы развития AR в транспортной отрасли, подчеркивается потенциал повышения эффективности процессов и безопасности. В заключении представлены выводы о важности и потенциале AR для улучшения технического обслуживания и ремонта автомобилей. **Ключевые слова:** технологии AR, дополненная реальность, эффективность ремонта, инновации в обслуживании, обучение персонала.

IMPROVING VEHICLE MAINTENANCE AND REPAIR USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES

K. S. Sukhomlinov

Scientific advisor – G. E. Mityagin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article discusses the possibilities of using augmented reality (AR) technologies to improve car maintenance and repair. The advantages of using AR are analyzed, including reducing repair time, improving accuracy and improving the training of qualified workers. Special attention is paid to the practical use of AR in the diagnosis and assembly of aggregates, as well as the main problems in the implementation of this technology. The prospects for the development of AR in the transport industry are considered, and the potential for improving process efficiency and safety is emphasized. In conclusion, conclusions are presented on the importance and potential of AR for improving car maintenance and repair.

Keywords: AR technologies, augmented reality, repair efficiency, innovations in maintenance, staff training.

Современные тенденции развития транспортной отрасли требуют внедрения новых технологий, которые помогают повысить эффективность, безопасность и точность технического обслуживания и ремонта автомобилей (ТОиР). Одной из таких технологий является дополненная реальность (AR), которая позволяет отображать инструкции и информацию о компонентах автомобиля в режиме реального времени, упрощая процесс диагностики и ремонта.

Традиционные методы технического обслуживания требуют много времени и сил. Дополненная реальность позволяет сократить время, необходимое для диагностики и ремонта, благодаря отображению подробных инструкций непосредственно на компонентах автомобиля. Это снижает вероятность ошибок и улучшает взаимодействие между техническими специалистами и устройствами. В данном исследовании рассматриваются перспективы использования AR-технологий для улучшения процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей [4].

Дополненная реальность – это технология, которая добавляет цифровые элементы в реальный мир: текстовую информацию, изображения, анимацию и другие визуальные подсказки. AR можно использовать с помощью мобильных устройств, планшетов и специальных очков, таких как Microsoft HoloLens, Google Glass и другие. В контексте технического обслуживания автомобилей эта технология может быть интегрирована с диагностическими системами для визуализации процессов в режиме реального времени. Наглядный пример применения технологии AR приведен на рисунке 1.

Технологии AR улучшают не только обучение специалистов, сокращая время на освоение новых навыков, но и повышают точность диагностики с возможностью сопоставления данных в реальном времени.

Обслуживание автомобилей требует от сотрудников высокого уровня знаний, особенно когда речь идет о современных транспортных средствах со сложной электроникой. AR может предоставить механикам контекстные инструкции прямо на месте установки или ремонта, сокращая необходимость обращаться к технической документации или электронным руководствам. Например, техник может увидеть 3D-модель компонента двигателя с указанием операций, которые необходимо выполнить на каждом этапе ремонта.



Рисунок 1 – Пример визуализации технологии дополненной реальности для ТОиР автомобилей

Использование дополненной реальности в процессе технического обслуживания и ремонта автомобилей имеет множество преимуществ: интерактивные AR-инструкции могут значительно сократить время, необходимое для диагностики и устранения неисправностей, благодаря визуальным подсказкам и точной информации о состоянии автомобиля, а также может позволить сократить затраты, уменьшая время простоя машин и оптимизируя трудозатраты, это позволяет значительно сэкономить на техническом обслуживании и ремонте.

Несмотря на значительные преимущества, существуют определённые вызовы, связанные с внедрением технологий AR в техническое обслуживание транспортных средств. К ним можно отнести стоимость внедрения технологий и необходимость обучения персонала. Разработка и интеграция AR-решений требует значительных инвестиций на начальном этапе, что может быть препятствием для небольших предприятий, а специалисты, в свою очередь, должны пройти обучение для эффективного использования AR-систем, что также требует времени и ресурсов.

Развитие дополненной реальности в техническом обслуживании транспортных средств находится на этапе активного роста. Ожидается, что дальнейшее совершенствование технологий и снижение стоимости оборудования сделают AR более доступной для широкого применения в транспортной индустрии. В будущем можно ожидать, что AR станет

неотъемлемой частью диагностического оборудования и процессов ремонта.

Технологии дополненной реальности открывают новые возможности для улучшения процессов технического обслуживания и ремонта транспортных средств. Они не только сокращают время на выполнение операций, но и повышают их точность, снижая риск ошибок. Несмотря на существующие вызовы, дальнейшее развитие и интеграция AR в автомобильную промышленность имеет потенциал для значительного повышения эффективности и безопасности работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пучин, Е. А. Средства технологического оснащения в системе технического сервиса АПК / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. М. Корнеев. – М. : ООО «Издательство «Триада», 2004. – 99 с. – ISBN 5-9546-0003-1.
2. Дидманидзе, О. Н. Тенденции и пути развития современных электромобилей / О. Н. Дидманидзе, Е. А. Пучин, С. А. Иванов. – М. : Триада, 2006. – 64 с. – ISBN 5-9546-0035-X.
3. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.
4. Wang, F. Application of Augmented Reality in Equipment Maintenance and Fault Diagnosis / F. Wang, H. Xu, J. Liu // International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2020.
5. Пуляев, Н. Н. Методика создания цифровых двойников трактора на основе имитационных моделей / Н. Н. Пуляев, А. С. Павлов, А. В. Куриленко // Чтения академика В. Н. Болтинского, Москва, 25-26 января 2023 года. Том 2. – М. : ООО «Сам полиграфист», 2023. – С. 50-55.
6. К определению энергетических показателей тракторов в эксплуатационных условиях на переходном режиме / Н. В. Щетинин, Д. В. Казаков, А. Г. Арженовский, Д. О. Мальцев // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе : Сборник научных трудов по материалам IV Российской научно-практической конференции, Ставрополь, 24-26 апреля 2007 года. – Ставрополь : Издательство «АГРУС», 2007. – С. 194-197.
7. Глобин, А. Н. Инженерное творчество : Учебное пособие / А. Н. Глобин, Т. Н. Толстоухова, А. И. Удовкин. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 108 с.
8. Methodology for Assessing the Efficiency of Measures for the Operational Management of the Technical Systems' Reliability / A. T. Lebedev, A. G. Arzhenovskiy, Ye. A. Chayka [et al.] // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021» : Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24-26 февраля 2021 года. Vol. 246. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 13-20. – DOI 10.1007/978-3-030-81619-3_2.

9. Сайфуллина, Э. М. Повышение эффективности внесения органических удобрений при использовании интеллектуальной сельскохозяйственной техники / Э. М. Сайфуллина, Н. Н. Пуляев // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2022. – С. 306-310.

10. Луханин, В. А. Оптимизация параметров аппарата для поверхностного распределения минеральных удобрений при традиционном вращении дисков / В. А. Луханин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 76. – С. 463-472.

11. Арженовский, А. Г. Определение энергетических и топливно-экономических показателей тракторного двигателя / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 7. – С. 25-26.

Об авторах:

Сухомлинов Константин Сергеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), ksuhomlinov@inbox.ru.

Научный руководитель – Митягин Григорий Евгеньевич, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, mityagin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Konstantin S. Sukhomlinov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), ksuhomlinov@inbox.ru.

Scientific advisor – Grigory E. Mityagin, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), mityagin@rgau-msha.ru.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ РАДИАТОРОВ ДВС ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Е. С. Сытьков, Н. В. Серов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассмотрены устройство радиатора ДВС, причины возникновения утечек жидкостей и газов в радиаторах двигателей внутреннего сгорания тракторов и автомобилей, какие методы диагностики позволяют выявить повреждения, и, как следствие, потерю герметичности радиатора. А также предложен способ восстановления герметичности радиатора и оборудование.*

***Ключевые слова.** восстановление, герметичность, радиатор, тракторы, автомобили, двигатель внутреннего сгорания, ремонт.*

RESTORING THE SEALING INTEGRITY OF ENGINE RADIATORS IN TRACTORS AND AUTOMOBILES

Ye. S. Sytkov, N. V. Serov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** This examines the structure of internal combustion engine (ICE) radiators, factors causing leakage in radiators of tractor and automobile engines, and diagnostic methods used to detect damage, which consequently leads to a loss of radiator sealing integrity. Additionally, it presents methods for restoring radiator sealing integrity and the equipment required for radiator repair.*

***Keywords:** restoration, sealing, radiator, tractors, automobiles, internal combustion engine, repair.*

В условиях текущей ситуации в стране и мире, а именно введенные экономические санкции по отношению к России, а также рост стоимости и времени поставки импортных комплектующих, перед отечественными ремонтными предприятиями стоит задача обеспечить надежность и долговечность работы техники при минимальных затратах времени и ресурсов. На фоне необходимости импортозамещения возрастает интерес к отечественным материалам и оборудованию, способным обеспечить высокое качество и минимальные сроки ремонта радиаторов, что также снижает финансовую нагрузку на предприятия

сельскохозяйственной и транспортной отраслей. Также возникает вопрос о подготовке необходимых кадров способных качественно, а главное с наименьшими затратами по времени произвести ремонт техники. Радиаторы, применяемые в двигателях внутреннего сгорания, тракторов и автомобилей – являются критически важными элементами, предназначенными для различных систем охлаждения, от исправности которых напрямую зависит стабильность и долговечность работы двигателей. Однако с учетом ограниченного доступа к импортным запасным частям, особенно качественным радиаторам и их комплектующим, возникает необходимость разработки и внедрения эффективных методов ремонта и восстановления герметичности ранее эксплуатированных. При нарушении герметичности радиатора происходят утечки охлаждающей жидкости или газов, что ведет к перегреву двигателя, снижению его ресурса и увеличению затрат на ремонт [1].

Одним из важных ключевых компонентов любого двигателя внутреннего сгорания является система радиаторов, которая обеспечивает охлаждение и поддерживает оптимальный температурный режим его работы [2-3]. В ДВС применяются следующие радиаторы:

- охлаждения;
- отопителя;
- интеркулер;
- кондиционера;
- масляный.

Ремонт радиаторов жидкостной системы охлаждения ДВС рассмотрен достаточно подробно, поэтому остановимся на интеркулерах применяемых в двигателях с принудительным нагнетанием воздуха в цилиндры (турбированные).

Интеркулер – это теплообменник, использующийся в двигателях с турбонаддувом или компрессором для охлаждения воздуха, который после прохождения интеркулера поступает в цилиндры двигателя (рисунок 1). Процесс охлаждения происходит следующим образом. Воздух, проходя, через турбокомпрессор сильно нагревается из-за сжатия, что снижает его плотность, что вследствие приводит к снижению эффективности сгорания топлива. Интеркулер, в свою очередь, охлаждает проходящий через него нагретый воздух, что повышает его плотность. Это позволяет увеличить мощность двигателя и улучшить процесс сгорания топливовоздушной смеси, подаваемой в цилиндры двигателя, за счет большего объема воздуха [4, 5].



Рисунок 1 – Интеркулер

Кратко опишем дефекты интеркулеров в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Дефекты интеркулеров

№ п/п	Дефект	Причина	Последствия	Повторяемость дефекта
1	Утечка воздуха	Повреждение корпуса или шлангов, износ прокладок	Потеря мощности двигателя, повышенный расход топлива	35 %
2	Забитые каналы	Накопление грязи, пыли, масла	Снижение эффективности охлаждения	30 %
3	Механические повреждения	Удары камней, повреждения от других деталей	Нарушение герметичности, утечка воздуха	15 %
4	Коррозия	Воздействие влаги, агрессивных сред	Ослабление конструкции, возможные утечки	10 %
5	Перегрев	Неисправность вентиляции, недостаточное охлаждение	Снижение плотности воздуха, потеря мощности	5 %
6	Деформация из-за высокого давления	Превышение допустимого давления в системе	Нарушение герметичности, риск разрыва	3 %
7	Масляные отложения внутри каналов	Протечки масла из турбокомпрессора	Снижение теплообмена, повышение температуры воздуха	2 %

Для ремонта таких дефектов как потеря герметичности применяют газодинамическое напыление, сварку, пайку трещин и пробоев, замену прокладок. Для очистки каналов используют химическую или ультразвуковую обработку для удаления загрязнений и масляных отложений. При антикоррозийной обработке могут применять также напыление защитного антикоррозионного покрытия [1]. Для выправления деформированных элементов применяют рихтовку.



Рисунок 2 – Технологический процесс восстановления герметичности интеркулера

Подводя итоги вышесказанного, в данной работе предлагается для восстановления герметичности интеркулера применять технологию запыления трещин и пробоев методом холодного газодинамического напыления металлических порошков [3]. Технология восстановления герметичности интеркулеров представлена на рисунке 2.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурак, П. И. Обзор исследований в области холодного газодинамического напыления / П. И. Бурак, А. В. Серов, Н. В. Серов // Труды ГОСНИТИ. – 2014. – Т. 114, № 1. – С. 169-174.
2. Ремонт радиаторов системы охлаждения двигателей сельскохозяйственной техники: метод холодного газодинамического напыления / Н. В. Серов, О. М. Мельников, С. П. Казанцев [и др.] // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 4. – С. 51-58. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-4-51-58.
3. Latypov, R. A. Repair of radiator leaks by cold spraying / R. A. Latypov, A. V. Serov, N. V. Serov // Journal of Physics: Conference Series, Yalta, 17–20 мая 2021 года. – Yalta, 2021. – P. 012042. – DOI 10.1088/1742-6596/1967/1/012042.

4. Арженовский, А. Г. Определение энергетических и топливно-экономических показателей тракторного двигателя / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 7. – С. 25-26.

5. Серов, А. В. Исследование возможности применения холодного газодинамического напыления при заделке отверстий радиаторов охлаждения / А. В. Серов, П. И. Бурак, Н. В. Серов // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 12. – С. 38-41.

6. Шимко, П. А. Повышение работоспособности подшипникового узла / П. А. Шимко, С. П. Псюкало, В. А. Луханин // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2017. – № 1. – С. 89-93.

Об авторах:

Сытьков Евгений Сергеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), sytkov-es@gmail.com.

Серов Никита Вячеславович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, n.serov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Yevgeniy S. Sytkov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), sytkov-es@gmail.com

Nikita V. Serov, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), n.serov@rgau-msha.ru.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТОМ ПОЛУПРИЦЕПА

И. С. Сытков

Научный руководитель – А. Ю. Фомин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассмотрены системы управления поворотом полуприцепов для повышения маневренности и безопасности. Анализируются механические, гидравлические и электрические системы, их преимущества и недостатки. Особое внимание уделено перспективам внедрения интеллектуальных технологий, адаптирующих управление колесами под дорожные условия.

Ключевые слова: маневренность, система, полуприцеп, безопасность, тягач, система, датчики, управление, поворот.

STEERING CONTROL SYSTEM FOR SEMI-TRAILER

I. S. Sytkov

Scientific advisor – A. Yu. Fomin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. This article examines steering control systems for semi-trailers to improve maneuverability and safety. Mechanical, hydraulic, and electric systems are analyzed, highlighting their advantages and disadvantages. Special attention is given to the potential implementation of intelligent technologies that adapt wheel control to road conditions.

Keywords: maneuverability, system, semi-trailer, safety, tractor, system, sensors, control, steering.

С увеличением объемов перевозок и распространением крупных грузовых транспортных средств возрастает необходимость повышения маневренности и управляемости прицепов и полуприцепов [1, 2]. Это особенно актуально в городской среде и на дорогах с плотным движением. Классические системы управления полуприцепами зачастую не способны обеспечить необходимую гибкость и устойчивость в поворотах, что приводит к увеличению радиуса поворота, износу шин и повышенному риску аварийных ситуаций [3]. Для решения этих задач используются различные приводы управления поворотом, такие как механические, гидравлические и электрические, каждый из которых

имеет свои преимущества и недостатки. Внедрение данных приводов позволяет улучшить управляемость, увеличить срок службы транспортных средств и сократить эксплуатационные расходы. Системы управления поворотом полуприцепа делятся на несколько видов в зависимости от привода и управления [4, 5].

Механический привод системы поворота состоит из различных видов поворотных осей, управление которыми осуществляется через тяговую связь между полуприцепом и тягачом. Эти приводы не требуют дополнительных источников энергии, проще по конструкции, менее подвержены поломкам по сравнению с электрическими или гидравлическими приводами, однако они имеют ограничения в управляемости (по углу поворота) и их сложнее интегрировать в автоматизированные системы управления.

Гидравлический привод системы поворота используют гидроцилиндры и насосы для управления поворотом колес полуприцепа. Эти приводы отличаются высокой мощностью, способностью изменять угол поворота в зависимости от внешних факторов, однако они требуют регулярного обслуживания, могут быть подвержены утечкам и потерям энергии и могут быть менее точными по сравнению с электрическими, что ограничивает их адаптивность и снижает эффективность при необходимости быстрого изменения угла поворота.

Электрические приводы системы поворота, как правило, более точны и адаптивны по сравнению с механическими и гидравлическими аналогами. В них используются электромоторы, которые управляются блоком электронного контроля. Это позволяет реализовать более сложные алгоритмы управления поворотом, например, в зависимости от скорости движения, угла поворота и дорожных условий. Для особенно тяжелых полуприцепов электрические приводы системы поворота могут оказаться недостаточно мощными по сравнению с гидравлическими, особенно при необходимости работы в экстремальных условиях (например, на крутых поворотах или склонах). Такой привод содержит большое количество электронных компонентов, что требует квалифицированного обслуживания и ремонта.

Эффективность систем управления поворотом полуприцепов зависит от различных факторов, включая угол поворота, маневренность, потребление энергии и устойчивость. Сравнительные испытания показали, что электрические системы более точны и управляемы, но могут быть более дорогостоящими и сложными в обслуживании. Гидравлический привод системы поворота показывает лучшие результаты при

работе с тяжелыми грузами, но уступают электрическим системам в точности.

Для анализа эффективности различных приводов систем управления поворота применяют моделирование и экспериментальные исследования [6-8]. Методики математического моделирования используют для оценки траекторий движения полуприцепа с учетом различных углов поворота и условий движения транспорта. Экспериментальные данные собираются с использованием сенсоров и системы сбора данных [8, 9].

В последние годы активно исследуются интеллектуальные системы управления поворотом, которые включают сенсоры, датчики положения и алгоритмы машинного обучения. Эти системы анализируют дорожные условия и адаптируют поведение колес в реальном времени, что повышает безопасность и снижает износ шин. Предполагается, что дальнейшее развитие технологий связи между автомобилями (Vehicle-to-Everything, V2X) также окажет значительное влияние на транспорт [10].

Заключение

В статье рассмотрены современные системы управления поворотом полуприцепов, их конструктивные особенности, преимущества и ограничения. Проведённый анализ показал, что механические, гидравлические и электрические системы управления поворотом обеспечивают различные уровни маневренности и управляемости, но каждая из них обладает определёнными недостатками, влияющими на эффективность эксплуатации. Также в статье уделено внимание перспективам внедрения интеллектуальных технологий на основе сенсоров и машинного обучения. Интеллектуальные системы управления позволяют адаптировать движение полуприцепа в реальном времени, повышая его устойчивость и снижая износ, что особенно актуально в условиях сложных дорожных ситуаций и городской среды. В дальнейшем внедрение таких систем в грузовой транспорт может способствовать значительному повышению безопасности, эффективности и экономичности перевозок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фомин, А. Ю. Выбор и обоснование методик обработки, оценка надёжности результатов экспериментов / А. Ю. Фомин, А. В. Лапаев, Э. Н. Халилов // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ

ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 19-21 апреля 2022 года. Часть 2. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 131-134.

2. Фомин, А. Ю. Метод оценки степени формирования навыков вождения / А. Ю. Фомин, В. Ф. Васильченков // Современные материалы, техника и технология : материалы 3-й Международной научно-практической конференции: В 3-х томах, Курск, 27 декабря 2013 года / Ответственный редактор: Горохов А. А. Том 3. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2013. – С. 241-243.

3. Зеркин, Д. Г. Совершенствование системы подготовки водителей транспортного средства / Д. Г. Зеркин, А. Ю. Фомин, В. В. Эйсмунт // Научные исследования и современное образование : сборник материалов X Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 13 марта 2020 года / ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»; Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова; Кыргызский экономический университет им. М. Рыскулбекова; ЦНС «Интерактив плюс». – Чебоксары : Общество с ограниченной ответственностью «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2020. – С. 44-49.

4. Патент № 2613132 С Российская Федерация, МПК В62D 13/04, В62D 5/00. Система управления поворотом транспортного средства : № 2015117108 : заявл. 05.05.2015 : опубл. 15.03.2017 / А. Ю. Фомин, В. Ф. Васильченков, С. А. Карпухин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище (военный институт) имени генерала армии В. Ф. Маргелова» Министерства обороны Российской Федерации, Российская Федерация, в лице которой выступает Министерство обороны Российской Федерации.

5. Научно-аналитический обзор технологий ресурсосбережения при эксплуатации технических средств в АПК / А. С. Апатенко, И. Н. Кравченко, Н. С. Севрюгина [и др.]. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2023. – 152 с. – ISBN 978-5-00207-449-5.

6. Фомин, А. Ю. Система управления устойчивостью полуприцепа / А. Ю. Фомин, А. С. Апатенко, Н. С. Севрюгина // Техника и оборудование для села. – 2022. – № 8(302). – С. 12-16. – DOI 10.33267/2072-9642-2022-8-12-16.

7. Фомин, А. Ю. Место и роль общей теории наземных транспортных средств в задачах проектирования автомобильной техники и подготовки научных и инженерных кадров / А. Ю. Фомин // Инновационные технологии в учебном процессе и производстве : Материалы межвузовской научно-практической конференции, Москва, 20–23 марта 2017 года. – М. : Государственный университет управления, 2017. – С. 157-163.

8. К определению энергетических показателей тракторов в эксплуатационных условиях на переходном режиме / Н. В. Щетинин, Д. В. Казаков, А. Г. Арженовский, Д. О. Мальцев // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе : Сборник научных трудов по материалам IV Российской научно-практической конференции, Ставрополь, 24-26 апреля 2007 года. – Ставрополь : Издательство «АГРУС», 2007. – С. 194-197.

9. Fomin, A. Ensuring the safety of animals and agricultural products by increasing the stability of the tractor semi-trailer / A. Fomin, A. Apatenko, N. Sevryugina // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 542. – P. 03009. – DOI 10.1051/e3sconf/202454203009.

10. Шимко, П. А. Повышение работоспособности подшипникового узла / П. А. Шимко, С. П. Псюкало, В. А. Луханин // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2017. – № 1. – С. 89-93. – EDN YPDSDV.

11. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.

12. Проактивное моделирование динамической сложности агротехноценозов / А. М. Башилов, В. А. Королев, А. Г. Арженковский [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 3(51). – С. 45-54.

Об авторах:

Сытьков Илья Сергеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), sytkov.ilya@gmail.com.

Научный руководитель – Фомин Александр Юрьевич, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, a.fomin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Ilya S. Sytkov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), sytkov.ilya@gmail.com.

Scientific advisor – Alexander Yu. Fomin, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), a.fomin@rgau-msha.ru.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

А. Ю. Сюсюков

Научный руководитель – А. С. Барчукова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Особенностью эксплуатации машин для внесения удобрений является повышенное количество стимуляторов коррозии в виде коррозионно-активных солей (нитратов, хлоридов, сульфатов, фосфатов). Рассмотрено влияние влажности минеральных удобрений на скорость коррозии. Приведена классификация минеральных удобрений по коррозионной активности.

Ключевые слова: минеральные удобрения, скорость коррозии, сталь, сельскохозяйственная техника, агрессивность.

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE RELIABILITY OF AGRICULTURAL MACHINERY

A. Yu. Syusyukov

Scientific advisor – A. S. Barchukova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. A feature of the operation of fertilizer machines is an increased amount of corrosion stimulants in the form of corrosive salts (nitrates, chlorides, sulfates, phosphates). The influence of moisture content of mineral fertilizers on the rate of corrosion is considered. The classification of mineral fertilizers by corrosion activity is given

Keywords: mineral fertilizers, corrosion rate, steel, agricultural machinery, aggressiveness.

Сельское хозяйство является одной из ведущих отраслей в экономике России. В настоящее время для повышения урожайности сельскохозяйственных культур в почву вносят минеральные удобрения или производят внекорневую обработку стимуляторами роста [1, 2].

Минеральные удобрения в свою очередь обладают коррозионной активностью, благодаря наличию коррозионно-активных солей (нитратов, хлоридов, сульфатов, фосфатов), хорошей гигроскопичностью, т.е. легко поглощают атмосферную влагу [3]. Частицы минеральных удобрений, вносимых в почву наряду с усвоением растениями,

оказывают отрицательное воздействие на металлические узлы и сопряжения машин, которое приводит к их разрушению и коррозии.

Коррозия – это процесс разрушения металлов при их химическом или электрохимическом взаимодействии с агрессивной окружающей средой, приводящей к снижению свободной энергии веществ, т.е. к получению более термодинамически устойчивых соединений, чем исходный металл [4].

Результаты экспериментов, проведенные исследователями [5] по изучению влияния влажности минеральных удобрений на механизм электрохимической коррозии марки стали Ст.5 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Коррозионная активность минеральных удобрений

№ п/п	Наименование удобрений	Влажность (%)	Потеря от коррозии стали марки Ст.5 ($г/м^2 \cdot год$)
1	Медный купорос	22...24	2200
2	Сульфат аммония	10...12	1530
3	Нитрофоска	14...16	1160
4	Аммиачная селитра	14...16	550
5	Суперфосфат	24...26	500
6	Сильвинит	10...12	451
7	Мочевина	10...11	401
8	Борат магния	28...30	290
9	Борнодатолит	28...30	230

С повышением влажности минеральных удобрений увеличивается степень их диссоциации и электрохимически активная площадь металла, находящегося в них. При этом происходит более интенсивная диффузия ионов железа от анодных участков, что ведет к увеличению скорости коррозии. При чрезмерном повышении влажности происходит некоторое замедление скорости коррозии вследствие уменьшения притока кислорода воздуха к поверхности металла. Для каждого вида минерального удобрения (в зависимости от его влагоемкости) существует максимум скорости коррозии [6-8].

Для всех удобрений, кроме медного купороса, зависимость скорости коррозии от влажности изображается кривыми линиями с максимумом, отвечающим определенному содержанию влаги. Положение максимума скорости коррозии зависит от капиллярной влагоемкости удобрений, от их воздушной проницаемости и ряда других свойств.

При попадании влаги в перечисленные выше удобрения, кроме сильвинита и мочевины, образуются соответствующие кислоты. Химическая активность кислот зависит от степени их диссоциации: чем эта степень выше, тем кислота химически активнее. Кислоты по их химической активности условно подразделяются на следующие группы:

- 1) сильные, наиболее активные в химическом отношении кислоты – соляная (HCl), серная (H₂SO₄), азотная (HNO₃);
- 2) средней силы – фосфорная (H₃PO₄), сернистая (H₂SO₃) и др;
- 3) слабые, химически малоактивные кислоты – уксусная (CH₃OH), борная (H₃BO₃), угольная (H₂CO₃) и др.

Последние места в ряду коррозионной активности занимают соли химически малоактивной борной кислоты борнодатолит и борат магния.

На основании данных таблицы 1, все минеральные удобрения можно подразделить на три группы: высокой (1), средней (2) и низкой (3) коррозионной активности (таблица 2).

Таблица 2 – Группы коррозионной активности

Группы		
1	2	3
Медный купорос Сульфат аммония Нитрофоска	Аммиачная селитра Суперфосфат Сильвинит	Мочевина Борат магния Борнодатолит

Таким образом, сельскохозяйственные машины, используемые для внесения минеральных удобрений в почву, подвержены электрохимической коррозии, разрушающие действие которой приводит к снижению надежности и долговечности техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барчукова, А. С. Влияние азотсодержащего удобрения на всхожесть семян томата / А. С. Барчукова, С. М. Ветрова // Актуальные вопросы современных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Курск, 31 марта 2023 года. Часть 1. – Курск : Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 16-20.
2. Роль минеральных удобрений в повышении урожайности картофеля / Ф. Б. Омаров, В. К. Сердеров, Б. К. Атамов, Д. В. Сердерова // Наука и образование состояние, проблемы, перспективы развития : материалы научной сессии профессорско-преподавательского состава Дагестанского государственного

педагогического университета, Махачкала, 29-30 мая 2018 года. – Махачкала : Дагестанский государственный педагогический университет, 2018. – С. 479-481.

3. Губашева, А. М. Противокоррозионная защита сельскохозяйственной техники для внесения минеральных удобрений / А. М. Губашева, Л. Г. Князева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3, № 8-2(19-2). – С. 116-124. – DOI 10.12737/15495.

4. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии / И. В. Семенова, А. В. Хорошилов, Г. М. Флорианович / Под ред. И. В. Семеновой. – М. : ФИЗМАТ-ЛИТ, 2002. – 336 с.

5. Износ деталей сельскохозяйственных машин / под ред. д-ра техн. наук проф. М. М. Севернева. – Ленинград : Колос. [Ленингр. отд-ние], 1972. – 288 с.

6. Патент № 2492616 С1 Российская Федерация, МПК А01С 17/00. Разбрасыватель минеральных удобрений : № 2012118727/13 : заявл. 04.05.2012 : опубл. 20.09.2013 / В. А. Черноволов, М. А. Таранов, В. А. Луханин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия» (ФГБОУ ВПО АЧГАА).

7. Псюкало, С. П. Восстановление плунжерных пар методом избирательного переноса / С. П. Псюкало, В. А. Луханин, А. Г. Сергиенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 3. – С. 20-22.

8. Шимко, П. А. Повышение работоспособности подшипникового узла / П. А. Шимко, С. П. Псюкало, В. А. Луханин // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2017. – № 1. – С. 89-93.

Об авторах:

Сюсюков Анатолий Юрьевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), a.yu.syusyukov@gmail.com.

Научный руководитель – Барчукова Алина Сергеевна, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), barchukova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Anatoly Yu. Syusyukov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), a.yu.syusyukov@gmail.com.

Scientific advisor – Alina S. Barchukova, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), barchukova@rgau-msha.ru.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОТЕРЬ ОТ БРАКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Г. Н. Темасова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассмотрены перспективы внедрения системы мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса. Также приведены требования к системе мониторинга потерь от брака и методология оценки потерь от брака.*

***Ключевые слова:** брак, потери от брака, статистические методы оценки качества, экспертные методы оценки качества, ABC-анализ.*

PROSPECTS FOR IMPLEMENTING A SYSTEM FOR MONITORING LOSSES FROM MALFUNCTIONS AT TECHNICAL SERVICE ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

G. N. Temasova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article considers the prospects for implementing a system for monitoring losses from defects at technical service enterprises in the agro-industrial complex. It also provides requirements for the system for monitoring losses from defects and a methodology for assessing losses from defects.*

***Keywords:** marriage, losses from marriage, statistical methods of quality assessment, expert methods of quality assessment, ABC analysis.*

Перспективы внедрения системы мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса (АПК) весьма обширны и многогранны. Эффективное функционирование таких систем напрямую связано с повышением экономической эффективности предприятий, улучшением качества предоставляемых услуг и укреплением их конкурентоспособности.

Использование статистических данных, например, о количестве бракованных деталей, неисправных агрегатов или неудовлетворительно выполненных ремонтных работ, позволяет выявить закономерности и тренды [1-4].

Анализ этих данных может показать, какие типы оборудования чаще всего выходят из строя, какие этапы ремонтного цикла наиболее проблемные, а также какие факторы (нехватка квалифицированного персонала, низкое качество запчастей, несовершенство технологических процессов) в наибольшей степени способствуют возникновению брака [5-7].

Экспертные оценки, полученные от опытных механиков, инженеров и технологов, играют незаменимую роль в дополнении статистических данных. Они позволяют глубже понять причины брака, которые могут быть не очевидны при простом анализе чисел. Например, эксперты могут определить, связана ли высокая частота поломок конкретного типа оборудования с недостаточной квалификацией персонала, осуществляющего его обслуживание, или же с низким качеством используемых материалов.

Сочетание количественных и качественных данных обеспечивает более полное и объективное понимание ситуации [8].

Современные информационные системы, являющиеся неотъемлемой частью эффективной системы мониторинга, играют ключевую роль в сборе, обработке и анализе информации. Они позволяют автоматизировать процессы регистрации брака, создавать централизованные базы данных, генерировать отчеты различной степени детализации, визуализировать полученные данные в удобном для восприятия формате (диаграммы, графики). Например, система может отслеживать каждый этап ремонта, регистрировать используемые запчасти, фиксировать время выполнения работ и выявлять отклонения от нормативных показателей [9, 10]. Это позволяет оперативно выявлять и устранять проблемные места в технологическом процессе.

Внедрение таких систем может быть поэтапным. На начальном этапе целесообразно сосредоточиться на сборе основных статистических данных и проведении экспертных оценок по наиболее критичным видам работ или оборудования. Затем, постепенно расширять функциональность системы, интегрируя более сложные аналитические инструменты и автоматизируя процессы сбора данных. Важно также обеспечить интеграцию системы мониторинга с другими информационными системами предприятия, например, с системами управления запасами, планирования производства и учета затрат. Полученные в результате анализа данные позволят предприятиям технического сервиса АПК принимать обоснованные решения по оптимизации своих процессов. Это может включать в себя: повышение квалификации

персонала, закупку более качественных запчастей, совершенствование технологических процессов, внедрение новых методов контроля качества, изменение системы мотивации сотрудников. Все эти меры направлены на снижение уровня брака, сокращение затрат на его устранение и, как следствие, повышение рентабельности предприятия.

Кроме того, эффективная система мониторинга позволит улучшить качество предоставляемых услуг и повысить удовлетворенность клиентов [11-14].

Система мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК – это критически важный инструмент повышения эффективности и конкурентоспособности. Она позволяет не просто фиксировать количество брака, но и проводить глубокий анализ причин его возникновения, что открывает путь к целенаправленным мерам по его предотвращению.

Система мониторинга потерь от брака позволяет перейти к активному управлению качеством. Это достигается благодаря сбору и анализу данных по широкому спектру параметров. Например, для сельскохозяйственной техники это могут быть данные о неисправностях конкретных узлов и агрегатов, материалах, используемых в ремонте, квалификации персонала, климатических условиях эксплуатации, а также о типах выполняемых работ (например, сезонные работы, плановое техническое обслуживание).

Система должна быть достаточно гибкой, чтобы учитывать специфику различных видов техники (трактора, комбайны, посевные машины и т.д.) и типов услуг.

Эффективная система мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК предполагает непрерывный процесс сбора и обновления данных. Это требует использования современных информационных технологий – специализированного программного обеспечения, баз данных, возможно, интеграции с системами GPS-мониторинга техники и других источников информации. Данные должны быть структурированы и доступны для анализа в режиме реального времени, позволяя оперативно реагировать на выявленные тренды и отклонения от нормы. Например, если система обнаруживает резкое увеличение количества брака, связанного с использованием определенного типа запчастей, можно оперативно заменить поставщика или пересмотреть технологию ремонта.

Анализ данных должен проводиться на разных уровнях: от анализа отдельных случаев брака до анализа работы целых подразделений

и всей компании в целом. Это позволяет выявлять как локальные проблемы, так и системные недостатки в процессах.

Важную роль играет визуализация данных – интерактивные графики и отчеты позволяют быстро оценить ситуацию и принять обоснованные решения.

Результаты анализа должны быть доступны всем заинтересованным сторонам, включая руководство, инженеров, механиков и менеджеров по качеству.

Методология ABC-анализа (Activity-Based Costing) идеально подходит для оценки затрат, связанных с браком. Она позволяет не только определить общую сумму потерь, но и распределить их по различным видам деятельности и факторам, влияющим на эти потери. Например, можно определить, какая доля затрат связана с неквалифицированным персоналом, низким качеством материалов, неэффективной организацией рабочего процесса или недостаточным техническим оснащением.

В рамках ABC-анализа выявляются так называемые «кост-драйверы» (cost-drivers) – факторы, которые наиболее сильно влияют на затраты. Это позволяет сфокусировать усилия на устранении наиболее значимых проблем. Например, если анализ показывает, что большая часть затрат связана с переделками после некачественного ремонта, то основное внимание следует уделить улучшению квалификации персонала, повышению качества используемых материалов или внедрению более эффективных технологий ремонта.

Систему мониторинга необходимо проектировать таким образом, чтобы она мотивировала сотрудников к повышению качества работы. Важно обеспечить обратную связь и вовлеченность персонала в процесс улучшения. Система должна быть прозрачной и понятной, а результаты анализа должны использоваться для обучения и повышения квалификации.

В конечном счете, эффективная система мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК – это инвестиция в будущее, которая позволяет снизить затраты, повысить качество услуг, улучшить репутацию компании и повысить удовлетворенность клиентов. Она способствует переходу от реактивного подхода к управлению качеством к проактивному, позволяя предотвращать проблемы, а не просто устранять их последствия.

Также эффективная система мониторинга потерь от брака на предприятиях технического сервиса АПК позволяет более эффективно

планировать бюджет, оптимизировать использование ресурсов и принимать обоснованные решения на всех уровнях управления. Регулярный анализ данных и внедрение корректирующих мероприятий на основе полученных результатов – ключ к успешному функционированию и развитию предприятия в конкурентной среде.

Интеграция системы мониторинга с системами управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) позволяет проводить более глубокий анализ причин брака, связывая их с обратной связью от клиентов и выявляя потенциальные проблемы на ранних стадиях.

В итоге, внедрение системы мониторинга потерь от брака – это долгосрочная инвестиция, которая принесет ощутимые экономические и репутационные выгоды предприятиям технического сервиса АПК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Изд-во «Триада», 2020. – 232 с.
3. Методика оценки качества процессов предприятий технического сервиса / О. А. Леонов [и др.] // Компетентность. – 2021. – № 2. – С. 32-38.
4. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
5. Совершенствование QFD-анализа для оценки качества специальной техники / Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М: Изд-во Логос, 2020. – 90 с.
6. Жукова, Е. Е. Удовлетворенность клиентов: методы и показатели оценки качества обслуживания / Е. Е. Жукова // Экономика образования. – 2021. – № 4(125). – С. 60-69.
7. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», – 2020.
8. Внедрение элементов бережливого производства на промышленных предприятиях / Г. Н. Темасова [и др.] // Компетентность. – 2023. – № 6. – С. 41-46.
9. Иовлев, Г. А. Техническая и экономическая оценка систем технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники / Г. А. Иовлев, И. И. Голдина, В. С. Зорков // Аграрная наука. – 2023. – № 4. – С. 129-136.
10. Леонов, О. А. Управление качеством : учебник / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазов. – М. : Изд-во «Лань», 2020. – 180 с.
11. Бондарева, Г. И. Оценка внешних потерь на предприятиях технического сервиса в АПК / Г. И. Бондарева // Сельский механизатор. – 2020. – № 9. – С. 34–35.

12. Прокопец, Т. Н. Анализ методов оценки качества предоставляемых услуг сервисных предприятий / Т. Н. Прокопец, С. Н. Комарова, В. А. Логвинова // Вестник Академии знаний. – 2020. – № 37 (2). – С. 268-273.

13. Тиханкин, Г. А. Особенности управления затратами на обеспечение качества продукции или услуг как неотъемлемые части системы менеджмента качества организации / Г. А. Тиханкин, А. А. Пискунова // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 6-4(52). – С. 183–184.

14. Основы проектирования операций входного контроля на машиностроительных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 89 с.

Об авторе:

Темасова Галина Николаевна, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат экономических наук, temasova@rgau-msha.ru.

About the author:

Galina N. Temasova, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Economic), temasova@rgau-msha.ru.

ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С. М. Федорова

Научный руководитель – Н. Н. Пуляев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается актуальность использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в аграрном секторе. Анализируется влияние БПЛА на повышение эффективности сельскохозяйственного производства, включая мониторинг состояния посевов, оценку урожайности и управление ресурсами. Особое внимание уделяется проблемам, возникающим при внедрении дронов в цикл производства.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, БПЛА, дроны, сельское хозяйство, цифровизация, автоматизация.

APPLICATION OF UAVS IN AGRICULTURE

S. M. Fedorova

Scientific advisor – N. N. Pulyaev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article deals with the relevance of the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the agricultural sector. The impact of UAVs on increasing the efficiency of agricultural production, including crop condition monitoring, yield estimation and resource management is analysed. Particular attention is paid to the problems encountered when introducing drones into the production cycle.

Keywords: unmanned aerial vehicles, UAVs, drones, agriculture, digitalization, automation.

Исследования, проведенные учеными, выявили, что численность населения к 2050 году увеличиться до почти 10 млрд человек, т. е. станет на треть больше, чем сегодня [1]. Это создаст дефицит производственной продукции, что увеличит производство продуктов питания на 70 %. Для повышения темпов сельскохозяйственного производства нужно будет применять новые цифровизированные, автоматизированные и роботизированные технологии, а следовательно, это создаст новые возможности для будущего развития.

Современный агропромышленный комплекс (АПК) использует тот же принцип производства, что и любой другой бизнес, при постоянном повышении производительности снижать себестоимость продукции за единицу при затрате точно такого же количества ресурсов. В настоящее время достигать эти цели помогают классические инструменты: высокопродуктивные сорта растений, энергоемкие сельскохозяйственные машины и применение эффективных методов ухода за растениями. Сегодня все это актуально в применении, но с высокими темпами развития технологий и жизни, может устареть и достичь своего предела. На данный момент, появились новые инструменты, такие как спутниковые и компьютерные технологии, которые стали общедоступными и их внедрение в сельское хозяйство привело к созданию точного земледелия [2].

Перспективным направлением развития точного земледелия является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), другими словами – «дронов», «беспилотников». Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) – это летательный аппарат без использования экипажа на борту и обладающие разной степенью автономности, от дистанционного до полностью автоматического управления.

Применение «дронов» в коммерческих целях начали использовать в 1980-х годах, а в настоящее время их практическое применение начинает расширяться [3]. По показателю GARD (совокупного годового темпа роста) рынок беспилотных летательных аппаратов с 2020 по 2025, включительно, составил 13,8 %, в цифровом показателе объем составит от 22,5 млрд долларов до 50 млрд долларов [4]. Россия входит в пятерку государств по разработке таких систем и, следовательно, растет возможность применения БПЛА в разных сферах нашей жизни. Главной спецификой российского рынка производства является преобладание производства военных дронов и отсутствие таких лидеров для потребительских и коммерческих целей.

Широкое применение БПЛА в сельском хозяйстве совершит настоящий прорыв, снизив затраты на производство. Так, в США, Китае, Японии и многих странах Европы широко практикуется использование беспилотных летательных аппаратов в производстве продукции растениеводства. Применение БПЛА для сельского хозяйства актуально и в России, в стране с обширными территориями и большими посевными площадями мониторинг сельхоз угодий является затрудненной задачей.

Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве имеет огромный потенциал, а интерес с каждым годом становится все более значимым. Именно поэтому применение БПЛА в сельском хозяйстве для России является инновацией при реализации точного земледелия. Беспилотники оснащаются разнообразными датчиками, мультиспектральными камерами, высокая точность изображений которых позволяет точно определять проблемные участки поля, системами спутниковой навигации и оборудованием для внесения химикатов и т.д. [5, 6]

На данный момент в нашей стране не так распространено применение беспилотных летательных аппаратов в обычной жизни и это направление находится на начальном этапе. За последнее время разработано большое количество проектов по применению беспилотников, но все они находятся на начальном этапе или не воплощены в реальность. Причин для этого несколько (таблица 1).

Таблица 1 – SWOT–анализ «Использование БПЛА в сельском хозяйстве РФ

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> • Оперативность получения снимков; • Применение в разных условиях без угрозы для жизни; • БПЛА имеют разную степень автономности (дистанционное управление или автономное); • Простота использования 	<ul style="list-style-type: none"> • Проблемы с управлением в плохую погоду (ветер, дождь); • Ограниченное время полета с учетом ёмкости аккумулятора; • Ограничения в подъемном весе; • Применение определенного ПО для работы с данными, получаемыми с БПЛА
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> • Создание электронных карт полей; • Внесение для посевов средства защиты растений; • Проверка сельхозугодий; • Отслеживание вегетационного периода для эффективного внесения удобрений; • Контроль состояния посевов в реальном времени и оперативное реагирование на изменения 	<ul style="list-style-type: none"> • Ограничения в управлении дроном согласно федеральному закону от 03.07.2016 № 291-ФЗ «О внесении изменений в воздушный кодекс Российской Федерации»; • Недостаточное финансовое обеспечение производства; • Недостаток специалистов; • Применение импортного БПЛА и программного обеспечения для него

Во-первых, это проблемы с управлением дронов, которое требует определенных навыков. При управлении летательным аппаратом

весом в несколько сотен килограмм недостаток навыка в управлении представляет определенные опасности для окружающих.

Во-вторых, это тип и качество получаемых данных. Не на всей территории страны имеется бесперебойный интернет и хорошее качество связи, что затрудняет передачу данных в реальном времени.

В-третьих, влияние погодных условий на управление беспилотников.

В-четвертых, главной проблемой в секторе остается ценовой фактор. Все зависит от технологического уровня и проблемы отсутствия серийного производства, что повышает цену.

В-пятых, полномасштабному внедрению БПЛА препятствует законодательство. Так, в соответствии с Федеральным законом от 03.07.2016 № 291-ФЗ «О внесении изменений в воздушный кодекс Российской Федерации» [7] беспилотные авиационные аппараты и их элементы подлежат обязательной сертификации на основе федеральных авиационных правил. После завершения всех проверок выдается сертификат, который доказывает соответствие требованиям летной годности и охране окружающей среды.

Из этого вытекает еще одна проблема – управлять дроном имеет право только пилот с правами. Развитие таких событий обязывает обеспечить специалистов-агровладельцев грамотному обучению для работы с такими аппаратами. Для нормального развития отрасли важно обеспечить такие условия, чтобы применение таких разработок было без ограничений и разрешающих документов [8].

Несмотря на все трудности, которые испытывает индустрия БПЛА, в будущем ее ждет настоящий прорыв: дроны станут более доступными для применения, будут обладать более емкой батареей для большего временного промежутка полета, камерами с высоким разрешением, усовершенствование различными системами помощи и безопасности в полете, специализированными устройствами. Так, при развитии сферы беспилотных летательных аппаратов они будут проникать в любую сферу жизни человека, в том числе и в сельское хозяйство, что значительно увеличит производительность и снизит издержки производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Численность населения стран мира / World Population. / [Электронный ресурс] // Гуманитарный портал. – Режим доступа: <https://gtmarket.ru/ratings/world-population?ysclid=m39xp0b9ty332286874> (дата обращения: 09.11.2024).

2. Кучкарова, Д. Ф. Современные системы ведения сельского хозяйства / Д. Ф. Кучкарова // Молодой ученый. – 2015. – № 12 (92). – С. 222-223.

3. Бауэрс, П. Летательные аппараты нетрадиционных схем / П. Бауэрс. – М.: Мир, 1991 – 320 с.

4. Волкова, К. Рынок беспилотных летательных аппаратов 2020-2025: 5 ключевых особенностей [Электронный ресурс] / Волкова К. – Режим доступа: <https://skymec.ru/blog/drone-use-cases/5-osobennostey-rynka-2020-2025/> (дата обращения: 09.11.2024).

5. Methodology for Assessing the Efficiency of Measures for the Operational Management of the Technical Systems' Reliability / A. T. Lebedev, A. G. Arzhenovskiy, Ye. A. Chayka [et al.] // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021»: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года. Vol. 246. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 13-20. – DOI 10.1007/978-3-030-81619-3_2.

6. Operational Management of Reliability of Technical Systems in the Agro-Industrial Complex / A. T. Lebedev, A. Arzhenovskiy, V. V. Zhurba [et al.] // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021»: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24-26 февраля 2021 года. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 79-87.

7. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 291-ФЗ «О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=200651&dst=100001#b1wadTUs5h7RL40x> (дата обращения: 09.11.2024).

8. Пуляев, Н. Н. Инновационное развитие сельского хозяйства / Н. Н. Пуляев, Д. Г. Асадов // Доклады ТСХА, Москва, 02–04 декабря 2020 года. Том ВЫПУСК 293 Часть III. – М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2021. – С. 186-188.

Об авторах:

Федорова София Михайловна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), fiafec@mail.ru.

Научный руководитель – Пуляев Николай Николаевич, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, pulyaev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Sofia M. Fedorova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), fiafec@mail.ru.

Scientific advisor – Nikolay N. Pulyaev, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), pulyaev@rgau-msha.ru.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В ЛОГИСТИКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д. С. Федоткина

Научный руководитель – Д. М. Дудин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос применения беспилотного транспортного средства в логистике сельскохозяйственного производства. Проведен анализ моделей цифрового двойника, затрагивающих логистическую отрасль России. Проанализированы постановления норм регулирования использования цифровых двойников и беспилотных транспортных средств.*

***Ключевые слова:** цифровой двойник, БПТС в сельском хозяйстве, цифровизация логистики.*

FEATURES OF USING UNMANNED VEHICLES IN AGRICULTURAL PRODUCTION LOGISTICS

D. S. Fedotkina

Scientific advisor – D. M. Dudin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article considers the issue of using unmanned vehicles in the logistics of the agricultural industry. An analysis of digital twin models affecting the logistics industry of Russia is carried out. The regulations governing the use of digital twins and unmanned vehicles are analyzed.*

***Keywords:** digital twin, BPTS in agriculture, digitalization of logistics.*

Введение

Быстрые темпы развития искусственного интеллекта, роботизация и механизация процессов в сфере логистики АПК, подталкивают как производителей автомобилей, так и компании, занимающиеся транспортировкой товаров и грузов в сфере сельского хозяйства к поиску вариантов оптимизации процессов транспортировки. Наиболее эффективным способом разрешения проблемы является внедрение и использование беспилотных технологий и цифровых двойников.

Развитие транспортной отрасли в России направлено на оптимизацию и механизацию процессов транспортировки грузов. Большая часть ресурсов для транспортировки продукции направлена на обеспечение сельскохозяйственных потребностей. С развитием сельского хозяйства 4.0, технологии продвинулись далеко вперед, возможность получать данные о каждом сельскохозяйственном объекте, контроль процессов производства, предугадывание и мониторинг состояния техники и животных является неотъемлемой частью многих сельскохозяйственных предприятий.

Задачей информационных технологий (ИТ) становится автоматизация всех этапов производственного цикла для сокращения потерь, повышения продуктивности, оптимального управления ресурсами. Дальнейшее развитие ИТ представляет собой более высокий уровень цифровой интеграции, который затрагивает сложнейшие организационные изменения в сельскохозяйственном производстве [1].

Интеграция получаемых данных с различными интеллектуальными ИТ-приложениями, производящими их обработку в режиме реального времени, осуществляет революционный сдвиг в принятии решений для фермера, предоставляя результаты анализа множественных факторов и обоснование для последующих действий.

В связи с чем, интеграция БПТС в логистику сельского хозяйства позволит сократить затраты на транспортировку, уменьшить время доставки и снизить человеческий фактор для обеспечения бесперебойного производства и поставок продукции. Адаптация и внедрение сельского хозяйства 4.0, сделает процесс управления и контроля возможным с удаленной точки, благодаря чему, с помощью внедрения цифровых двойников позволит определять точные сроки поставки [2].

Применение цифрового двойника и БПТС в сельском хозяйстве

Применяя виртуальную интерактивную копию реального физического объекта и искусственный интеллект, можно разрабатывать системы, которые в зависимости от изменения параметров физического и цифрового объекта автоматически изменяют параметры функционирования, что позволяет добиться наибольшей эффективности [3].

Одним из передовых направлений внедрения цифровых технологий является внедрение модели цифрового двойника. Существуют несколько направлений в области цифровых двойников: цифровой двойник города, цифровой двойник автомагистрали, цифровой двойник в

сельском хозяйстве, цифровой двойник транспортно-, и транспортно-технологических средств.

«Цифровой двойник» города – это точное отображение населенного пункта в цифровой реальности. Это не карта «Яндекс» или «Google», а принципиально новая модель, которая учитывает в сотни раз больше параметров – дорожные знаки, погоду, качество дорожного покрытия, плотность движения и даже вероятные действия пешеходов – где, как и когда они переходят дорогу.

Цифровые двойники в сельскохозяйственной технике разрабатываются с учетом обмена информации между цифровым двойником и оператором. Таким образом, обеспечивается контроль состояния работоспособности сельскохозяйственной машины в режиме реального времени. Внедрение технологии цифрового двойника сельскохозяйственной техники позволяет сократить издержки при разработке, внедрении и обслуживании машин [4].

Для оптимизации процесса транспортирования продукции, как сельскохозяйственного сектора, так и других секторов, в России активно ведутся внедрения цифрового двойника автомагистралей, при поддержке Минтранса России в рамках проекта «Беспилотные логистические коридоры». Он создается ФАУ «РОСДОРНИИ» и компанией «СофтТелематика» (входит в концерн «Телематика») на базе технологии связи V2X (vehicle-to-everything – автомобиль, подключенный ко всему) для обеспечения безопасного движения высокоавтоматизированных транспортных средств (ВАТС) на магистралях. Он содержит центр управления, который объединяет в себе массивы данных о дороге и отражает изменения дорожной ситуации в реальном времени. К примеру, магистраль трассы М-11 «Нева» является цифровой высокоточной моделью скоростной автомагистрали в России, содержащей не только трехмерную цифровую карту дороги, но и динамические данные о дорожной ситуации в режиме реального времени.

Данная магистраль является частью большого проекта по внедрению цифровых технологий, позволяя обеспечить безопасное движение беспилотного и подключенного к цифровому городу транспорта за счет своевременного информирования об изменениях на пути движения на десятки километров вперед.

Применение технологий цифрового двойника и БПТС в логистике сельского хозяйства позволят оптимизировать процессы транспортировки и распределения груза, определять и точно высчитывать сроки поставки товара опираясь на данные анализа сельскохозяйственных

предприятий, условий движения в городе, за пределами города, зная технические характеристики и движения транспортных средств. Проводить диагностику и прогнозировать возможности отказов техники опираясь на цифровой двойник машины [5].

Нормы регулирования использования цифрового двойника и БПТС в России

Однако активное внедрение беспилотного транспорта в дорожное движение на территории Российской Федерации ограничивается Конвенцией о дорожном движении, и в настоящее время по дорогам общего пользования с юридической точки зрения автономные автомобили самостоятельно передвигаться не могут [6].

В России прорабатывается вопрос регулирования правового поля (таблица 1). Действует постановление Правительства РФ от 26 ноября 2018 г. № 1415, которое устанавливает возможность проведения испытаний по использованию высокоавтоматизированных транспортных средств на территории 13 субъектов Российской Федерации.

Таблица 1 – Нормы регулирования использования ЦД и БПТС [7]

Номер постановления	Описание
Постановление Правительства РФ от 26 ноября 2018 г. № 1415	Постановление «О проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств» устанавливает возможность проведения экспериментальных испытаний по использованию высокоавтоматизированных транспортных средств на территории 13 субъектов Российской Федерации
Проект Федерального закона № 910152-7	Постановление «О высокоавтоматизированных транспортных средствах и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» предлагает участие в дорожном движении «полностью автоматизированное транспортное средство» без возможности вмешательства людей к управлению такими транспортными средствами
Постановление Правительства Москвы от 29 декабря 2022 г. № 3048-ПП	Постановление «Об автоматизированной информационной системе «Цифровой двойник», в которой интегрированная автоматизированная информационная система «Единое геоинформационное пространство города Москвы» переименована в автоматизированную информационную систему «Цифровой двойник»
Постановление Правительства РФ от	Постановление «Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере

17.10.2022 № 1849 (ред. От 21.09.2024)	цифровых инноваций по эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств в отношении реализации инициативы «Беспилотные логистические коридоры»
Постановление Правительства РФ от 17.10.2022 № 1849 (ред. от 07.08.2024)	Декларация о безопасности высокоавтоматизированного транспортного средства для проведения испытательной лабораторией оценки соответствия высокоавтоматизированных транспортных средств требованиям безопасности при реализации инициативы «Беспилотные логистические коридоры» на автомобильной дороге общего пользования федерального значения М-11 «Нева»

Также в настоящее время проходит стадию публичных обсуждений проект Федерального закона «О высокоавтоматизированных транспортных средствах и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», который также вводит новое понятие – «полностью автоматизированное транспортное средство», предполагаемое к участию в дорожном движении уже без возможности вмешательства людей к управлению такими транспортными средствами.

Установка норм регулирования в испытании и использовании беспилотных транспортных средств, и цифровых двойников, позволит автоматизировать направление логистики перевозок как сельскохозяйственных, так и других отраслей [8-10].

Генеральный директор АО «Росагролизинг» Павел Косов назвал направление беспилотных технологий в АПК одним из самых перспективных для АПК. Использование технологий беспилотной малой авиации в агропромышленном комплексе уменьшает ущерб и сохраняет до 4 % урожая.

Вывод

Применение беспилотных транспортных средств и систем цифровых двойников в логистике аграрного сектора открывает новые возможности для оптимизации процессов, повышения эффективности и снижения издержек. Изученные в статье цифровые двойники, такие как: цифровой двойник города, автомагистрали, и цифровые технологии в сельском хозяйстве демонстрируют практические возможности интеграции информационных технологий в процессы логистики аграрного сектора России.

Использование беспилотных транспортных средств с интеграцией цифровых двойников позволяет оптимизировать транспортную и складскую деятельность, получить полный контроль и мониторинг

состояния транспортных средств и эффективность их использования. Концепция цифровых двойников сельскохозяйственных объектов и процессов на базе современных доступных технологий подразумевает взаимное общение в режиме реального времени ЦД и физического объекта с накоплением и передачей информации, прогнозированием цифровым двойником поведения физического объекта и изменением его параметров и режимов работы.

Цифровые двойники снимают ограничения, касающиеся места, времени и необходимости постоянного контроля со стороны человека. Они позволяют вести учет и мониторинг сельскохозяйственной техники, следить за состоянием почвы, посевов и скота, а также благодаря получению метеорологических данных прогнозировать влияние погодных условий на производительность полей. Так, при изменении определенных параметров в цифровой модели, двойник быстро реагирует на меняющиеся условия, анализирует ситуацию и несколько сценариев и предлагает оптимальные решения по модификации деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорохов, А. С. Технология цифровых двойников в сельском хозяйстве: перспективы применения / А. С. Дорохов, Д. Ю. Павкин, С. С. Юрочка // *Агроинженерия*. – 2023. – Т. 25, № 4. – С. 14-25.

2. Проблемы и перспективы создания отечественного универсального гусеничного трактора / А. С. Дорохов, Р. С. Федоткин, В. А. Крючков, Е. В. Овчинников // *Инновации в сельском хозяйстве*. – 2018. – № 1(26). – С. 280-288.

3. О разработке двухзвенного малогабаритного роботизированного транспортно-технологического средства / А. Ю. Измайлов, А. С. Дорохов, Р. С. Федоткин [и др.] // *Инновации в сельском хозяйстве*. – 2020. – № 1(34). – С. 4-14.

4. Роботизированное транспортное средство с минимальным воздействием на окружающую среду / Р. С. Федоткин, Н. И. Дегтярев, К. С. Дмитриев, А. С. Овчаренко // *Экология промышленного производства*. – 2021. – № 4(116). – С. 59-63.

5. Дудин, Д. М. Разработка автоматизированной системы адаптации колесного движителя автомобилей и тракторов к почвенно-климатическим условиям / Д. М. Дудин // *Сборник трудов, приуроченных к 76-й Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 155-летию со дня рождения В. П. Горячкина, Москва, 14–17 марта 2023 года*. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2023. – С. 20-23.

6. Царькова, Е. Г. К вопросу правового регулирования отношений в сфере разработки и применения цифровых двойников / Е. Г. Царькова // *Право и управление*. – 2023. – № 3. – С. 106-108.

7. Современные проблемы управления и регулирования : сборник научных статей. – Пенза : «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2018. – 254 с. – ISBN 978-5-907103-28-3.

8. Дидманидзе, О. Н. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, А. М. Карев // Доклады ТСХА, Москва, 02–04 декабря 2014 года. Том 1. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.

9. Дидманидзе, О. Н. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, А. М. Карев // Доклады ТСХА, Москва, 02-04 декабря 2014 года. Том 1. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.

10. Оценка технического состояния машины по данным ее системы управления / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, Н. Н. Пуляев // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар, Москва, 20-21 января 2021 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2021. – С. 10-19.

Об авторах:

Федоткина Дарья Сергеевна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), dashafedotkina115@gmail.com.

Научный руководитель – Дудин Даниил Максимович, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), d.dudin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Daria S. Fedotkina, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), dashafedotkina115@gmail.com.

Scientific advisor – Daniil M. Dudin, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), d.dudin@rgau-msha.ru.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ЛОГИСТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Д. С. Хабарина, В. С. Парашин

Научный руководитель – В. Л. Пильщикова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Автомобильные грузоперевозки сопряжены со множеством трудностей, в том числе с растущим воздействием углекислого газа, выделяемого транспортными средствами, на окружающую среду, выбросами парниковых газов и интенсивным использованием энергии. В рамках концепции «умной» мобильности признанное управление взаимоотношениями предприятий с клиентами в рамках предоставляемых ими услуг в значительной степени определяется внедрением эффективных интеллектуальных транспортных систем (ИТС) для формирования единого сотрудничества с клиентами. В статье предлагаются отдельные приложения ИТС для улучшения обслуживания клиентов в сфере логистики на предприятиях, занимающихся грузовыми автомобильными перевозками.*

***Ключевые слова:** применение интеллектуальной транспортной системы, логистические ресурсы, предприятия автомобильного грузового транспорта.*

INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS AND LOGISTICS RESOURCES FOR ROAD FREIGHT TRANSPORT ENTERPRISES

D. S. Khabarina, V. S. Parashin

Scientific advisor – V. L. Pilshchikova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Road freight transportation is fraught with many difficulties, including the increasing environmental impact of carbon dioxide emitted by vehicles, greenhouse gas emissions and intensive use of energy. Within the framework of the concept of «smart» mobility, the recognized management of enterprises' relationships with customers within the framework of their services is largely determined by the introduction of efficient intelligent transport systems (ITS) to form a unified cooperation with customers. The article proposes separate ITS applications to improve customer service in the field of logistics at enterprises engaged in road freight transportation.*

***Keywords:** application of an intelligent transport system, logistics resources, enterprises of road freight transport.*

Ограничение негативного воздействия транспорта является важной целью интеллектуальной мобильности во многих регионах. Основные аспекты деятельности заключаются в переходе на наименее загрязняющие и наиболее эффективные виды транспорта, использование более экологичных транспортных технологий и инфраструктуры, а также в обеспечении того, чтобы цены на транспорт в полной мере отражали негативное воздействие на окружающую среду и здоровье. Переход к низкоуглеродной мобильности поддерживается цифровизацией и современными технологическими решениями, такими как интеллектуальные транспортные системы (ИТС). К основным преимуществам использования интеллектуальных транспортных систем, несомненно, относятся [1]:

- сокращение времени в пути и энергопотребления на 40...70 %;
- сокращение выбросов выхлопных газов на 30...50 %;
- снижение затрат на управление автопарком;
- повышение безопасности дорожного движения, что позволяет сократить количество столкновений и аварий на 40...80 %.

Что касается транспорта, то необходимость системного подхода подчеркивается, в частности, распространением систем интеллектуального транспорта для поддержки перехода к транспорту с низким уровнем выбросов и транспортным средствам с нулевым уровнем выбросов, с учетом центральной роли электрификации и возобновляемых источников энергии, а также для повышения операционной эффективности. В частности, это требует более тщательного планирования дорожной инфраструктуры в связи с интенсивным ростом числа грузовых транспортных средств на дорогах.

Поскольку приложения ИТС охватывают различные технологические инновации, предназначенные для транспортной сферы, они направлены на поддержку разных сфер транспортной деятельности и, в связи с этим, классифицируются по разным подходам. Единственное и окончательное предложение по этому вопросу до сих пор не утверждено в рекомендациях по литературе, поэтому исследователи, занимающиеся этой проблемой, используют обозначения, которые подходят для конкретных целей исследования. Междоменные объяснения подчеркиваются определенными функциональными преимуществами, наряду с наиболее значимыми в контексте данной статьи и предложенными, а именно для управления транспортными средствами и общего управления парка на предприятиях [2-4]. В таблице 1 показано шесть критически важных приложений ИТС в области поддержки

транспортных средств, в таблице 2 – десять различных приложений, критически важных для общей поддержки управления на предприятиях, занимающихся грузовыми перевозками [5-8].

Таблица 1 – Избранные приложения ИТС, предназначенные для поддержки транспортных средств

В области поддержки транспортных средств:	
Приложение	Область применения
Eco-driving	Повышение энергоэффективности транспорта, снижение негативного воздействия транспорта на окружающую среду
Автомобили Евро-6	
Альтернативные виды топлива	
Электромобили	
Автомобильная навигационная система	Сокращение времени транспортировки, повышение связности и комфорта транспорта
Применение альтернативного вождения транспортных средств	

Таблица 2 – Приложения общего управления на предприятиях грузовых автомобильных перевозок

В области общей управленческой поддержки:	
Приложение	Область применения
Системы управления спросом (кордонное ценообразование, ценообразование в условиях перегруженности, электронные инструменты, электронные инструменты с GPS, оплата по мере вождения)	Усиление контроля в процессах управления транспортом
Системы сбора данных о дорожном движении (управление участками, управление ограничением скорости, измерение ламп и т. д.)	
Приложение для управления городским движением	
Системы управления городским и пригородным движением (управление участками, учет освещения, переменное ограничение скорости)	
Системы видеонаблюдения для обеспечения безопасности территорий	
Экспертная система для корреляции и фильтрации событий (автоматическое обнаружение инцидентов)	Повышение доступности и комфорта транспорта
Интегрированное приложение для парковочной системы	
Применение знаков с переменным сообщением	
Интегрированные системы для управления мобильностью	Повышение комплексности и контроля в процессах управления транспортом
Системы управления автопарками и логистические приложения	

Из выбранных приложений ITS для поддержки транспортных средств на предприятиях, занимающихся грузовыми перевозками, первые четыре приложения – это решения, направленные на повышение энергоэффективности транспорта и снижение негативного воздействия транспорта на окружающую среду в соответствии с требованиями европейской политики устойчивого развития транспорта. Начиная с приложения для экологичного вождения, его использование должно приносить существенную экологическую пользу за счет сокращения выбросов углекислого газа и потребления топлива, а также ресурсосбережение механических деталей транспортного средства, таких как тормоза и шины [9, 10].

Остальные два приложения для поддержки транспортных средств на предприятиях, занимающихся грузоперевозками, помогают сократить время транспортировки, но при этом повысить удобство и комфорт. Первое из них – это самое популярное приложение для автомобильной навигации, которое позволяет прокладывать маршруты, отслеживать транспортные средства в движении, управлять автопарком, реагировать на чрезвычайные ситуации, управлять дорожным движением и контролировать перевозку грузов. Второе из перечисленных приложений используется в транспортных средствах с функцией автоматизированного вождения и является гораздо менее популярным решением, но с прогнозируемым ростом его использования, например, путём присвоения квалификации для вождения (т. е. удобных функций мониторинга и действий) системе автоматизации транспортного средства.

Десять приложений, которые были выбраны в качестве важнейших для поддержки общего управления на предприятиях по грузоперевозкам, в первую очередь ориентированы на повышение комфорта вождения грузовых автотранспортных средств, повышение доступности, связности и контроля в процессах управления. Они учитывают различные области объектов дорожного транспорта, в значительной степени связанные с контролем в процессах управления транспортом в шести приложениях, а именно: системы управления спросом, приложение систем сбора данных о дорожном движении, приложение управления городским движением, системы управления городским и пригородным движением, системы видеонаблюдения для обеспечения безопасности территории и экспертная система для корреляции и фильтрации событий. Решения, охватываемые приложениями, связанными с повышением доступности и комфорта транспорта, поддерживаются

тремя приложениями, такими как интегрированная система управления парковкой, приложение знаков с изменяющимися сообщениями и интегрированные системы управления мобильностью. Отдельное приложение также поддерживает управление автопарками и логистикой на транспортных предприятиях как улучшение связности и контроля в процессах управления транспортом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Москвичев, Д. А. Проектирование автотранспортных предприятий : Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / Д. А. Москвичев, Е. А. Евграфов, А. С. Гузалов. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – 70 с.
2. Дидманидзе, Р. Н. Выбор типов подвижного состава для перевозки сельскохозяйственных грузов с учетом эксплуатационных факторов / Р. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар : сборник статей, Москва, 22-24 января 2020 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2020. – С. 259-265.
3. Коротких, Ю. С. Теория транспортных процессов и систем / Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Автограф», 2018. – 201 с.
4. Critical Impacts of Advanced Technology in Certification of Vehicle Repair and Maintenance Facilities in Agrifood Systems / A. S. Guzalov, E. S. Schnaras, E. G. Ivakina [et al.] // Unlocking Digital Transformation of Agricultural Enterprises. Technology Advances, Digital Ecosystems, and Innovative Firm Governance. – Cham: Springer, 2023. – P. 167-175.
5. Пуляев, Н. Н. Оптимизация процессов и решений / Н. Н. Пуляев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Автограф», 2019. – 90 с.
6. Operational Management of Reliability of Technical Systems in the Agro-Industrial Complex / A. T. Lebedev, A. Arzhenovskiy, V. V. Zhurba [et al.] // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021»: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24-26 февраля 2021 года. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 79-87. – DOI 10.1007/978-3-030-81619-3_9.
7. Дидманидзе, О. Н. Исследования показателей тепловыделения газовых двигателей / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов // Записки Горного института. – 2018. – Т. 229. – С. 50-55. – DOI 10.25515/PMI.2018.1.50.
8. Теоретические предпосылки снижения энергоёмкости тепловых процессов в АПК / Н. С. Вороной, Н. В. Ксенз, А. М. Семенихин, Т. Н. Толстоухова // Опыт, проблемы и перспективы внедрения в производство экологически чистых, энергосберегающих адаптивных технологий и систем машин возделывания, уборки и хранения зерновых и технических культур : Тезисы докладов научно-практической конференции, Зерноград, 11-12 октября 1997 года. – Зерноград : Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 1997. – С. 32-33.

9. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.

10. Автомобильные перевозки / О. Н. Дидманидзе, А. А. Солнцев, А. М. Карев [и др.]. – М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2018. – 554 с.

Об авторах:

Хабарина Диана Сергеевна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Парашин Всеволод Сергеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Пильщиков Владимир Львович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук.

About the authors:

Diana S. Khabarina, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Vsevolod S. Parashin, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Vladimir L. Pilshchikov, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering).

РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ПО ОКАЗАНИЮ УСЛУГ КУЗОВНОГО РЕМОНТА

Е. В. Чернов

Научный руководитель – С. И. Некрасов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается разработка сервиса по оказанию услуг кузовного ремонта автомобилей, направленного на улучшение качества обслуживания и удовлетворение потребностей клиентов. Описаны ключевые функциональные возможности сервиса, включая онлайн-запись на ремонт, систему предварительной оценки стоимости и мобильное приложение для управления заказами. Предложенные решения ориентированы на оптимизацию процессов взаимодействия с клиентами, сокращение времени ожидания и повышение прозрачности услуг. Исследование подчеркивает важность внедрения современных технологий для создания конкурентоспособного сервиса в области кузовного ремонта и его доступности для широкой аудитории автовладельцев.

Ключевые слова: кузовной ремонт, восстановление, коррозия, защита кузова, технология ремонта, сервиса, инновации.

DEVELOPMENT OF A SERVICE FOR PROVIDING BODY WORK SERVICES

E. V. Chernov

Scientific advisor – S. I. Nekrasov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article discusses the development of a car body repair service aimed at improving the quality of service and meeting customer needs. Key features of the service include online registration for repairs, a system for estimating preliminary costs, and a mobile app for managing orders. Proposed solutions aim to optimize customer interactions, reduce waiting times, and increase transparency in services. The study emphasizes the importance of using modern technologies to create a competitive body repair service accessible to a wide range of car owners.

Keywords: body repair, restoration, corrosion, body protection, repair technology, service, innovation.

В последние годы рынок услуг кузовного ремонта значительно изменился, претерпев влияние новых технологий и меняющихся

потребительских предпочтений. Современные автомобили требуют качественного и оперативного ремонта, что делает необходимость в эффективных сервисах особенно важной. Ключевыми задачами для успешного функционирования кузовных мастерских становятся автоматизация процессов, упрощение взаимодействия с клиентами и адаптация к их потребностям [1-4].

Введение цифровых решений в сферу кузовного ремонта не только улучшает качество обслуживания, но и делает его более доступным. Пользователи все чаще ищут возможность предварительной оценки стоимости ремонта, а также хотят иметь доступ к информации о статусе своих заказов в режиме реального времени. Мобильные приложения и онлайн-платформы становятся неотъемлемой частью обслуживания клиентов, что обуславливает необходимость в разработке нового сервиса, который бы учитывал все эти аспекты.

Кузовной ремонт играет ключевую роль в обеспечении безопасности автомобиля на дороге. Даже небольшие повреждения, такие как вмятины или трещины, могут негативно сказаться на жесткости кузова и, следовательно, на его способности поглощать удары при аварии. Это может привести к серьезным травмам водителя и пассажиров. Поэтому важно не только восстановить эстетический вид автомобиля, но и удостовериться, что он соблюдает все стандарты безопасности [5, 6].

В последние годы в сфере кузовного ремонта наблюдается ряд современных тенденций, которые делают процесс более эффективным и результативным [7]. Многие автосервисы начинают использовать экологически чистые материалы и технологии, такие как водные краски и специализированные очистители. Внедрение цифровых инструментов, таких как САD-программы для проектирования и диагностики, а также систем управления запасами и бухгалтерией, позволяет существенно повысить эффективность работы автосервисов. Это улучшает взаимодействие с клиентами, сокращает время на выполнение заказов и минимизирует ошибки. Передовые технологии, такие как автоматизированные системы для покраски и ремонта, уменьшают количество человеческих ошибок и повышают качество работы. В связи с ростом технологий в кузовном ремонте важным аспектом становится обучение кадров. Профессиональные курсы и сертификация мастеров помогают им осваивать новые методы и технологии, повышая уровень квалификации в отрасли.

Успешные компании акцентируют внимание на высоком уровне обслуживания, начиная от первого контакта с клиентом и заканчивая

завершением работы и послепродажным обслуживанием. Прозрачные процессы, возможность отслеживать статус ремонта и постоянная обратная связь с клиентами создают доверие и лояльность. Система отзывов и оценок становится неотъемлемой частью клиентов. Пользователи могут делиться опытом, а сервисы оказывают внимание на их мнения, что позволяет своевременно улучшать качество услуги и адаптироваться к ожиданиям потребителей [8, 9].

В заключение можно отметить, что разработка сервиса по оказанию услуг кузовного ремонта автомобилей является актуальной и своевременной задачей, способствующей улучшению качества обслуживания и повышению клиентской удовлетворенности. Внедрение современных технологий, таких как онлайн-запись, калькуляторы стоимости и мобильные приложения, позволяет значительно упростить взаимодействие с клиентами, снизить временные затраты и обеспечить прозрачность процесса ремонта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Луханин, В. А. К обоснованию безразборного метода ремонта ТНВД / В. А. Луханин, С. П. Псюкало, А. Г. Сергиенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 2012-2023.
2. Арженовский, А. Г. Определение энергетических и топливно-экономических показателей тракторного двигателя / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 7. – С. 25-26.
3. Шимко, П. А. Повышение работоспособности подшипникового узла / П. А. Шимко, С. П. Псюкало, В. А. Луханин // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2017. – № 1. – С. 89-93.
4. Псюкало, С. П. Восстановление плунжерных пар методом избирательного переноса / С. П. Псюкало, В. А. Луханин, А. Г. Сергиенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 3. – С. 20-22.
5. Технический сервис дизельной топливной аппаратуры / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. М. Корнеев, Д. И. Петровский. – М. : ООО «Издательство «Триада», 2003. – 108 с.
6. Некрасов, С. И. Повышение эффективности эксплуатации парка машин в условиях предприятия ООО «Транслогистик» / С. И. Некрасов // Сборник студенческих научных работ : по материалам докладов 72-й Международной студенческой научно-практической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения А.Г. Дояренко, Москва, 26–29 марта 2019 года. Выпуск 26. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2019. – С. 87-90.
7. Некрасов, С. И. Интегрирование технологии функционального моделирования, как элемента оптимизации бизнес-процесса АПК / С. И. Некрасов, В. И.

Горностаев // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях : Материалы X Международной научно-практической конференции, Саратов, 16-17 мая 2023 года. – Саратов : Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 660-665.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024610603 Российская Федерация. Сапфир-1.0: Программно-вычислительный комплекс моделирования транспортно-технологических систем : № 2023668332 : заявл. 05.09.2023 : опубл. 11.01.2024 / С. И. Некрасов, А. И. Новиченко, В. И. Горностаев, А. В. Анисимов ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Сапфир Юнион».

9. Научно-аналитический обзор технологий ресурсосбережения при эксплуатации технических средств в АПК / А. С. Апатенко, И. Н. Кравченко, Н. С. Севрюгина [и др.]. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2023. – 152 с. – ISBN 978-5-00207-449-5.

Об авторах:

Чернов Егор Витальевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), e.chernov17@mail.ru.

Научный руководитель – Некрасов Сергей Игоревич, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), sergej.nekrasov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Egor V. Chernov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), e.chernov17@mail.ru.

Scientific advisor – Sergey I. Nekrasov, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), sergei.nekrasov@rgau-msha.ru.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ ШАТУНОВ ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ 238

Е. А. Черномурова

Научный руководитель – Ю. Г. Вергазова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Показана роль метрологического обеспечения входного контроля шатунов двигателя. На основе расчетов параметров разбраковки для контроля отверстия нижней головки шатуна рекомендовано использовать высокоточный цифровой нутромер с погрешностью измерений 3,5 мкм.*

***Ключевые слова:** ремонт двигателя, коленчатый вал, контроль, погрешность измерений, брак при контроле.*

METROLOGICAL SUPPORT FOR INCOMING CONTROL OF CONNECTING RODS OF THE YAMZ 238 ENGINE

E. A. Chernomurova

Scientific advisor – Yu. G. Vergazova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The role of metrological support for incoming control of engine connecting rods is shown. Based on calculations of the rejection parameters, it is recommended to use a high-precision digital bore gauge with a measurement error of 3.5 μm to control the opening of the lower connecting rod head.*

***Keywords:** engine repair, crankshaft, inspection, measurement error, inspection defect.*

В последнее время ремонт машин стал оцениваться различными методами оценки качества [1-3], коснулось это и метрологического обеспечения ремонтного производства [4-6]. Самым сложным в области ремонта агрегатом является двигатель внутреннего сгорания, причем немаловажную роль в работе двигателей выполняют шатуны, в которых должны быть обеспечены посадки с гарантированным зазором [7, 8] и с требуемым натягом [9, 10]. Повышение точности посадок верхней головки шатуна на поршневой палец и нижней головки шатуна на шатунную шейку коленчатого вала деталей требует использования более точных средств измерений и контроля [11, 12].

Цель метрологического обеспечения входного контроля шатунов двигателя – это гарантия соответствия качества поставляемых шатунов установленным требованиям, что обеспечивает надежную и безопасную работу двигателя.

Повышение качества сборки двигателя: использование качественных шатунов предотвращает преждевременный износ деталей и снижает риск поломок двигателя.

Снижение рисков: некачественные шатуны могут привести к серьезным последствиям, в том числе авариям.

Экономическая выгода: предотвращение брака на ранних стадиях производства экономит время и деньги.

Повышение доверия к продукции: обеспечение качества шатунов повышает репутацию производителя.

Задачи метрологического обеспечения входного контроля:

1. Проверка соответствия геометрических параметров:

Убедиться, что шатун имеет правильную форму и размеры, соответствующие требованиям чертежей и технических условий.

Методы:

1. Измерение длины: микрометр, штангенциркуль, лазерный измеритель.

2. Проверка качества материала и поверхности:

Убедиться, что материал шатуна соответствует требованиям по химическому составу, твердости и прочности.

Проверить шероховатость и чистоту поверхности шатуна, что необходимо для обеспечения правильного сопряжения с другими деталями двигателя.

3. Проверка наличия дефектов:

Обнаружить дефекты в структуре материала или поверхности шатуна, которые могут повлиять на его прочность и надежность.

4. Оценка соответствия требованиям документации:

Убедиться, что шатун соответствует всем требованиям, зафиксированным в чертежах, технических условиях, стандартах.

Методы контроля должны быть выбраны в зависимости от требований к шатунам, технологического процесса производства и доступного оборудования.

Все этапы входного контроля должны быть задокументированы для прослеживаемости и анализа качества.

Проводить входной контроль должны квалифицированные специалисты, прошедшие обучение по метрологии.

Методы метрологического обеспечения:

Визуальный контроль: осмотр на наличие дефектов.

Измерения: использование измерительных инструментов для проверки геометрических параметров.

Дефектоскопия: методы выявления внутренних дефектов (например, ультразвуковая дефектоскопия).

Механические испытания: проверка прочности, износостойкости.

Химический анализ: определение химического состава материала.

В таблице 1 представлены контролируемые параметры шатунов двигателя ЯМЗ 238 при ремонте.

Таблица 1 – Контролируемые параметры шатунов при ремонте

			Наименование детали	Обозначение		
			Шатун в сборе	236-1004045-Б3		
			Материал	Твердость		
			1. 236-1004050-В2 2. 236-1004055-Г2 3. 236-1004063-Б3 4. 236-1004062-Б3 5. 840.1006026-10 – сталебронзовая лента	241...277 НВ 36...41 НRC Бронза не менее 72 HRB		
Номер дефекта	Возможный дефект	Способ установления дефекта и средства контроля	Размер или параметр			
			Номинальный	Предельно допустимый		Заключение
	Без ре-монта	Для ре-монта				
1	Трещины или обломы на шатуне или крышке	Осмотр. Дефектоскоп	-	-	-	Браковать
2	Трещины или обломы болта шатун	Осмотр. Дефектоскоп	-	-	-	Заменить болт
3	Износ отверстия втулки под поршневой палец	Нутромер 50-100	50 ^{+0,031} ^{+0,040}	-	-	Заменить втулку

4	Задиры или износ отверстия под вкладышем	Осмотр. Нутромер 50-100. Болты должны быть затянуты С Мкр. 206±10Н при этом угол доворота должен быть 25...50°	Ø93 ^{-0,006} _{0,026}	- Задиры не допускаются	-	Браковать
---	--	--	--	----------------------------	---	-----------

Для контроля нижнего отверстия шатуна Ø93 мм в настоящее время применяется нутромер НИ 100 с погрешностью измерений $\Delta lim_{(1)} = 8$ мкм. Предлагается заменить его на нутромер цифровой НИЦ 100 с погрешностью измерений $\Delta lim_{(2)} = 3,5$ мкм.

Определим относительную погрешность измерения [13]:

$$A_{мет}(\sigma) = (\sigma_{мет} / T) \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $\sigma_{мет}$ – среднеквадратическое отклонение погрешности измерения,

$$\sigma_{мет} = \Delta lim / 2;$$

T – допуск контролируемого параметра.

Определим среднеквадратическое отклонение погрешности измерения [13]:

$$\sigma_{мет(1)} = \Delta lim_{(1)} / 2 = 8 / 2 = 4 \text{ мкм};$$

$$\sigma_{мет(2)} = \Delta lim_{(2)} / 2 = 3,5 / 2 = 1,75 \text{ мкм}.$$

В результате получим

$$A_{мет(1)}(\sigma) = (\sigma_{мет(1)} / T) \cdot 100 \% = (4 / 33) \cdot 100 \% = 12,1 \%;$$

$$A_{мет(2)}(\sigma) = (\sigma_{мет(2)} / T) \cdot 100 \% = (1,75 / 33) \cdot 100 \% = 5,3 \%.$$

Определим отношение допуска к среднеквадратическому отклонению [13]:

$$T / \sigma_{тех} = 33 / 9,17 = 3,6.$$

Определим параметры разбраковки:

m – количество неправильно принятых изделий в процентах от количества принятых, $m_{1(1)} = 1,8 \%$, $m_{1(2)} = 0,7 \%$;

n – количество неправильно забракованных изделий в процентах от количества годных, $n_{1(1)} = 4,7 \%$, $n_{1(2)} = 1,5 \%$;

Определим m и n – количество неправильно принятых и забракованных изделий в процентах от общего числа измеренных:

$$m = m_1 \cdot P_{\Gamma}; \quad (2)$$

$$m_{(1)} = m_{1(1)} \cdot P_{\Gamma} = 1,8 \cdot 0,9282 = 1,67 \%;$$

$$m_{(2)} = m_{1(2)} \cdot P_{\Gamma} = 0,7 \cdot 0,9282 = 0,65 \%;$$

$$n = n_1 \cdot P_{\Gamma}; \quad (3)$$

$$n_{(1)} = n_{1(1)} \cdot P_{\Gamma} = 4,7 \cdot 0,9282 = 4,36 \%;$$

$$n_{(2)} = n_{1(2)} \cdot P_{\Gamma} = 1,5 \cdot 0,9282 = 1,39 \%.$$

Экономия от сокращения неправильно забракованных деталей при более точных измерениях определим по формуле [14]:

$$\mathcal{E}_n = N \cdot C_{\text{д}} \cdot (n_{(1)} - n_{(2)}) \cdot 0,01, \quad (4)$$

где N – число измеренных деталей ($N = B$ при сплошном контроле).

Итоговый результат:

$$\mathcal{E}_n = 3000 \cdot 260 \cdot (4,36 - 1,39) \cdot 0,01 = 23166 \text{ р.}$$

Экономия от уменьшения количества неправильно принятых деталей при более точных измерениях определим по формуле [14]:

$$\mathcal{E}_m = B \cdot \mathcal{Z}_y \cdot (m_{(1)} - m_{(2)}) \cdot 0,01. \quad (5)$$

Итоговый результат:

$$\mathcal{E}_m = 3000 \cdot 2400 \cdot (1,67 - 0,65) \cdot 0,01 = 73440 \text{ р.}$$

Рекомендовано применение более точного средства измерения – цифрового нутромера НИЦ 100, применение более точного средства измерений позволяет получить значительную экономию от снижения количества неправильно принятых и неправильно забракованных шапунов, причем наибольшее влияние на величину эффекта оказывает снижение средних потерь при уменьшении погрешности измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Изд-во «Три-ада», 2020. – 232 с.
3. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 8. – С. 701-704.
4. Проектирование и анализ качества контрольных процессов на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.]. – М. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 95 с.
5. Леонов, О. А. Совершенствование методики проведения микрометража и дефектации шеек коленчатых валов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2007. – № 3-1 (23). – С. 81-85.
6. Инструментальный контроль дефектов коренных опор блока цилиндров / О. А. Леонов, В. К. Зимогорский, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 65-70.
7. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269.

8. Леонов, О. А. Определение предельных функциональных зазоров подшипника скольжения в условиях гидродинамической смазки / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Трение и износ. – 2024. – Т. 45, № 4. – С. 327-334.

9. Обоснование посадок соединений со шпонками / О. А. Леонов [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2022. – № 6. – С. 65-71.

10. Расчет посадок соединений упругих втулочно-пальцевых муфт с валами / О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 2. – С. 96-101.

11. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27.

12. Методика оценки брака: процесс контроля коренных шеек коленчатых валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45.

13. Инструментальный контроль дефектов коренных опор блока цилиндров / О. А. Леонов [и др.] // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 65-70.

14. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 5. – С. 421-426.

Об авторах:

Черномурова Екатерина Андреевна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

Научный руководитель – Вергазова Юлия Геннадьевна, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, vergazova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Ekaterina A. Chernomurova, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Yulia G. Vergazova, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), vergazova@rgau-msha.ru.

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ВОДОИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В РЕКУПЕРАТИВНОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ

Н. А. Шевкун

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Поддержание параметров микроклимата в оптимальном диапазоне в животноводческих помещениях является важным фактором, влияющим на продуктивность животных. Одним из ключевых параметров является температура, поддержание которой особенно в летний период немаловажно. В случае использования рекуперативных теплоутилизационных установок в системах микроклимата животноводческих помещений охлаждение приточного воздуха в летний период возможно организовать посредством водоиспарительного охлаждения. С этой целью рассмотрены способы и даны рекомендации по организации водоиспарительного охлаждения в рекуперативной теплоутилизационной установке.*

***Ключевые слова:** вентиляция, микроклимат, теплоутилизационные установки, водоиспарительное охлаждение, дезинфекция.*

TO THE QUESTION OF ORGANIZATION OF WATER-EVAPORATIVE COOLING IN RECUPERATIVE HEAT RECOVERY PLANT

N. A. Shevkun

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Maintenance of microclimate parameters in the optimal range in livestock buildings is an important factor affecting animal productivity. One of the key parameters is temperature, maintenance of which is important especially in summer period. In case of using recuperative heat recovery units in microclimate systems of livestock buildings cooling of supply air in summer period can be organized by means of water evaporative cooling. For this purpose the methods are considered and recommendations on organization of water-evaporative cooling in the recuperative heat recovery unit are given.*

***Keywords:** ventilation, microclimate, heat recovery units, evaporative cooling, disinfection.*

Превышение температуры в летний период в животноводческих помещениях выше оптимальных значений негативно сказывается на продуктивности животных [1-3]. Обеспечить требуемые температурные режимы возможно за счет охлаждения приточного воздуха, подаваемого в помещения.

Охлаждение воздуха при его кондиционировании возможно осуществить посредством водоиспарительного охлаждения. Реализовать водоиспарительное охлаждение можно двумя способами: путем распыла жидкости с помощью форсунок, эжекторов или центробежных распылителей или за счет применения орошаемых поверхностей [4]. Широкое распространение для охлаждения воздуха получили форсуночные камеры орошения (ФКО). Данные камеры могут быть политропными или адиабатными. Политропные ФКО довольно широко применялись в нашей стране и их ключевой особенностью является то, что в зависимости от расхода и температуры распыляемой воды можно увлажнять, охлаждать и даже осушать обрабатываемый воздух, тем самым с высокой точностью поддерживать температуру и относительную влажность приточного и, соответственно, внутреннего воздуха [5]. Адиабатные камеры большее распространение получили за рубежом и применяются в основном только для увлажнения воздуха, требуют дополнительной установки поверхностных воздухоохладителей, в которых регулирование температуры воздуха сопровождается регулируемым процессом его осушки с изменением влагосодержания. В холодный период воздухоохладитель не эксплуатируется и создает дополнительное аэродинамическое сопротивление в системе микроклимата [5, 6].

Сравнительный анализ энергоэффективности существующих систем охлаждения указывает на более высокую эффективность применения орошаемых поверхностей, в частности орошаемых панелей [4].

Эффект охлаждения воздуха посредством орошаемых панелей реализован в конструкции рекуперативной теплоутилизационной установки (рисунок 1). Установка состоит из полимерного теплообменника, представляющего собой самонесущую конструкцию, на котором смонтированы приточные и вытяжные вентиляторы, поддон и система охлаждения приточного воздуха [7]. Теплообменник представляет конструкцию из сотового поликарбоната. Охлаждение приточного воздуха обеспечивается за счет распыла охлаждающей воды в каналы сотового поликарбоната, из которого изготовлен теплообменник. Предполагается, что данная система одновременно с

охлаждением приточного воздуха может выполнять функцию промывки и дезинфекции поверхностей теплообменного аппарата, так как в процессе эксплуатации на поверхностях образуются отложения загрязняющие поверхности и являющиеся благоприятной средой для развития патогенной или условно патогенной микрофлоры.

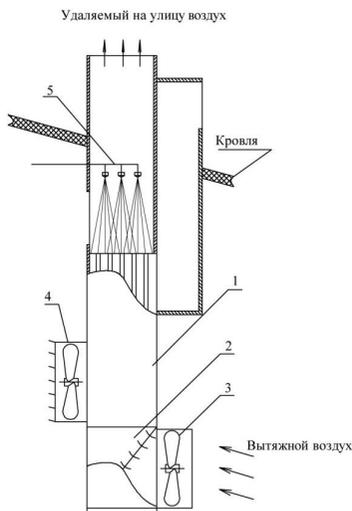


Рисунок 1 – Схема теплоутилизационной установки с орошаемыми панелями:

1 – теплообменник; 2 – поддон; 3 – вытяжной вентилятор; 4 – приточный вентилятор; 5 – система охлаждения

При решении вопросов, связанных с охлаждением воздуха посредством орошаемых панелей и возможностью их промывки и дезинфекции необходимо учитывать различные режимы функционирования системы, так как для режима охлаждения необходимо обеспечить прилипание капель на охлаждаемую поверхность теплообменника с целью формирования пленки для повышения теплоотдачи. Толщина формируемой пленки [4, 8, 9] будет зависеть от геометрических параметров орошаемой поверхности и объемной концентрации газовой среды.

$$\delta = 0,125 \left(P_i - \sqrt{(-P_i)^2 - 16 \cdot S_i \cdot (1 - \gamma)} \right), \quad (1)$$

где S_i – соответственно площадь трубки, м²; P_i – периметр трубки, м.

Объемная газовая концентрация может быть выражена формулой:

$$\gamma \approx \frac{W}{W + Q_B}, \quad (2)$$

где W – расход воздуха в охладителе, м³/ч., Q_B – расход воды в охладителе, м³/ч.

Учитывая неизменность геометрических параметров орошаемой поверхности и постоянство расхода воздуха ключевым фактором, влияющим на толщину формируемой водяной пленки, будет являться расход воды, подаваемой на охладитель. В свою очередь подаваемый на охладитель расход воды необходимо оптимизировать из условий формирования безотрывного пленочного течения охлаждающей воды по теплообменной поверхности в условиях минимальных размеров трубки [10].

В случае функционирования системы в режиме промывки, скорость распыляемой жидкости должна быть достаточной для снятия с теплообменных поверхностей имеющихся загрязнений.

На эффективность процессов тепло- и массопереноса влияет распределение жидкости в объеме камеры, а на это влияет равномерность распыла форсунки, дисперсность распыла, количество и расположение форсунок в камере.

Экспериментальные исследования функционирования форсунок, применяемых в камерах орошения проведенные НИЦ «ИНВЕНТ» (АВОК) показали на неравномерность распыла жидкости формирующей зоны с максимальным и минимальным распределением воды. Выявленная неравномерность объясняется конструктивными особенностями форсунок.

Таким образом, для обеспечения эффективного и равномерного распыла жидкости по теплообменной поверхности необходимо решить задачу по оптимизации расхода охлаждающей воды для пленочного течения при условии ограниченных параметров охладительной трубки в изменяемом диапазоне расхода воздуха в охладителе с учетом расположения и конструктивные особенности форсунок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ распределения давления в воздушном потоке по длине воздуховода / Н. Г. Кожевникова, Н. А. Шевкун, А. В. Драный, А. А. Цымбал // Сборник научных трудов Седьмой Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения Академика А.В. Лыкова. – 2020. – С. 282-286.

2. Economic evaluation of innovative engineering solutions in animal husbandry / N. V. Sergeeva, V. N. Arinichev, N. A. Shevkun, E. A. Ovsianikova, Ya. S. Chistova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – 677. – P. 022036.

3. Рекуперативная установка с системой корректирования направления вектора потока приточного воздуха / И. Ю. Игнаткин, А. В. Архипцев, Н. А. Шевкун, Е. А. Овсянникова, В. А. Шевкун, О. М. Мельников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 183. – С. 1-11.

4. Developing and testing the air cooling system of a combined climate control unit used in pig farming / I. Yu. Ignatkin, S. P. Kazantsev, N. A. Shevkun, D. M. Skorokhodov, N. V. Serov, A. Yu. Alipichev, V. A. Panchenko // Agriculture. – 2023. – № 13(2):334.

5. Тарабанов, М. Г. Энергоэффективные камеры орошения для систем вентиляции и кондиционирования воздуха [Электронный ресурс] / М. Г. Тарабанов, Д. В. Прилепский – Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5291 (дата обращения: 25.10.2024).

6. Об особенностях организации реверсивного оттаивания в рекуператорах теплоты вытяжного воздуха / И. Ю. Игнаткин, Н. А. Шевкун, А. В. Архипцев, Н. Г. Кожевникова, Д. М. Скороходов // Агроинженерия. – 2022. – Т. 24. – № 6. – С. 15-19.

7. Патент на полезную модель № 220970 U1 Российская Федерация, МПК А01К 29/00. Теплоутилизационное устройство : № 2023109496 : заявл. 13.04.2023 : опубл. 11.10.2023 / Н. А. Шевкун, И. Ю. Игнаткин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

8. Поцелуев, А. А. система водо- и теплообеспечения технологических процессов обслуживания КРС / А. А. Поцелуев, И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 59-66.

9. Практикум по гидравлике : учебное пособие / Н. Г. Кожевникова, Н. П. Тогунова, А. В. Ешин, Н. А. Шевкун, В. Ф. Кривчанский. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 248 с.

10. Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования : практикум / Н. Г. Кожевникова, А. В. Ешин, Н. А. Шевкун, А. В. Драный. – М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 115 с.

11. Экспериментальные исследования условий распыла жидкостей посредством воздушного потока / Н. Г. Кожевникова, Н. А. Шевкун, В. А. Шевкун, А. В. Драный // Агроинженерия. – 2021. – № 6(106). – С. 32-37.

12. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

Об авторе:

Шевкун Николай Александрович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат сельскохозяйственных наук, energo-shevkun@rgau-msha.ru.

About the author:

Nikolai A. Shevkun, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Agriculture), energo-shevkun@rgau-msha.ru.

ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНОЙ ПОДВЕСКИ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Н. В. Шелест

Научный руководитель – **А. В. Евграфов**

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность использования адаптивной подвески для улучшения эксплуатационных характеристик сельскохозяйственной техники. В ней описываются современные технологии, которые помогают тракторам и комбайнам лучше справляться с неровными участками.

Ключевые слова: адаптивная подвеска, сельское хозяйство, тракторы с использованием ИИ.

THE USE OF ADAPTIVE SUSPENSION FOR AGRICULTURAL MACHINERY

N. V. Shelest

Scientific advisor – **A.V. Evgrafov**

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. This article discusses the possibility of using adaptive suspension to improve the performance of agricultural machinery. It describes modern technologies that help tractors and combines to cope better with uneven areas.

Keywords: adaptive suspension, agriculture, tractors using AI.

Для начала, что такое адаптивная подвеска. Принципиальная схема представлена на рисунке 1.

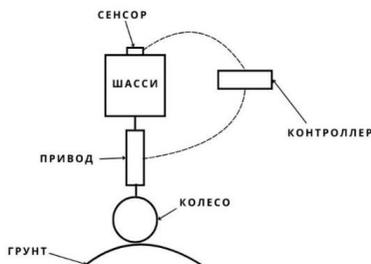


Рисунок 1 – Принципиальная схема адаптивной подвески

Это современная система, которая регулирует амортизаторы в зависимости от условий работы. Она автоматически подстраивается под рельеф местности или вес машины, обеспечивая плавный ход и лучшее сцепление с дорогой. Благодаря множеству датчиков, система определяет скорость, угол наклона и состояние поверхности, после чего изменяет жесткость подвески. Это делает технику более устойчивой, а операцию комфортной для водителя, особенно на неровных полях.

Сельскохозяйственная техника работает на различных типах почвы – от мягкого песчаного грунта до твердых каменистых участков. Например, при работе на мягком грунте подвеска может уменьшать давление на землю, предотвращая застревание техники. На твердой почве подвеска может стать более жесткой для улучшения устойчивости. Адаптивная подвеска может автоматически адаптироваться к условиям работы, изменяя свои характеристики в зависимости от типа почвы, пример рисунок 2.



Рисунок 2 – Работа комбайна на мягком грунте

Это особенно актуально для техники, работающей в условиях многослойных полей, где тип почвы может варьироваться от одного участка к другому. Тракторы и комбайны с адаптивной подвеской лучше справляются с этими условиями, что в итоге увеличивает эффективность сельскохозяйственной работы.

Адаптивная подвеска может эффективно компенсировать вес и влияние навесного оборудования, поддерживая баланс и распределяя нагрузку по всей машине. Это предотвращает преждевременный износ отдельных компонентов и увеличивает срок службы техники. Современные сельскохозяйственные машины, такие как комбайны и тракторы, часто оснащены тяжёлыми навесными орудиями как на рисунке 3.



Рисунок 3 – Трактор с посевным комплексом

Например, при использовании плугов или сеялок трактор с адаптивной подвеской может изменять свои параметры для более равномерного распределения нагрузки, что улучшает устойчивость машины и снижает её износ. Это особенно важно при работе на сложных рельефах или при длительной эксплуатации. Современные сельскохозяйственные машины всё чаще оснащаются системами автопилотирования и GPS-навигацией, которые позволяют работать более точно и эффективно. Адаптивная подвеска может интегрироваться с такими системами, автоматически подстраивая характеристики машины под данные о рельефе, передаваемые навигационными системами. Например, если система GPS фиксирует участок с неровным грунтом впереди, подвеска может заранее подготовить машину, изменив высоту и жесткость амортизаторов. Это позволяет технике более эффективно справляться с изменениями рельефа и снижать риск поломок или непредвиденных ситуаций.

Вывод

Адаптивная подвеска в сельском хозяйстве открывает новые возможности для повышения эффективности и безопасности работы.

Благодаря способности подстраиваться под условия работы, такие как тип грунта, рельеф и вес груза, эта система позволяет увеличить производительность техники, снизить затраты на обслуживание и повысить комфорт операторов. В будущем применение адаптивной подвески в сельскохозяйственной технике будет только расти, помогая справляться с вызовами сложных условий работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куликов, И. С. Штрихкодирование при грузоперевозках: проблемы и перспективы внедрения / И. С. Куликов, Ж. М. Хасанов, Д. А. Москвичев // Чтения академика В. Н. Болтинского, посвященные 300-летию Российской академии наук : сборник статей, Москва, 17-18 января 2024 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 147-153.
2. The Sowing of Grain Crops in Dry Conditions / I. N. Krasnov, I. A. Kravchenko, V. V. Miroshnikova, T. N. Tolstoukhova // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2017. – Vol. 8, No. 4. – P. 957-963.
3. Москвичев, Д. А. Применение интеллектуальных и роботизированных систем в сельском хозяйстве / Д. А. Москвичев // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К. А. Тимирязева : сборник статей, Москва, 05-07 июня 2023 года. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2023. – С. 554-557.
4. Москвичев, Д. А. Проектирование автотранспортных предприятий : учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / Д. А. Москвичев, Е. А. Евграфов, А. С. Гузалов. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – 70 с.
5. Москвичев, Д. А. Совершенствование методов технического обслуживания перспективных автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москвичев Дмитрий Александрович, 2023. – 250 с.
6. Патент № 2688319 С1 Российская Федерация, МПК А01С 1/06. Увлажнительная машина для семян : № 2018123406 : заявл. 27.06.2018 : опубл. 21.05.2019 / И. Н. Краснов, И. А. Кравченко, А. В. Касьяненко [и др.] ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Биоагротехнология».
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683359 Российская Федерация. «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей»: № 2024682911: заявл. 02.10.2024; опубл. 14.10.2024 / Д. А. Москвичев, А. С. Гузалов, О. А. Евграфов, Д. А. Филимонов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».
8. Темченко, Г. А. Анализ искусственного интеллекта в автомобилях / Г. А. Темченко // Чтения академика в. Н. Болтинского, посвященные 300-летию

Российской академии наук : сборник статей, Москва, 17-18 января 2024 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 154-160.

9. Луханин, В. А. Оптимизация параметров аппарата для поверхностного распределения минеральных удобрений при традиционном вращении дисков / В. А. Луханин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 76. – С. 463-472.

10. Цветков, П. К. Использование аддитивных технологий в автомобильном производстве / П. К. Цветков, Д. А. Москвичев // Чтения академика в. Н. Болтинского, посвященные 300-летию Российской академии наук : сборник статей, Москва, 17-18 января 2024 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 142-146.

11. Черноволов, В. А. Расчет параметров дозирующего устройства распределителя минеральных удобрений для работы в системе координатного земледелия / В. А. Черноволов, В. А. Луханин, А. Б. Локтев // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – 2013. – № 5. – С. 200-207.

12. Экспериментальные исследования влияния освещения на эвтрофикацию водоемов и работу систем капельного орошения / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, Д. А. Москвичев [и др.] // Природообустройство. – 2024. – № 3. – С. 6-12. – DOI 10.26897/1997-6011-2024-3-6-12.

Об авторах:

Шелест Никита Викторович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Евграфов Алексей Владимирович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, a.v.evgrafov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Nikita V. Shelest, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Alexey V. Evgrafov, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), a.v.evgrafov@rgau-msha.ru.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

А. В. Шкалыгин

Научный руководитель – И. С.-Х. Мусаев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Неотъемлемой частью современного управления качеством транспортных услуг также является управление взаимоотношениями с потребителями (CRM – Customer Relationship Management). Система CRM позволяет устанавливать длительные и доверительные отношения с клиентами, а также знать и учитывать их предпочтения и потребности. Это ведет к созданию более персонализированных услуг и повышению уровня удовлетворенности клиентов. Гармонизация системы управления предприятием на основе качеств требует интеграции различных подходов и методик управления в единое целое. Здесь на помощь приходят принципы системного подхода, который предполагает рассмотрение транспортного предприятия как совокупности взаимосвязанных элементов. Комплексное рассмотрение всех аспектов деятельности предприятия способствует созданию гибкой, адаптивной и устойчивой системы управления качеством, отвечающей современным требованиям и ожиданиям рынка.*

***Ключевые слова:** транспортная услуга, материальный поток, инфраструктура, перегруз, процесс, техническое обслуживание.*

IMPROVING THE EFFICIENCY OF LOGISTICS ROAD TRANSPORTATION

A. V. Shkalygin

Scientific advisor – I. S.-Kh. Musaev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Customer Relationship Management is also an integral part of modern transportation service quality management. CRM allows to establish long-term and trustful relationships with customers, as well as to know and take into account their preferences and needs. This leads to more personalized services and higher customer satisfaction. Harmonizing a quality-based enterprise management system requires the integration of different management approaches and techniques into a unified whole. Here the principles of the system approach come to the rescue, which implies consideration of a transportation enterprise as a set of interrelated elements. The integrated consideration of all aspects of the enterprise's activities contributes to the creation of*

a flexible, adaptive and sustainable quality management system that meets modern requirements and market expectations.

Keywords: *transport service, material flow, infrastructure, overload, process, maintenance.*

Введение

Конкуренция на рынке транспортных услуг продолжает усиливаться, вызывая необходимость совершенствования как количественных, так и качественных показателей их развития. Увеличение конкуренции приводит к росту ожиданий потребителей относительно точности, надежности и безопасности транспортных операций [1-3]. Для многих компаний это означает необходимость внедрения передовых технологий и инновационных решений, таких как автоматизация процессов, использование искусственного интеллекта для прогнозирования потребностей и улучшения логистики.

На современном этапе развития мировой экономики, особенно в контексте глобальной пандемии, наблюдается значительное увеличение спроса на транспортные услуги. Это связано как с ростом объема электронных коммерческих операций, так и с изменениями в логистических цепочках, вызванными перебоями в поставках и необходимостью доставки продуктов первой необходимости. Пандемия также ускорила технологические изменения в секторе, стимулируя развитие бесконтактных и дистанционных сервисов [2-4].

Однако, наряду с ростом спроса и технологий, появляется множество новых вызовов, связанных с устойчивостью и экологичностью транспортных услуг. Компании вынуждены учитывать не только экономические, но и экологические аспекты своей деятельности. Переход на более экологически чистые виды транспорта, использование возобновляемых источников энергии и оптимизация маршрутов для снижения выбросов углекислого газа становятся важными факторами достижений в отрасли. Всё это требует комплексного подхода и стратегических инвестиций, что в условиях возрастающей конкуренции оказывается задачей не из легких.

Транспортные услуги остаются ключевым звеном, которые связывают все важные сферы жизнедеятельности человека [3-7]. После небольшого понижения числа транспортных услуг, в условиях мирового экономического кризиса, появилась повышенная потребность в новых транспортных услугах. Качество транспортной услуги, в большей части, является результатом деятельности, непосредственному контакту с потребителями. Конечный результат обеспечивается

разумной организацией материальных потоков, включающий в себя: снабжение комплектующими изделиями, горючими и смазочными материалами, организацией процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей, выбором наиболее оптимальных маршрутов и графиков, которые отвечают потребностям клиентов [8-12].

Цель исследования

Расширение качества и количества услуг в сфере перевозок автомобильным транспортом, расширение инновационными технологиями, повышение стандартов обслуживания. Оптимизировать маршруты, минимизировать простои и повысить общую эффективность деятельности транспортных компаний. Подготовка, для высокого уровня клиентского сервиса, включая своевременную информацию о статусе доставки и возможность оперативного решения любых возникающих вопросов, увеличение доверия и лояльности клиентов. Успешное расширение качества и количества услуг в сфере автомобильных перевозок, сбалансирование и сочетания технологических инноваций, инфраструктурных улучшений, повышенного внимания к потребностям клиентов.

Задачи:

1. Формирование необходимого нормативного правового регулирования.
2. Корректировка и опережающее принятие новых технических требований (технических регламентов и стандартов).

Материалы и методы исследования

Реализация плана мероприятий направлена на создание условий для вывода на рынок новых товаров и услуг. Достижение данных целей будет осуществляться путем решения следующих задач: формирование обязательного нормативного правового регулирования, обеспечивающего наименьший востребованный объем норм для вывода на рынок новых продуктов и выхода на рынок новых видов предпринимательской деятельности, реализация новых бизнес-моделей.

Корректировка и опережающее принятие новых технических требований, которые позволяют, с одной стороны, обеспечить гарантии качества изготавливаемой продукции и безопасность общества при ее потреблении, повышать экспорт отечественной продукции и соответствующих технологий. С другой стороны – в срок устранять правовые ограничения, которые препятствуют применению новых технологий в сферах реализации плана мероприятий.

Результаты исследования

Разработка плана мероприятий, позволит создать необходимое нормативное правовое и нормативное техническое обеспечение выполнения плана мероприятий в указанные сроки. Предполагающий результат реализации плана мероприятий является создание нужного нормативного правового регулирования для:

- создания новых технологий, продуктов, товаров, услуг, на рынках, которые возникают в результате реализации плана мероприятий;
- увеличение качества и количества услуг, которые производятся при перевозке автомобильным транспортом, по новым бизнес-моделям;
- разработка методов наиболее оптимального автоматизированного управления дорожным движением, выбор короткого маршрута для движения каждого автомобиля, передавшего в телематическую транспортную систему, информацию о пунктах назначения, также усовершенствование использования парков автотранспортных средств для перевозки грузов;
- обеспечения развития технологий активной помощи водителю, автономное вождение и применение соответствующих технологий в различных сферах экономики.

Выводы

Таким образом, реализация плана мероприятий направлена на обеспечение приоритетных позиций российских компаний на формируемых глобальных рынках, которые предусмотрены планом мероприятий. Ключевыми направлениями которого являются развитие и продвижение, в том числе на формирующиеся глобальные рынки, продукции и услуг в сфере мультимодальной логистики, включая создание и развитие сервисных телематических платформ, платформ «взаимодействия для совместного пользования» и других платформенных решений в сфере «подключенные автомобили», навигационных технологий, систем содействия водителю, технологий кибербезопасности, современных систем беспроводной связи, технологий в сфере микроэлектротранспорта, иных использующих альтернативные виды топлива автотранспортных средств, связанных с ними сервисов, также решений в сфере контрактной логистики, перевозок пассажиров и грузов, сервисных решений в сфере логистической инфраструктуры и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беляев, В. М. Грузовые перевозки / В. М. Беляев. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 176 с.
2. Неруш, Ю. М. Транспортная логистика : учебник для академического бакалавра / Ю. М. Неруш. – М. : Издательство Юрайт, 2016.
3. Горев, А. Э. Организация перевозок грузов : учебник // А. Э. Горев. – СПб, Академия, 2013. – 304 с.
4. Савин, В. И. Перевозки грузов автомобильным транспортом: справоч. пособие / В. И. Савин. – 2-е изд., перераб и доп. – М. : Дело и Сервис, 2014 – 544 с.
5. Пеньшин, Н. В. Оценка эффективности функционирования автомобильного транспорта / Н. В. Пеньшин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2018 – Т.2, № 1(11). – С. 89-98.
6. Гусев С. С. Цифровая трансформация в сервисно-эксплуатационной сфере : учебник / С. С. Гусев, В. Н. Пряхин, М. А. Карапетян. – М. : ООО «Мегаполис», 2024. – 130 с.
7. Гусев С. С. Восстановление качества отработанных нефтяных масел с помощью ПГС-полимеров на сельскохозяйственных предприятиях автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина. – Москва, 2006.
8. Гусев, С. С. Очистка нефтяных масел от механических загрязнений / С. С. Гусев А. А. Андреев, А. С. Апатенко // Естественные и технические науки. – 2021. – № 7 (158). – С. 243-251.
9. Патент на полезную модель № 47335 U1 Российская Федерация, МПК В65D 88/02. Резервуар для жидкостей : № 2005103727/22 : заявл. 14.02.2005 : опубл. 27.08.2005 / В. П. Коваленко, А. В. Литовченко, Е. А. Улюкина, С. С. Гусев.
10. Эффективность регенерации отработанных нефтяных масел с помощью ПГС-полимеров / С. С. Гусев, В. П. Коваленко, Е. А. Улюкина, Е. Н. Пирогов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2004. – № 1(6). – С. 102-107.
11. Гусев, С. С. Водоподготовка на объектах агропромышленного комплекса / С. С. Гусев, Е. А. Улюкина, Л. Л. Михальский // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2012. – № 3(54). – С. 19-22.
12. Использование ПГС-полимеров для очистки жидкостей в сельскохозяйственном производстве / В. П. Коваленко, К. Я. Лесной, С. С. Гусев, И. Н. Леонов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2003. – № 1. – С. 10.

Об авторах:

Шкалыгин Александр Владимирович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), shkalyg@bk.ru.

Научный руководитель – Мусаев Исмаил Саид-Хасанович, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), musaev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Alexander V. Shkalygin, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), shkalyg@bk.ru.

Scientific advisor – Ismail S.-Kh. Musaev, senior lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), musaev@rgau-msha.ru.

ОПРЕСНЕНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ В МАЛЫХ ХОЗЯЙСТВАХ РОССИИ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО И КАСПИЙСКОГО МОРЕЙ

Ю. А. Гаврикова

Научный руководитель – С. П. Рудобашта

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается методика, основные параметры и процесс опреснения морской воды в малых хозяйствах России.

Ключевые слова: опреснение, морская вода, мембранная дистилляция.

SEAWATER DESALINATION IN SMALL FARMS IN RUSSIA LO- CATED ON THE COAST OF THE BLACK AND CASPIAN SEAS

Yu. A. Gavrikova

Scientific advisor – S. P. Rudobashta

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article deals with the methodology, basic parameters and process of seawater desalination in small farms in Russia.

Keywords: desalination, seawater, membrane distillation.

На побережье у Черного и Каспийского морей России имеет место острая нехватка пресной воды. Для получения пресной воды в больших количествах в районе Каспийского моря используются выпарные (дистилляционные) установки. Из-за большой теплоты парообразования воды (на испарение 1 кг воды при 0°С требуется 2500 кДж теплоты) они требуют больших затрат энергии. В малых (например, фермерских) хозяйствах для получения пресной воды можно использовать метод мембранной дистилляции, который характеризуется низкими энергозатратами [1]. Применительно к процессу опреснения морской воды у побережья Черного и Каспийского морей методом мембранной дистилляции (МД) в летний период можно нагревать воду, используя солнечную радиацию, которая в этом регионе очень высока и позволяет нагреть воду до 75°С [2]. Отметим, что нагрев воды на горячей стороне мембраны необходим при мембранной дистилляции. К

достоинствам мембранной дистилляции относятся такие факторы, как: высокая селективность разделения раствора, отсутствие высокого давления в аппарате, возможность использования низкопотенциальной теплоты и нетрадиционных источников энергии, возможность разделения растворов термолабильных веществ, экологичность [3].

Цель работы – рассмотреть возможность и целесообразность применения мембранной дистилляции для опреснения морской воды в малых хозяйствах на побережье Каспийского и Черного морей.

Сущность мембранной дистилляции заключается в том, что берется высокопористая гидрофобная мембрана с размером пор $0,1 \dots 1$ мкм, по одну сторону которой размещается разделяемый горячий раствор, а по другую – холодная вода (например, охлажденный и сконденсированный пермеат). Пермеат – это водяной пар, прошедший через мембрану. Вода испаряется на горячей стороне мембраны, пар диффундирует по порам мембраны и конденсируется на ее холодной стороне. Таким образом, происходит разделение раствора нелетучих веществ (в нашем случае – отделение воды от растворенных в ней минеральных солей, которые являются нелетучими, т. е. не испаряются). Диаметр пор мембраны должен быть в диапазоне $0,1 \dots 1$ мкм, потому что при диаметре пор $< 0,1$ мкм низка производительность мембраны, а при диаметре пор > 1 мкм происходит проскок растворенных в воде веществ на холодную сторону мембраны [1]. Рисунок 1а иллюстрирует процесс мембранной дистилляции.

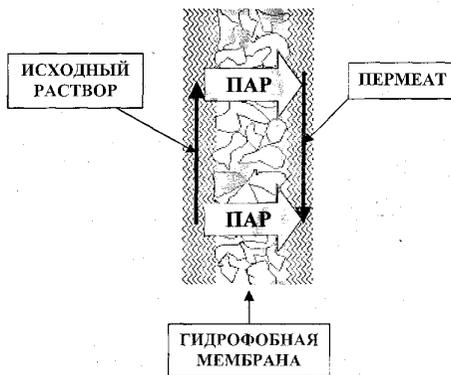


Рисунок 1 - Схема мембранной дистилляции

Температурная и концентрационная поляризация поляризации. При мембранной дистилляции наблюдаются эффекты

температурной и концентрационной поляризации, которые снижают производительность мембраны. Температурная поляризация состоит в том, что температура поверхности мембраны на ее горячей стороне ниже, чем в ядре горячего потока, а температура холодной поверхности мембраны, наоборот, выше, чем температура в ядре холодного потока. Это приводит к снижению перепада давлений пара на мембране и, как следствие, к уменьшению потока пара через нее. В [4] получены зависимости, позволяющие рассчитать температуры у поверхностей мембраны и тем самым учесть эффект температурной поляризации.

Под концентрационной поляризацией понимают отличие концентрации растворённого вещества у горячей поверхности мембраны от её значения в ядре горячего потока. Повышенная концентрация растворённого вещества у горячей поверхности мембраны имеет следствием возрастание вязкости теплового пограничного слоя, что снижает коэффициент теплоотдачи α_r у горячей поверхности мембраны и усиливает эффект температурной поляризации. Кроме того, более высокая концентрация раствора вызывает эффект температурной депрессии, выражающийся в снижении давления пара над раствором по сравнению с давлением насыщения пара над чистым растворителем. Это выражается в снижении давления пара над раствором по сравнению с давлением насыщения пара над чистым растворителем. Понижение этого давления уменьшает движущую силу процесса МД, что, как результат, вызывает уменьшение плотности потока пара через мембрану, т.к. уменьшается движущая сила процесса МД и, как результат уменьшается плотность потока пара через мембрану. В [5] были получены зависимости, позволяющие учесть эффект концентрационной поляризации при МД морской воды.

Анализ процесса МД при опреснении морской воды на побережье Каспийского и Черного морей. На основе зависимостей, приведенных в [1, 5], в работе расчетным путем был проведен анализ процесса применения МД для опреснения морской воды на побережье Каспийского и Черного морей, который показал возможность и целесообразность применения этой технологии. Расчеты были проведены для МД-установки производительностью $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ по пермеату. Была рекомендована к использованию МД-установка с солнечным коллектором для нагрева опресняемой морской воды и грунтовым теплообменником для охлаждения пермеата грунтовыми водами с последующим его использованием для конденсации пермеата и отбора полученного

продукта (дистиллята). Установка функционирует в непрерывном режиме.

Заключение. Выполнен анализ возможности применения процесса мембранной дистилляции для опреснения морской воды Черного и Каспийского морей в условиях малого (фермерского) хозяйства, показавший целесообразность ее применения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рудобашта, С. П. Экспериментальное исследование процесса мембранной дистилляции при опреснении морской воды / С. П. Рудобашта, С. Ю. Махмуд // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2010. – Том 53, Вып. 1. – С. 108-112.
2. Рудобашта, С. П. Опреснение морской воды энергосберегающим методом мембранной дистилляции / С. П. Рудобашта, С. Ю. Махмуд // Промышленная теплотехника. – 2003. – Т. 25. № 6. – С. 75-83.
3. Брык, М. Т. Мембранная дистилляция / М. Т. Брык, Р. Р. Нигматуллин // Успехи химии. – 1994. – Т. 63. № 12. – С. 1114-1129.
4. Рудобашта, С. П. Диффузионная теплопроводность при мембранной дистилляции / С. П. Рудобашта, И. Б. Ёлкина, С. Н. Грачёв // Труды Второй Российской национальной конференции по теплообмену в 8 томах. 26-30 октября 1998. Т. 3. Свободная конвекция. Теплообмен при химических превращениях. – М. : МЭИ, 1998. – 261 с.
5. Рудобашта, С. П. Математическое моделирование процесса мембранной дистилляции / С. П. Рудобашта, С. Ю. Махмуд // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2012. – Т. 55. Вып. 11. – С. 100-104.
6. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.
7. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

Об авторах:

Гаврикова Юлия Александровна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Рудобашта Станислав Павлович, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, srudobashta@rgau-msha.ru.

About the authors:

Yulia A. Gavrikova, master's Student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Stanislav P. Rudobashta, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), srudobashta@rgau-msha.ru.

ЭЛЕМЕНТ ПЕЛЬТЬЕ. ЭФФЕКТ ПЕЛЬТЬЕ, ЭФФЕКТ ЗЕЕБЕКА

М. И. Логинова, Е. С. Кононенко

Научный руководитель – Д. С. Карлаков

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Известна нагревательная способность электрического тока, однако не многие знают, что с помощью него можно также охлаждать различные предметы. Существуют такие радиоэлементы, которые при подаче на них электрического тока вырабатывают холод. В 1834 году французский физик Жан Пельтье обнаружил поглощение тепла при прохождении электрического тока через контакт двух разнородных проводников, вследствие чего наблюдалось понижение температуры в месте контакта проводников. Таким образом, элемент Пельтье является термоэлектрическим преобразователем, принцип действия которого основан на разности температур при протекании электрического тока. Это устройство нашло широкое применение в электронике, аэрокосмической, автомобильной и других видах промышленности за счет простоты и надежности использования.

Ключевые слова: элемент Пельтье, эффект Пельтье, эффект Зеебека, разница температур, охлаждение.

PELTIER ELEMENT. PELTIER EFFECT, SEEBECK EFFECT

M. I. Loginova, E. S. Kononenko

Scientific advisor – D. S. Karlakov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The heating ability of electric current is known, but not many people know that it can also be used to cool various objects. There are radio cells that produce cold when electric current is applied to them. In 1834, French physicist Jean Peltier discovered the absorption of heat during the passage of electric current through the contact of two dissimilar conductors, resulting in a decrease in temperature at the point of contact conductors. Thus, the Peltier element is a thermoelectric transducer, the principle of operation of which is based on the difference in temperature during the flow of electric current. This device has found wide application in electronics, aerospace, automotive and other types of industry due to the simplicity and reliability of use.

Keywords: Peltier element, Peltier effect, Seebeck effect, temperature difference, cooling.

Этот эффект был открыт в 1834 году французским физиком Жаном Пельтье, а несколько лет спустя этот же эффект исследовал русский физик Эмилий Ленц. Он выяснил, что если стержни из висмута и сурьмы привести в плотный контакт и в место контакта капнуть воды, то при пропускании через спай постоянного тока определенного направления вода превратится в лед, а при пропускании тока противоположного направления лед быстро тает.

Таким образом, Ленц наглядно продемонстрировал, что в эффекте Пельтье тепло может поглощаться или выделяется в зависимости от направления протекающего через спай электрического тока.

Эффект Пельтье заключается в том, что при пропускании постоянного электрического тока через два спаянных разнородных проводника, происходит перенос энергии от одного проводника к другому, помимо джоулевого тепла [3], в месте спая выделяется или поглощается тепло [1].

$$Q_n = P_{ab} \cdot I \cdot t \quad (1)$$

Количество выделенного или поглощенного в ходе данного процесса тепла Q_n , будет пропорционально силе тока I , времени его протекания t , а также коэффициенту Пельтье – P_{ab} , характерному для данной пары спаянных проводников. Коэффициент Пельтье зависит от природы контактирующих веществ и температуры.

Эффект Зеебека – это возникновение термоэлектрической ЭДС (ТЭДС) в электрической цепи, состоящей из разнородных проводников или полупроводников, и вместе с ней возникающих электрический ток, направление движения которого зависит от нагревания или охлаждения места спая проводников. Это эффект, обратный эффекту Пельтье. Пара разнородных материалов, используемых для получения ТЭДС, называется термопарой. ТЭДС – E и вызываемый ею электрический ток обращается в нуль, когда наблюдается отсутствие разности температур двух материалов, находящихся в контакте.

$$E = \alpha \cdot (T_a - T_b), \quad (2)$$

где α – коэффициент ТЭДС, зависящий от материала, из которого изготовлена термопара, и от температуры; T_a и T_b – температуры горячего и холодного проводников в термопаре [3].

Материалы и методы

Причина возникновения эффекта Пельтье заключается том, что в месте контакта двух веществ имеется контактная разность потенциалов, которая порождает контактное электрическое поле между ними.

Если через этот контакт пропустить электрический ток, то это поле будет либо способствовать прохождению тока, либо наоборот, мешать его прохождению. Если ток направлен против вектора напряженности контактного поля, то источник прикладываемой ЭДС должен совершить работу, и энергия источника будет выделяться в месте контакта, что приводит к нагреванию места спая.

Если ток источника будет сонаправлен по отношению к вектору напряженности контактного поля, то поле совершит дополнительную работу по перемещению зарядов, что приведет к охлаждению места контакта двух проводников.

Рассмотрим процесс, происходящий в полупроводниках. Полупроводники отличаются уровнями энергий электронов в зоне проводимости. При прохождении электрона через место спая двух материалов, электрон приобретает дополнительную энергию, чтобы перейти в более высокоэнергетическую зону проводимости другого полупроводника пары. При этом происходит охлаждение места контакта полупроводников. При протекании тока в обратном направлении дополнительно к теплу, выделяющемуся по закону Джоуля-Ленца, происходит нагревание места контакта полупроводников.

Элемент Пельтье (рисунок 1) – это термоэлектрический преобразователь, принцип действия которого основан на эффекте Пельтье. Он заключается в возникновении разницы температур при протекании через него электрического тока [2, 7].

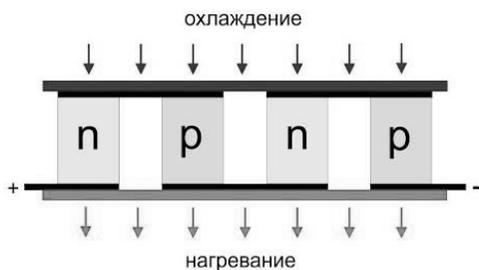


Рисунок 1 – Элемент Пельтье - схематическое изображение

Современный элемент Пельтье представляет собой керамическую пластинку, имеющую толщину от 2 мм до 7 мм и площадь от 4 см² до 36 см² [1, 2]. Внутри пластинки расположены полупроводниковые спаи, соединенные последовательно. При подаче электрического тока, одна сторона элемента Пельтье охлаждается, а другая нагревается. Элементы Пельтье имеют свойства обратимости, то есть

при перепаде температуры на его поверхностях устройство генерирует термо-ЭДС (эффект Зеебека). Устройство имеет долгий срок службы (20000 часов), работает бесшумно, малые габариты при неплохой мощности отвода тепла [1, 6].

В преобразователе Пельтье между двумя керамическими подложками установлены параллелепипеды из пар полупроводников n- и р-типа, соединенных контактами с керамической подложкой. Каждая пара маленьких полупроводниковых параллелепипедов образует контакт для прохождения тока от полупроводника n-типа – к полупроводнику р-типа – с одной стороны преобразователя Пельтье, и от полупроводника р-типа – к полупроводнику n-типа – с другой стороны преобразователя.

При прохождении тока через все последовательно соединенные проводники с одной стороны все контакты только охлаждаются, а с другой – все только нагреваются. При изменении полярности источника контакты, которые раньше нагревались, будут охлаждаться, и наоборот.

Элементы Пельтье имеют широкое применение. Они используются в различных сложных устройствах для охлаждения. Например, в кулере процессора для поддержания стабильной температуры, а также в автомобилях для охлаждения электронных компонентов. Также элементы Пельтье могут использоваться для быстрого изменения температуры материала, что может использоваться в исследованиях в области материаловедения, или прибора – использование устройства в ПЦР-амплификаторах.

Результаты исследования и выводы.

Элемент Пельтье – устройство, благодаря которому с помощью тока можно добиться нагревания или охлаждения контактов на определенной стороне элемента, а также получать источник ЭДС при помощи нагревания или охлаждения контактов. За счет доступной цены, простоты использования и приемлемой мощности отвода тепла, это устройство нашло применение во многих современных приборах для охлаждения или быстрого изменения температуры отдельных его частей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. К вопросу исследования КПД элементов Пельтье / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, П. Э. Бочков, В. В. Павлов // Вестник Рязанского

государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 1 (45). – С. 76-80.

2. Исследование мощностных характеристик элемента Пельтье / Д. Е. Каширин, И. А. Успенский, И. А. Юхин, А. В. Мачнев, П. Э. Бочков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. –2021. – Т. 13, №. 1. – С. 129-136.

3. Элемент Пельтье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5921684/page:119/#244>.

4. Элемент Пельтье: как устроен и работает, как проверить и подключить [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/1977-jelement-pelte-kak-ustroen-i-rabotaet.html>.

5. Что такое элемент Пельтье и как его использовать [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=ez4bOyfR0mg>.

6. Дидманидзе, О. Н. Использование суперконденсаторов в комбинированных энергоустановках тягово-транспортных средств / О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2004. – 160 с.

7. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.

Об авторах:

Логинова Марина Игоревна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), mi_loginova@mail.ru.

Кононенко Elizaveta Станиславовна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), lizatushka05@mail.ru.

Научный руководитель – Карлаков Дмитрий Сергеевич, ассистент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), koomarskij@gmail.com.

About the authors:

Marina I. Loginova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), mi_loginova@mail.ru.

Elizaveta S. Kononenko, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), lizatushka05@mail.ru.

Scientific advisor – Dmitriy S. Karlov, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), koomarskij@gmail.com.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

М. А. Нестеров, Ф. А. Жуков

Научный руководитель – О. В. Лештаев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассмотрена возможность повышения эффективности работы солнечной фотоэлектрической установки за счет применения системы изменения угла наклона солнечного модуля в соответствии со временем года.*

***Ключевые слова:** энергетика, солнечный модуль, эффективность, солнечная фотоэлектрическая установка.*

IMPROVING THE EFFICIENCY OF SOLAR PHOTOVOLTAIC PLANT OPERATION

M. A. Nesterov, F. A. Zhukov

Scientific advisor – O. V. Leshtayev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The paper considers the possibility of increasing the efficiency of solar photovoltaic installation by using the system of changing the angle of inclination of the solar module in accordance with the time of year.*

***Keywords:** energy, solar module, efficiency, solar photovoltaic installation.*

Эффективность работы солнечных фотоэлектрических установок (СФУ), как автономных, так и работающих в системах распределенной генерации [1], напрямую зависит от количества солнечной энергии, которая попадает на солнечную батарею. Применение устройств слежения солнечного модуля за положением Солнца (солнечных трекеров) [2] может увеличить производство электроэнергии примерно на 25...30 %, а в некоторых регионах – на целых 40...50 % по сравнению с модулями с фиксированным углом. У солнечных трекеров есть свои достоинства и недостатки, однако основной недостаток систем отслеживания положения Солнца – это их значительная стоимость при производстве и монтаже, а также сложность настройки логической части системы.

Цель и задачи исследования

Целью работы является разработка системы изменения угла наклона солнечных модулей, построенная на базе линейного двигателя.

Материалы и методы исследования

Предлагаемая система, аналог патента [3], во время своей работы изменяет только угол наклона панели в соответствии с территориальным расположением СФУ, а также месяцем года (рисунок 1).

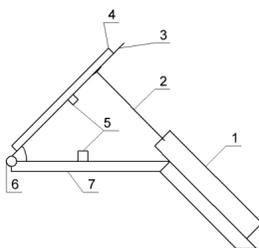


Рисунок 1 – Система изменения угла наклона солнечного модуля:

1 – линейный двигатель, 2 – подвижный шток, 3 – подвижная станина, 4 – солнечный модуль, 5 – датчик изменения угла наклона, 6 – поворотный шарнир, 7 – неподвижная станина

Предложенная система каждый месяц автоматически изменяет угол наклона солнечного модуля в соответствии с местом расположения установки.

Результаты исследования и выводы

В таблице 1 показаны результаты моделирования [4] применения подобной системы на СФУ в Московской области [5, 6].

Таблица 1 – Моделирование влияния предложенной системы на эффективность работы СФУ

Месяц	Фиксированный угол наклона модуля		Регулируемый угол наклона модуля	
	Мощность, кВт	Угол наклона, град	Мощность, кВт	Угол наклона, град
Январь	30,81	35	38,79	72
Февраль	50,45		57,17	63
Март	84,06		86,92	50
Апрель	104,14		104,19	37
Май	129,26		129,84	20
Июнь	131,64		133,91	11
Июль	134,71		136,27	17
Август	116,12		116,15	34

Сентябрь	80,64	81,71	43
Октябрь	49,69	50,04	58
Ноябрь	18,95	21,66	69
Декабрь	13,83	17,38	75
Итого	944,3	974,03	

На рисунке 2 представлены графические результаты проведенного моделирования.

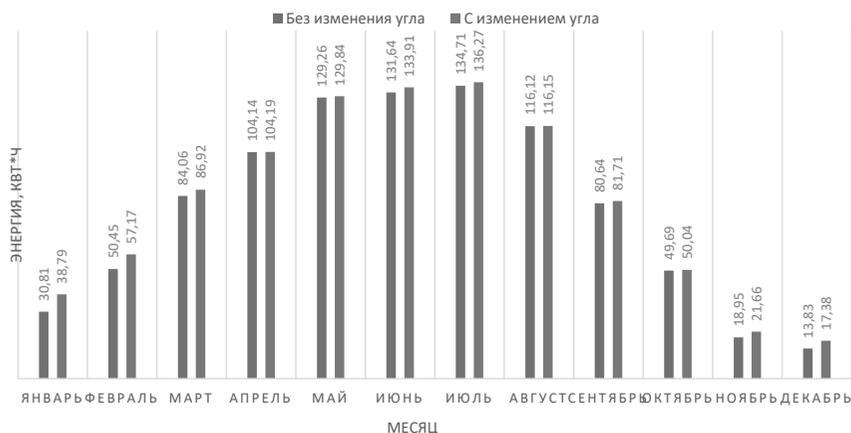


Рисунок 2 – График генерации СФУ в течении года

Согласно результатам проведенного моделирования применение предложенной системы позволит повысить эффективность работы СФУ мощностью 1,1 кВт, расположенной в Московской области на 30,3 кВт·ч или приблизительно на 3 %. Основное влияние система оказывает в осенние и зимние месяцы.

Таким образом, применение системы изменения угла наклона солнечного модуля позволит повысить эффективность работы солнечной фотоэлектрической установки и упростить настройку и управление системой отслеживания положения Солнца, за счет снижения нагрузки на фотодатчик, отвечающий за логику работу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оценка эффективности работы электроэнергетической системы с распределенной генерацией / В. И. Загинайлов, Т. А. Мамедов, Н. А. Стушкина, О. В. Лештаев // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 4. – С. 147-159. – DOI 10.34286/1995-4646-2022-85-4-147-159.

2. Орлов, С. А. Влияние систем слежения на энергетические параметры солнечных установок / С. А. Орлов // Евразийский союз ученых. – 2020. – № 4 (73). – С. 55-58.

3. Патент № 2801633 С1 Российская Федерация, МПК F24S 30/45. Устройство слежения приемной панели за Солнцем : № 2022134103 : заявл. 23.12.2022 : опубл. 11.08.2023 / О. В. Лештаев, В. И. Загинайлов, Н. А. Стушкина [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

4. Belov, S. I. Analysis of a computer model of a power supply system for agricultural consumers in a single-phase ground fault mode / S. I. Belov, A. A. Tsedyakov, M. M. Galkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Smolensk, 25 января 2021 года. – Smolensk, 2021. – P. 052019.

5. Опыт эксплуатации солнечной электростанции в Московской области / В. И. Загинайлов, О. В. Лештаев, Т. А. Мамедов, А. А. Самсонов // Доклады ТСХА : материалы международной научной конференции, Москва, 05-07 декабря 2017 года. Выпуск 290, Часть 2. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. – С. 181-183.

6. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.

Об авторах:

Нестеров Максим Андреевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), mn045006@gmail.com.

Жуков Федор Александрович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), 12345fedor11@mail.ru.

Научный руководитель – Лештаев Олег Валерьевич, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, leshtaev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Maxim A. Nesterov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), mn045006@gmail.com.

Fyodor A. Zhukov, undergraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), 12345fedor11@mail.ru.

Scientific advisor – Oleg V. Leshtaev, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), leshtaev@rgau-msha.ru.

ЭЛЕКТРОПОРАЦИЯ. ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПОРАТОРА

А. А. Николаенко, М. И. Логинова

Научный руководитель – А. А. Цедяков

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Рассмотрена конструкция и принцип работы электропоратора. Обозначены преимущества и недостатки, сферы применения метода электропорации.*

***Ключевые слова:** электропоратор, мембранные поры, электропробои, генетическая инженерия, биотехнология.*

ELECTROPORATION. OPERATING PRINCIPLE OF THE ELECTROPORATOR

A. A. Nikolaenko, M. I. Loginova

Scientific advisor – A. A. Tsedyakov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The design and working principle of electroporator are considered. Advantages and disadvantages, spheres of application of electroporation method are outlined.*

***Keywords:** electroporator, membrane pores, electrical breakdowns, genetic engineering, biotechnology.*

Электропорация представляет собой технику внедрения молекул в клетки при помощи импульсного электрического поля. Суть данного явления заключается в том, что кратковременное (от 5...20 мс (от $5 \cdot 10^{-3}$ с до $20 \cdot 10^{-3}$ с)) воздействие электрического поля высокой напряженности (1...15 кВ/см) на клеточную мембрану приводит к образованию в ней пор (электропробой) [5].

В результате возникают временные микроскопические отверстия в клеточных мембранах, через которые вещества и макромолекулы могут проникнуть внутрь клетки, при этом поры в мембране клетки открываются и остаются открытыми до 30 секунд. Этого времени оказывается достаточно для проникновения в клетку вводимого материала. Метод электропорации активно применяется в научных и

медицинских исследованиях для доставки генетического материала напрямую в клетки. Широкое применение электропоратора обуславливает тот факт, что это не химический, а физический метод.

Одним из наиболее важных преимуществ и свойств электропоратора является способность вносить генетический материал напрямую в клетки бактерий, животных, грибов и протопласты растений.

Широкое распространение данный метод получил только после появления специальных серийных приборов – электропораторов.

Цель и задачи исследования

Рассмотреть устройство электропоратора. Изучить принцип работы и области применения прибора, преимущества и недостатки метода.

Материалы и методы исследования

Электропоратор содержит 5 модулей: источник питания прибора, высоковольтный регулируемый источник, микропроцессорный модуль, модуль управления и индикации и формирователь импульсов.

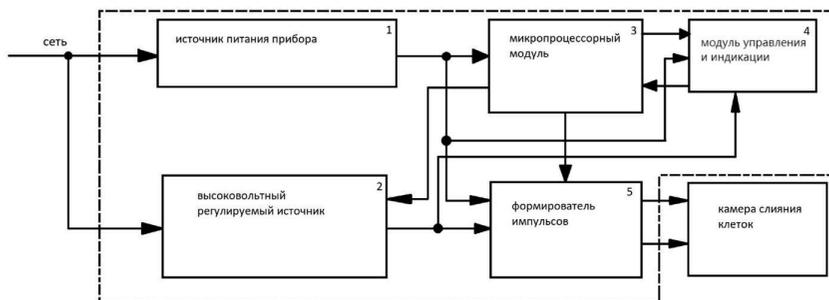


Рисунок 1 – Блок-схема электропоратора [4]

Модуль 1 питается от сети переменного тока 220 В и формирует необходимые напряжения для остальных модулей. Модуль 2 предназначен для высоких напряжений, регулируемых от 50 до 3000 В. Формирователь импульсов 5 формирует электрические импульсы разной частоты, необходимые для электропорации. Существуют несколько диапазонов работы прибора, различающиеся амплитудой импульсов и длительностью воздействия на мембрану [4].

В основе метода электропорации лежит процесс открытия мембранных пор для последующего транспорта необходимых веществ в клетку благодаря действию импульсного электрического тока.

Клетка представляет собой цитоплазму с органоидами, способную проводить электрический ток, и окружающую ее диэлектрическую фосфолипидную мембрану, толщина которой составляет 5...7 нм. В нормальных условиях в клетке и окружающей ее среде находятся различные ионы. Обмен ионами между клеткой и средой осуществляется с помощью ионных каналов, находящихся в мембране клетки. Таким образом в клетке существует некая разность потенциалов, под которым мембрана клетки находится постоянно. Мембрана клетки имеет определенное сопротивление R электрическому току I , которое остаётся постоянным при разности потенциалов $\Delta\varphi$ между двумя сторонами мембраны. Также для клетки работает закон Ома:

$$I = \frac{\varphi}{R} \quad (1)$$

Учеными было выяснено, что закон Ома соблюдается при разности потенциалов не выше 300 мВ, а превышение этого значения приводит к увеличению тока, проходящего через мембрану. Это приводит к возникновению дефектов – «пробоин» в мембране, через которые возможно транспортировать необходимые вещества в клетку. В результате электропорации образуются гидрофобные поры, или «пробины», образованные липофильными «хвостами» фосфолипидных молекул, которые впоследствии развиваются в более стабильные гидрофильные поры, образованные гидрофильными «головками». Гидрофобные поры являются более стабильными. Явление образования пор в мембране при воздействии импульсного электрического тока называется электрическим пробоем или электропорацией.

Размеры образующихся пор изменяются в зависимости от силы, продолжительности воздействия и свойств клетки, радиуса ее кривизны, клеточной мембраны.

При воздействии на клетку мощных импульсов электрического поля возникает необратимая электропорация, образовавшиеся поры становятся слишком большими, что приводит к гибели клетки. Это явление лежит в основе лечения онкологических заболеваний. При прекращении воздействия на мембрану происходит уменьшение размеров пробин.

Электропорация достаточно давно используется в биотехнологии для доставки макромолекул (ДНК, РНК, белков) в клетки бактерий, животных, растений. В настоящее время применение этому методы нашли также в медицине, а именно в онкологии, косметологии и дерматологии. Одним из инновационных методов является введение фармакологических средств в эритроциты крови. С помощью

электропорации лекарственное средство вводится в красные клетки крови, которые впоследствии инъекцией вводятся в организм. Исследования показали, что время жизни эритроцитов с лекарственными препаратами составляет 3-4 недели, что в разы превышает время циркуляции обычного препарата, введенного внутривенно. С помощью этого метода также снижаются побочные эффекты от лечения вводимым веществом [1, 3].

Результаты исследования и выводы

Метод электропорации находит широкое применение в лечении онкологических заболеваний, генной инженерии и генной терапии против различных заболеваний. Среди преимуществ данного метода можно выделить следующие: электропорация активна в отношении почти любых клеток, также метод высокоэффективен и позволяет получить трансформацию в 80 % клеток [2], в отличие от других способов доставки ДНК в клетки. При помощи электропоратора можно снизить количество требуемых для трансформации биологически активных веществ, белков, нуклеиновых кислот, лекарственных препаратов и токсинов за счет эффективности метода.

Однако при подборе неправильной амплитуды, частоты, режима работы прибора и т.д. высока вероятность гибели клеток и тканей. Также электропорация за счет открытия мембранных пор и выхода ионов в раствор может нарушать ионный баланс клеток, что может приводить к неправильному дальнейшему их функционированию [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование воздействия гамма-излучения на эритроциты с помощью электропорации / Е. К. Козлова, А. П. Черняев, А. М. Черныш, П. Ю. Алексеева // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2005. – № 3, 2005, – С. 19-22.
2. Теоретические предпосылки снижения энергоемкости тепловых процессов в АПК / Н. С. Вороной, Н. В. Ксенз, А. М. Семенихин, Т. Н. Толстоухова // Опыт, проблемы и перспективы внедрения в производство экологически чистых, энергосберегающих адаптивных технологий и систем машин возделывания, уборки и хранения зерновых и технических культур : Тезисы докладов научно-практической конференции, Черноград, 11-12 октября 1997 года. – Черноград : Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 1997. – С. 32-33.
3. Удовкин, А. И. Гомогенизаторы для молока и молочных продуктов / А. И. Удовкин, И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова. – Москва-Берлин : ООО «Директмедиа Паблшинг», 2016. – 204 с. – ISBN 978-5-4475-5764-5.

4. Устройство для электропорации клеток / М. Хохлов, В. В. Шугайло, В. В. Кононенко, С. А. Костенко // научное приборостроение. – 2007. – Т. 17, № 4, – С. 79-81.

5. Глобин, А. Н. Инженерное творчество : учебное пособие / А. Н. Глобин, Т. Н. Толстоухова, А. И. Удовкин. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 108 с.

6. Линия сублимации рыбопродуктов для кормов в условиях Арктики / В. И. Сыроватка, О. Н. Дидманидзе, Н. В. Жданова, А. Д. Обухов // Арктика: инновационные технологии, кадры, туризм. – 2020. – № 1 (2). – С. 216-222.

7. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.

Об авторах:

Николаенко Артём Андреевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Логинова Марина Игоревна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), mi_loginova@mail.ru.

Научный руководитель – Цедяков Андрей Александрович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, andrey.tsedyakov@mail.ru.

About the authors:

Artem A. Nikolaenko, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Marina I. Loginova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), mi_loginova@mail.ru.

Scientific advisor – Andrey A. Tsedyakov, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), andrey.tsedyakov@mail.ru

СИММЕТРИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЧЕТЫРЕХПРОВОДНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

И. А. Поляков

Научный руководитель – **С. И. Белов**

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассматривается вопрос симметрирования четырехпроводной линии электропередач.*

***Ключевые слова:** несимметрия, напряжение, нагрузки, электроснабжение, линия электропередач.*

SYMMETRIZATION OF OPERATION MODES OF A FOUR-WIRE TRANSMISSION LINE

I. A. Polyakov

Scientific advisor – S. I. Belov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The paper deals with the issue of symmetrization of a four-wire power line.*

***Keywords:** asymmetry, voltage, loads, power supply, power line.*

В электрических сетях при наличии однофазных нагрузок в большинстве случаев присутствует несимметрия, это означает протекание разных по модулям токов (различная суммарная мощность потребителей на фазах электрической сети), а также изменение во времени фазных напряжений в узлах распределительной сети.

На стадии проектирования электрической сети предусматривается равномерное распределение нагрузок по фазам. После введения линии электропередач (далее ЛЭП) в эксплуатацию производят замеры фазных токов для осуществления корректирующих симметрирующих переключения потребителей электроэнергии [4].

Устранение несимметричных режимов работы электрической сети сопровождается следующим изменением в электрической сети:

1. Уменьшение потерь в линиях электропередачи распределительной сети.

2. Увеличение пропускной способности распределительной сети.
3. Повышение надежности работы электротехнического оборудования.
4. Обеспечение нормированных показателей качества электроэнергии (далее ПКЭ) согласно ГОСТ 32144-2013 [1].

В соответствии с ГОСТ [1], несимметрия трехфазной системы напряжений оценивается двумя основными показателями качества:

- коэффициентом несимметрии напряжения по обратной последовательности K_{2U} , %;
- коэффициентом несимметрии напряжения по нулевой последовательности K_{0U} , %.

Цель и задачи исследования

Проанализировать существующие технологии симметрирования напряжения в четырехпроводной линии электропередачи (ЛЭП).

Материалы и методы исследования

Коэффициент несимметрии напряжения по обратной (нулевой) последовательности характеризует трехфазную систему напряжений основной частоты по отклонению междуфазных (фазных) напряжений от симметрии. При этом учитывается не только неравенство действующих значений напряжений в трех фазах сети, но также и относительный угловой сдвиг фазы между ними. Значения коэффициентов несимметрии напряжения определяются в процентах по формулам:

$$K_{2U} = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100\%; \quad K_{0U} = \frac{U_0}{U_1} \cdot 100\%; \quad (1)$$

где U_2 и U_0 – соответственно напряжение обратной и нулевой последовательности;

U_1 – напряжение прямой последовательности.

При этом, норма коэффициента несимметрии не должна превышать 2 %.

В свою очередь, чувствительным ПКЭ является норма отклонения напряжения [3]:

$$\Delta U_{-\%} = \frac{U_{\text{ном}} - U_{\text{min}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%; \quad \Delta U_{+\%} = \frac{U_{\text{max}} - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где U_{max} и U_{min} – соответственно максимальное и минимальное напряжение в точке сети;

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение в данной сети.

При этом, норма отклонения напряжения составляет не более ± 10 %.

В трехфазной четырехпроводной электрической сети для симметрирования токов и компенсации реактивной мощности в фазах сети необходимо использование пяти управляемых реактивных элементов. Симметрирующее устройство должно формировать свою систему симметричных токов, которая учитывает пять параметров симметричных составляющих токов нагрузки:

1. Модуль токов обратной последовательности.
2. Фазовый сдвиг токов обратной последовательности.
3. Модуль токов нулевой последовательности.
4. Фазовый сдвиг токов нулевой последовательности.
5. Фазовый сдвиг токов прямой последовательности.

Устройства симметрирования должны создавать свою систему токов прямой, обратной и нулевой последовательности. В совокупности токи формируют симметричную систему фазных токов. При выполнении этого условия устраняется несимметрия токов в фазах ЛЭП.

Технология рисунка 1, предназначена для работы в четырехпроводной сетях. В данной электрической сети устройство блока 1 выполняет функцию симметрирования активных составляющих фазных токов, что в свою очередь не может полностью симметрировать систему. В связи с этим, необходимо предусмотреть блок 2, позволяющий влиять на реактивные токи в электрической сети. Блок 2 представляет собой компенсатор реактивной мощности с независимым управлением фазами. В совокупности применение блоков 1 и 2 симметрирует электрическую систему [2].

$$I_{na} = I_a + I_{pa} \quad (3)$$

$$I_{nn} = I_{na} + I_{nb} + I_{nc} = 3I_{na} \quad (4)$$

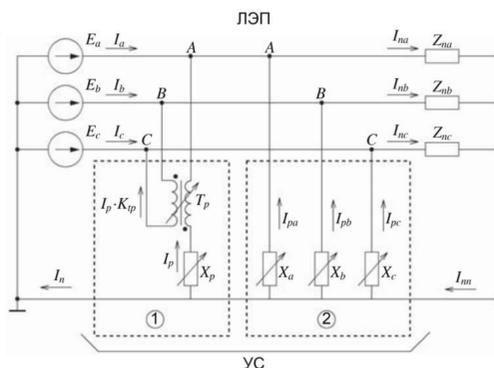


Рисунок 1 - Пример устройства симметрирования для трехпроводной четырехпроводной линии электропередачи

Результаты исследования и выводы

При реализации вышеуказанного симметрирующего устройства используются управляемые реактивные элементы (рисунок 2), которые построены на основе одного реактивного элемента индуктивного и емкостного (рисунок 3) и трансформатора с регулируемым коэффициентом трансформации.

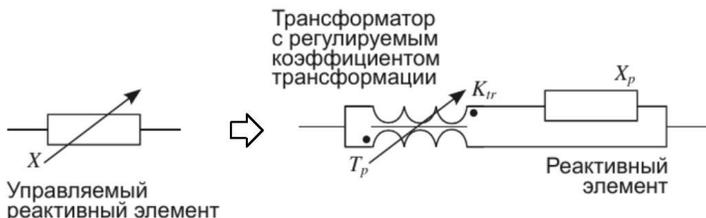


Рисунок 2 – Реализация управляемого реактивного элемента

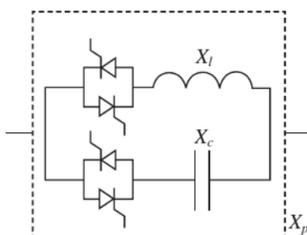


Рисунок 3 – Схема реактивного элемента

Вычисление значений параметров управляемых реактивных элементов, исходя из параметров электрической сети, является одной из основных задач системы управления симметрирующего устройства. Для реализации управления могут быть использованы различные алгоритмы. Для упрощения вычислений используется микропроцессорная техника, где вычислительное ядро основывается на измеренных активных и реактивных фазных мощностях [5, 6].

На рисунке 4 приведены результаты моделирования работы устройства симметрирования в трехфазной четырехпроводной ЛЭП по схеме рисунка 1 при реализации симметрирования и полной компенсации реактивной мощности в фазах ЛЭП [2].

Исходя из вышеизложенного, необходимо отметить, что симметрирование трехфазных четырехпроводных ЛЭП достигается с использованием симметрирующего устройства с 2 блоками, где блок 1 влияет на активную составляющую тока, блок 2 влияет на реактивную.

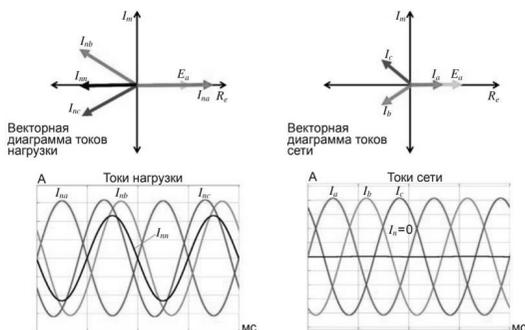


Рисунок 4 – Результаты моделирования работы устройства симметрирования в трехфазной четырехпроводной ЛЭП

Рассмотренная технология устройств симметрирования и компенсации реактивной отличается простотой электрических схем и минимальным набором используемых элементов, включающим реактивные элементы индуктивного или емкостного типа.

В перспективе массовое использование симметрирующих устройств для повышения технических показателей электрической сети влечет за собой уменьшение потери в электрической сети, которые влияют на экономические показатели, а также повлияет на стоимость устройств, что в дальнейшем будущем может повлечь за собой внедрение в эксплуатацию энергоснабжающих организаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения / Межгос. совет по стандартизации, метролог. и сертификац. – М. : Стандартинформ, 2014. – 16 с.
2. Асташев, М. Г. Устройства силовой электроники для симметрирования режимов работы и компенсации реактивной мощности в трехфазных линиях электропередачи / М. Г. Асташев, К. А. Лунин, Д. И. Панфилов // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2022, – № 6.
3. Лештаев, О. В. Анализ показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения с сетевыми солнечными электростанциями малой мощности / О. В. Лештаев, Н. А. Стушкина, В. И. Загинайлов // Международный технико-экономический журнал. – 2021. – № 5. – С. 48-53. – DOI 10.34286/1995-4646-2021-80-5-48-53.
4. Лещинская, Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т. Б. Лещинская. – М. : КолосС, 2008. – 655 с.

5. К расчету симметрирующих устройств для трехфазных трехпроводных линий электропередачи / Д. И. Панфилов, М. Г. Асташев, А. В. Часов, П. А. Рашитов // Электротехника. – 2022. – № 6. – С. 9-15.

6. Теоретические предпосылки снижения энергоемкости тепловых процессов в АПК / Н. С. Вороной, Н. В. Ксенз, А. М. Семенихин, Т. Н. Толстоухова // Опыт, проблемы и перспективы внедрения в производство экологически чистых, энергосберегающих адаптивных технологий и систем машин возделывания, уборки и хранения зерновых и технических культур : тезисы докладов научно-практической конференции, Зеленоград, 11-12 октября 1997 года. – Зеленоград : Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 1997. – С. 32-33.

7. Дидманидзе, О. Н. Моделирование производственных процессов по уборке фруктов / О. Н. Дидманидзе, А. А. Зангиев, Н. Х. Сулейманов. – М. : Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 1998. – 114 с.

8. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.

9. Дидманидзе, О. Н. Повышение эффективности производственных процессов по надежному снабжению населения продуктами виноградарства в условиях Азербайджана / О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2003. – 115 с. – ISBN 5-9546-0012-0.

Об авторах:

Поляков Иван Александрович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), iampolyakov2000@yandex.ru.

Научный руководитель – Белов Сергей Иванович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, sbelov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Ivan A. Polyakov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), iampolyakov2000@yandex.ru

Scientific advisor – Sergey I. Belov, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), sbelov@mail.ru.

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ ОСВЕЩЕНИЯ ВИНОГРАДНОГО ВИНА

А. В. Рабонец

Научный руководитель – Д. А. Нормов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассматривается методика, позволяющая увеличить производство экологически чистого вина, при снижении общих затрат на производство за счет воздействия на винный продукт озонвоздушной смесью и магнитным полем.*

***Ключевые слова:** озонирование, производство вина, магнитное поле.*

GRAPE WINE CLARIFICATION ELECTROTECHNOLOGY

A. V. Rabonets

Scientific advisor – D. A. Normov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article deals with the methodology allowing to increase the production of ecologically clean wine, while reducing the total costs of production due to the impact on the wine product by ozone-air mixture and magnetic field.*

***Keywords:** ozonization, wine production, magnetic field.*

Новизна технического решения заключается в том, что за счет обработки тонкодисперсного распыленного виноградного сусла в озонвоздушной смеси под воздействием озона происходит распад части органического вещества флавоноидов (антоцианидинов), содержащегося в виноградном сусле, обеспечивается экологически безопасное осветление винного материала, а также сохранение экстрактивности сусла и повышение количество антиоксидантов, исключая при этом локализацию высоких концентраций озона и проведения обработки за один этап [1, 2].

Известен способ осветления виноградного сусла (патент SU №1682380A1-1991), который предусматривает введение в сусло флокулянта – полиоксиэтилена и флотацию взвесей в отстойнике с помощью диоксида углерода, который вводят в поток сусла в количестве 0,7...1,5 г/дм³, при этом его подают с начальной дисперсностью пузырьков 1...2

мкм под давлением, превышающим на 0,02...0,05 МПа давление суслу в потоке. После заполнения полезного объема отстойника суслom на 85...95 % в поток суслу вводят флокулянт со скоростью 40...60 г/мин.

Недостатками описанного выше изобретения способа осветления виноградного суслу являются:

1. Использование флокулянта – полиоксиэтилена увеличивает продолжительность процесса осветления, что ведет к дополнительным затратам на переливание в другие цистерны.

2. Образование на поверхности суслу пенообразующего вещества и дополнительных газов, что влияет на качество виноградного суслу.

Также известен способ производства виноградного вина (патент RU№2318869, кл. C12G1/02, 2008), предусматривающий получение и сбраживание суслу, снятие с осадка, осветление и выдержку, с воздействием электромагнитным полем длительностью 10...15 мин. Полученное по известной технологии виноградное суслу сбраживают, проводят снятие вина с дрожжевого осадка, осветление и выдержку до 1 года. В процессе выдержки вино подвергают 2...4 последовательно чередующимся через 10...15 мин воздействиям электромагнитного поля частотой от 3 до 10 Гц магнитной индукцией от 10^{-7} до 10^{-4} Тл. Длительность каждого воздействия составляет от 10 до 15 мин. Вино при обработке электромагнитным полем может находиться в купажных емкостях либо в бутылках. При воздействии электромагнитного поля крайне низкого частотного диапазона ускорение созревания вина происходит путем ускорения реакций взаимодействия полифенольных соединений с азотистыми веществами и альдегидами. Это позволяет повысить объемы производства и снизить себестоимость вина.

Недостатком данного способа является низкое качество осветления виноградного суслу, так как не удаляют из него загрязняющих примесей частиц виноградной грозди и патогенную микрофлору. Кроме того, используют для осветления танин, желатин, бентонит и подвергают тепловому воздействию.

Предлагаемый способ позволяет улучшить качество виноградного вина и сократить длительность процесса производства, за счет отказа от использования технологии сульфитации и пастеризации нагревом, а также снизить энергоемкость процесса [5, 8].

Технический результат достигается тем, что в способе производства виноградного вина, предусматривающем получение и сбраживание суслу, снятие с осадка, осветление и выдержку, с воздействием электромагнитным полем длительностью 5...10 мин,

виноградное вино, подвергают тонко-дисперсному распылению с диаметром капель от 0,1 до 10,0 мкм с одновременным воздействием озонородушной смеси с концентрацией озона 25 мг/м³ и электрическим полем частотой 50 Гц, и магнитной индукцией от 10⁻³ до 10⁻²Тл в течение 5...10 мин.

Виноградное сусло подвергают мелкодисперсному распылению с помощью форсунки 7 и одновременно обрабатывают озонородушной смесью с концентрацией озона 25 мг/м³ и электрическим полем с напряженностью 100 В/м, данная напряженность электрического поля позволяет достичь эффект однородного взаимодействия положительных ионов винного сусла и отрицательных ионов озона и достаточную поляризацию виноградного сусла, при меньшей напряженности электрического поля будет, проявляется неоднородность взаимодействия ионов озона и ионов виноградного сусла, время экспозиции обработки составляет 20...30 минут, предусматривает достаточную концентрацию озона и поляризацию виноградного сусла, при меньшем времени осветление пройдет в меньших объемах. При этом снижается время трудозатрат на обработку виноградного сусла при процессе осветления [6, 7].

Сущность технологии поясняется чертежом, где на рисунке 1 изображена установка для производства виноградного вина.

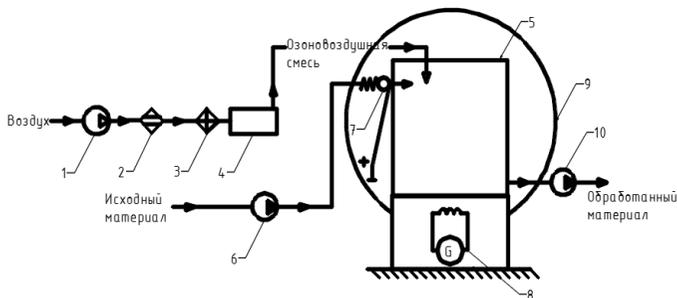


Рисунок 1 – Установка для производства виноградного вина

Способ осветления виноградного сусла осуществляется с помощью устройства, состоящее из последовательно соединенных компрессора 1, осушителя 2 и охладителя 3, и электрического генератора озона барьерного типа 4, который сообщен через входной патрубок 5 с резервуаром 6, к нему подключен насос повышенного давления 7 с входной мелкодисперсной форсункой 8 с отверстиями диаметром от

1,0 до 10,0 мкм и расположенной внутри резервуара 6. Установка имеет источник питания постоянного тока с клеммами (+) и (-). Через клемму (+) на входную мелкодисперсную форсунку 7 подается положительный потенциал, а на входной патрубке 5, через клемму (-) – отрицательный. Резервуар 6 имеет выходной патрубок 8 соединенный с откачивающим насосом 9.

Концентрация озона 25 мг/м³ обусловлена тем, что при меньших концентрациях органические вещества флавоноиды (антоцианидины) не распадутся, и не произойдет осветление, а если концентрация будет больше, то произойдет окисление виноградного сусла, поэтому целесообразно увеличивать концентрацию озона. При взаимодействии озоновоздушной смеси с виноградным суслом происходит распад органического вещества флавоноида (антоцианидинов), что приводит к осветлению виноградного сусла, конденсировавшееся обработанное виноградное сусло откачивается из резервуара 6 при помощи откачивающего насоса 9.

Величина разности потенциалов от 1 до 2 В, обусловлена тем, что обеспечивается эффективное взаимодействие с отрицательными ионами озона и с положительными ионами винного сусла, эта величина потенциала позволяет достаточного протекания процесса осветления, при этом не повлияв на величину окислительно-восстановительного потенциала виноградного сусла. Если величину потенциала повысить, это может привести к окислению виноградного сусла. То есть при потенциале от 1 до 2 В создается энергия связи для ионного соединения, которая выделяется при его образовании из бесконечно удаленных друг от друга газообразных противоионов. При возникновении ионной связи положительным ионом виноградного сусла и отрицательным ионом озона сила взаимодействия определяется законом Кулона:

$$E_{(\text{прит.})} = \frac{q^+ \cdot q^-}{(4\pi \cdot r \cdot \epsilon)}, \quad (1)$$

где q^+ и q^- – заряды взаимодействующих ионов, Кл;

r – расстояние между ними, мм;

ϵ – диэлектрическая проницаемость среды.

При этом на частицы винного материала положительной полярности сила Лоренца действует в противоположном направлении, по отношению к действию силы Лоренца на частицы озона отрицательной полярности, что приводит к сонаправленному движению разнополярных частиц в магнитном поле и росту длины пути заряженных частиц

в камере озоновой обработки. Если скорость v^{\rightarrow} заряженных частиц виноградного материала перпендикулярны магнитному полю с индукцией \vec{B} , то заряженные частицы будут двигаться по окружности, согласно второму закону Ньютона со следующей скоростью:

$$v = \frac{r \cdot g \cdot \vec{B}}{m}, \quad (2)$$

где \vec{B} – вектор магнитной индукции, Тл;
g – электрический заряд частицы, Кл;
m – масса частицы, кг;
r – радиус движения, м.

В результате заряженные частицы винного материала движутся по окружности, что позволяет эффективней обрабатывать винный материал озонозодушной смесью и достигать эффективной обработки. Затем, конденсированное в резервуаре обработанное виноградное суло откачивается насосом 10.

Предлагаемая электротехнология позволяет увеличить производство экологически чистого продукта, при снижении общих затрат на производство. Оборудование и технология апробировалась на винзаводе «Фанагория» и получила положительные отзывы, особенно при производстве белых вин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородин, И. Ф. Электроозонные технологии в сельскохозяйственном производстве / И. Ф. Бородин, Д. А. Нормов // Вестник российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 1. – С. 85-86.
2. Дидманидзе, О. Н. Повышение эффективности производственных процессов по надежному снабжению населения продуктами виноградарства в условиях Азербайджана / О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2003. – 115 с. – ISBN 5-9546-0012-0.
3. Нормов, Д. А. Озонирование повышает посевные качества семян / Д. А. Нормов, А. А. Шевченко, Е. А. Федоренко // Сельский механизатор. – 2009. – № 1. – С. 14-15.
4. Нормов, Д. А. Распределение озонозодушной смеси в слое зерна / Д. А. Нормов, А. А. Шевченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С.1897-1907.
5. Загинайлов, В. И. Параметры контроля и управления биообъектами / В. И. Загинайлов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 1. – С. 20.
6. Повышение энергоэффективности производства продукции

сельскохозяйственными предприятиями / В. И. Загинайлов, Н. А. Стушкина, О. В. Лештаев, Е. А. Овсянникова, Т. А. Мамедов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2022. – № 3 (59). – С. 54-64.

7. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.

8. Теоретические предпосылки снижения энергоемкости тепловых процессов в АПК / Н. С. Вороной, Н. В. Ксенз, А. М. Семенихин, Т. Н. Толстоухова // Опыт, проблемы и перспективы внедрения в производство экологически чистых, энергосберегающих адаптивных технологий и систем машин возделывания, уборки и хранения зерновых и технических культур : Тезисы докладов научно-практической конференции, Черноград, 11-12 октября 1997 года. – Черноград : Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 1997. – С. 32-33.

Об авторах:

Рабонец Александр Вячеславович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), marahard333@gmail.com.

Научный руководитель – Нормов Дмитрий Александрович, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, danormov@mail.ru.

About the authors:

Alexander V. Rabonets, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), marahard333@gmail.com.

Scientific advisor – Dmitry A. Normov, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), danormov@mail.ru.

ГРАВИТАЦИОННЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

К. П. Ртищев

Научный руководитель – С. И. Белов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. *В настоящее время сложно представить свой быт без электроэнергии, без аккумуляторов и других накопителей энергии уже не обойтись. В данной статье рассмотрен вариант использования гравитационного аккумулятора.*

Ключевые слова: *энергетика, аккумуляция, гравитация, аккумуляторные системы.*

GRAVITY ACCUMULATORS. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

K. P. Rtischev

Scientific advisor – S. I. Belov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. *Nowadays it is difficult to imagine one's life without electricity, one cannot do without accumulators and other energy storage devices. In this article the variant of using gravity accumulator is considered.*

Keywords: *energy, accumulation, gravity, accumulator systems.*

Современные экономические бизнес-взаимоотношения, помноженные на желание экономической независимости, плюс повсеместное развитие возобновляемых источников энергии, породили и придали значительный импульс распространению распределённой генерации. Концепции, что предлагает потребителям энергетическую свободу путём формирования собственных энергогенерирующих мощностей, уходя от централизованного снабжения, что в перспективе обещает существенную экономию средств и открывает новые возможности в условиях энергетического рынка [3]. Большое внимание уделяется интеграции возобновляемых источников энергии в системы электроснабжения в сельских регионах, а также гибридной энергетической системе с накопителем для микросетей, ведь это может решить ряд

возникающих проблем [2]. Возобновляемые ресурсы могут помочь сократить выбросы углерода, но их зависимость от внешних факторов приводит к непостоянному производству энергии, что требует введения банка аккумуляторов для преодоления разрыва между спросом и предложением, так как существует проблема в грамотной эксплуатации энергии [1].

На сегодняшний день для хранения энергии доступны самые разные средства и технологии [11-14].

Цель и задачи исследования

Рассмотреть достоинства и недостатки гравитационных аккумуляторов и оценить эффективность их применения.

Материалы и методы исследования

В гравитационной батарее (рисунок 1) масса перемещается или поднимается для выработки потенциальной гравитационной энергии, которая преобразуется в электричество. Гравитационные батареи накапливают потенциальную энергию тяготения, поднимая массу на определенную высоту с помощью насоса, крана или двигателя. После подъема массы в нем накапливается определенная потенциальная гравитационная энергия, основанная на массе объекта и высоте, на которую он был поднят. Накопленная потенциальная гравитационная энергия затем преобразуется в электричество. Масса опускается до своей первоначальной высоты, что заставляет генератор вращаться и вырабатывать электричество. Гравитационные накопители по физике процесса напоминают гидроаккумулирующие электростанции, но без насосов и капризного оборудования. Груз в виде монолитных 24-тонных блоков поднимается на высоту до 100 и более метров и спускается в часы, когда требуется энергия. Это неплохой буфер для источников энергии из возобновляемых ресурсов и, прежде всего, от Солнца и ветра [6].

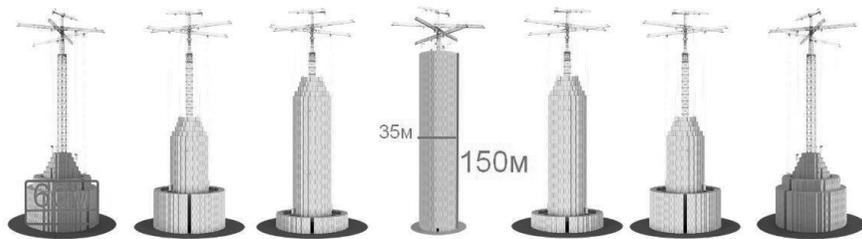


Рисунок 1 – Устройство гравитационного аккумулятора

Швейцарская компания Energy Vault сообщила о завершении строительства и сдаче в эксплуатацию первого в мире коммерческого гравитационного аккумулятора энергии. Установка построена в Китае. Её мощность достигает 25 МВт, а ёмкость – 100 МВт·ч. Она переводит электрическую энергию в кинетическую при поднятии бетонных блоков на высоту и снова высвобождает её при спускании блоков на землю. КПД гравитационной станции Energy Vault начинается с 75 % и может превышать 80 %. Загрузка блоков (запасание энергии) может продолжаться от 2 до 12 часов и более в зависимости от задач и источников [8].

Результаты исследования и выводы

В таблице 1 представлены достоинства и недостатки гравитационных батарей.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки гравитационных аккумуляторов

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> • Ресурс в 10...20 раз больше, чем у химических (20...40 лет). • Нулевые потери энергии при хранении. • Потери только при «зарядке» и «разрядке»: 75...80 % на цикл. • Просты в устройстве и обслуживании. 	<ul style="list-style-type: none"> • Требуют большую площадь под размещение системы. • Высокая стоимость, по сравнению с химическими аналогами.

В среднем высота заряженной установки составляет 150 м, при диаметре 35 м, объем бетонных блоков будет составлять:

$$1/4 \cdot \pi \cdot 35^2 \cdot 150 \text{ м}^3 = 145 \cdot 10^3 \text{ м}^3 \quad (1)$$

Высота в разряженном состоянии (при диаметре 60 м):

$$1/4 \cdot \pi \cdot 35^2 \cdot 150 / (\pi/4 \cdot 60^2) = 50 \text{ м} \quad (2)$$

Вес бетонных блоков $0,361 \cdot 10^9$ кг (при плотности $2\,500 \text{ кг/м}^3$).

Перепад высот составляет 100 м, соответственно запас энергии равен:

$$(100 \text{ (м)} \cdot 0,361 \cdot 10^9 \text{ (кг)} \cdot 10 \text{ (g)}) / 3,6 \text{ МДж} = 100 \text{ МВт} \cdot \text{ч} \quad (3)$$

Таким образом, гравитационные батареи имеют большой потенциал, за счет своей простоты и эффективности. В связке с возобновляемыми источниками энергии, они более безопасны для окружающей среды, чем химические аккумуляторы, при этом единственным ограничивающим фактором является геология (доступная под строительство площадь).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агеев, В. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб. пособие / В. А. Агеев, А. А. Костригин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2018.
2. Загинайлов, В. И. Электрофизические методы и средства контроля и управления сельскохозяйственными технологиями: специальность 05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Загинайлов Владимир Ильич. – Москва, 2007. – 39 с.
3. Оценка эффективности работы электроэнергетической системы с распределенной генерацией / В. И. Загинайлов, Т. А. Мамедов, Н. А. Стушкина, О. В. Лештаев // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 4. – С. 147-159. – DOI 10.34286/1995-4646-2022-85-4-147-159.
4. Современное производство и техника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://itexn.com/8479_akkumulirovanie-teplovoy-i-jelektricheskoy-jenergii.html (дата обращения 13.02.2024).
5. Современные системы накопления энергии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://controleng.ru/apparatnye-sredstva/sistemy-nakopleniya-energii/> (дата обращения 13.02.2024).
6. Соренсен, Б. Преобразование, передача и аккумуляция энергии : учебно-справочное руководство / Б. Соренсен. – Долгопрудный : Издательский дом «Интеллект», 2011.
7. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.
8. 3D NEWS Daily Digital Digest [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3dnews.ru/1090968/v-kitae-nachalas-priyomka-v-ekspluatatsiyu-pervogo-v-mire-masshtabnogo-gravitatsionnogo-nakopitelya-energii> (дата обращения 13.02.2024).
9. Methodology for Assessing the Efficiency of Measures for the Operational Management of the Technical Systems' Reliability / A. T. Lebedev, A. G. Arzhenovskiy, Ye. A. Chayka [et al.] // XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021»: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года. Vol. 246. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 13-20. – DOI 10.1007/978-3-030-81619-3_2.
10. Карлаков, Д. С. Влияние величины зарядного напряжения на сокращение ёмкости свинцово-кислотных аккумуляторных батарей / Д. С. Карлаков, Н. А. Стушкина // Агротехника и энергообеспечение. – 2022. – № 2(35). – С. 25-29.
11. Дидманидзе, О. Н. Использование суперконденсаторов в комбинированных энергоустановках тягово-транспортных средств / О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2004. – 160 с.
12. Дидманидзе, О. Н. Анализ современных типов гибридных энергоустановок / О. Н. Дидманидзе, Д. Г. Асадов, О. В. Закарчевский // Международный научный журнал. – 2011. – № 2. – С. 113-115.

13. Дидманидзе, О. Н. Ultra Cap: области применения / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, Г. Н. Смирнов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2005. – № 4. – С. 11-14.

14. Взаимосвязь понятий энергоэффективности и энергосбережения при эксплуатации автомобилей, тракторов и двигателей / В. И. Загинайлов, Г. В. Медведев, Н. Е. Ртищева [и др.] // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 67. – С. 44-50.

Об авторах:

Ртищев Кирилл Петрович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Научный руководитель – Белов Сергей Иванович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, sbelov@rgau-msha.ru

About the authors:

Kirill P. Rtischev, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Sergey I. Belov, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), sbelov_@mail.ru.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРООЗОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е. Р. Сальникова

Научный руководитель – Е. А. Федоренко

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В настоящее время наблюдается активное внедрение нейронных сетей в различные сферы деятельности. Агропромышленный комплекс сталкивается с серьезными сложностями в области мониторинга электроозонирования. Нейросети, благодаря своей способности обрабатывать большие объемы данных, могут стать эффективным инструментом для решения этой задачи. Применение нейросетевых технологий позволит оптимизировать процессы и обеспечит продовольственную безопасность в российской агропромышленности.*

***Ключевые слова:** электроозонирование, нейросеть, озон, управление, оптимизация.*

USE OF NEURAL NETWORKS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF ELECTRO-OZONE TECHNOLOGIES

E. R. Salnikova

Scientific advisor – E. A. Fedorenko

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Nowadays there is an active introduction of neural networks into various spheres of activity. The agro-industrial complex faces serious difficulties in the field of monitoring of electro-ozoning. Neural networks, due to their ability to process large amounts of data, can become an effective tool for solving this problem. Application of neural network technologies will optimize processes and ensure food security in the Russian agro-industry.*

***Keywords:** electro-ozoning, neural network, ozone, control, optimization.*

Сельское хозяйство начало своё развитие более 10 000 лет назад. В те времена оно имело крайне примитивный характер, и с тех пор человечество прошло значительный путь, от простейших орудий труда до современных технологий, включая применение искусственного интеллекта. Сейчас сельскохозяйственная промышленность является

важной отраслью экономики, обеспечивающей продовольственную безопасность и создающая новые рабочие места. Тем не менее увеличение численности населения и изменения климата порождают новые проблемы, требующие инновационных подходов к повышению эффективности и устойчивости сельского хозяйства. В последние годы наблюдается активное внедрение современных технологий во все отрасли агропромышленного комплекса. И всё это стало возможным благодаря новейшим агротехнологиям.

Одним из таких направлений является озонирование, которое, благодаря тому что озон обладает сильным окислительным свойством, эффективно уничтожает патогенные микроорганизмы, такие как бактерии, вирусы и грибы. Кроме того, озонирование применяется для стимулирования роста растений. А также электроозонные технологии ориентированы на формирование экологически чистых и комфортных условий для труда и жизни человека.

Озонирование представляет собой многообещающую технологию с широким спектром применения в сельском хозяйстве. Обработка семян озоном до посева способствует повышению их устойчивости к заболеваниям. Применение озона для обработки почвы как до посева, так и после уборки урожая, эффективно уничтожает вредителей и препятствует развитию болезней растений. Кроме того, озонирование используется для обеспечения длительного хранения сельскохозяйственной продукции в хранилищах.

Использование электроозонных технологий оказывает положительное влияние на различные аспекты сельскохозяйственного производства:

- дезинфекция и дезинсекция продукции растениеводства;
- улучшение структуры почвы в закрытом грунте;
- повышение продуктивности сельскохозяйственного производства;
- сокращение использования химических препаратов и удобрений;
- повышение качества семян;
- снижение риска загрязнения окружающей среды, и многое другое.

Однако, использование озона имеет ряд сложностей, например, при слишком высокой концентрации озона весьма высока вероятность повреждения растений, а при низкой концентрации, мы можем стимулировать развитие патогенной микрофлоры как на поверхности

растения, так и в почве. Другим примером может служить электроозонная технология хранения овощей и фруктов в озонной среде. При высоких концентрациях озона и длительном времени обработки овощей и фруктов, заложенных на длительное хранение, происходит большая убыль массы, за счёт усушки. Если концентрации и время обработки будут меньше технологически верного, то за счёт стимуляции развития грибков и плесени, срок хранения значительно уменьшится.

При применении электроозонных технологий в аграрном производстве необходимо осуществлять строгий контроль за соблюдением технологических норм по времени обработки, концентрации озона, периодичностью обработки и периодом мониторинга, так как для каждой технологии с применением озонирования они существенно варьируются.

Одним из решений вышеупомянутых сложностей может являться применение нейросети при использовании электроозонных технологий в сельскохозяйственном производстве.

Искусственный интеллект играет важную роль в улучшение сельского хозяйства, способствуя упрощению ведущих процессов, таких как животноводство, селекция, прогнозирование спроса и планирование. Автоматизация этих операций позволяет снизить трудозатраты фермеров, обеспечивая им возможность эффективно реагирования на возникающие проблемы и принятия обоснованных решений. Внедрение интеллектуальных систем приводит к повышению эффективности производства сельскохозяйственной продукции. Благодаря способности к обработке значительных объёмов данных и выявлению сложных корреляций между переменными, нейронные сети предоставляют аграрным предприятиям возможность принимать обоснованные решения, основанные на всестороннем анализе обширных массивов данных.

Озонирование и нейронные сети могут быть использованы совместно для оптимизации процессов в сельском хозяйстве. Информация о процессе озонирования и его эффективности может быть применена для обучения нейронной сети, способной предсказывать наилучшие условия озонирования для определенного технологического процесса. Нейронные сети также могут использоваться для определения оптимального времени и длительности озонирования, учитывая влияние факторов, таких как температура, влажность и степень загрязнения.

Перспективы развития этого направления связаны с дальнейшим совершенствованием технологий и разработкой новых методов

использования озона и нейронных сетей в сельском хозяйстве. Также возможно развитие интеграции этих технологий в другие отрасли, такие как пищевая промышленность или производство удобрений.

Таким образом, применение озонирования в сочетании с технологиями нейронной сети может стать важным фактором как в развитии сельского хозяйства, так и в обеспечении продовольственной безопасности Российской Федерации. В настоящее время на кафедре «Электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И. А. Будзко» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева проводятся эксперименты по применению нейросети в аграрных электротехнологиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Емельянов, Ю. М. Структура и механизм разряда процесса образования озона в озонаторах / Ю. М. Емельянов, В. Г. Бабаян, З. И. Аршулы // Журнал физической химии. – 1968. – Т. 42, Вып. 11. – С. 2936-2939.

2. Нормов, Д. А. Влияние обработки озоново-воздушной смесью на лежкость баклажанов / Д. А. Нормов, Е. А. Федоренко // Гавриш. – 2009. – № 1. – С. 32-34.

3. Федоренко, Е. А. Электротехнологии в сельском хозяйстве: эффективность применения озона в растениеводстве и животноводстве / Е. А. Федоренко, А. В. Емелин, С. Н. Харченко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – 158 с. – ISBN 978-5-907597-50-1.

4. Патент № 2479186 С1 Российская Федерация, МПК А01С 1/00, А01N 25/02, А01N 31/00. Способ стимулирования роста гороха в условиях защищенного грунта для селекционных целей : № 2011132900/13 : заявл. 04.08.2011 : опубл. 20.04.2013 / Д. А. Нормов, Н. Н. Курзин, Е. А. Федоренко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет».

5. Подготовка семян к озимому посеву в засушливых условиях на агрегатах типа ЗАВ / А. В. Касьяненко, И. Н. Краснов, И. А. Кравченко, Т. Н. Толстоухова // Сельский механизатор. – 2020. – № 5-6. – С. 37-38.

6. Емельянов, Ю. М. Электрическая теория озонаторов / Ю. М. Емельянов, Ю. В. Филиппов // Журнал физической химии. – 1959. – Т. 33, Вып. 5. – С. 1042-1046.

7. Федоренко, Е. А. Влияние озоно-воздушной обработки на фитопатогенную микрофлору в овощехранилище / Е. А. Федоренко, Д. А. Нормов // Гавриш. – 2009. – № 4. – С. 16-17.

8. Зангиев, А. А. Оптимизация производственных процессов на уборке и реализации винограда / А. А. Зангиев, О. Дидманидзе, Д. Г. Асадов. – М. : Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 1998. – 136 с.

9. Елецкий, А. В. Газовый разряд / А. В. Елецкий. – М. : Знание, 1981. – 630 с.

10. Патент № 2502023 С2 Российская Федерация, МПК F24F 7/00. Способ и устройство для осушения воздуха : № 2011152706/12 : заявл. 23.12.2011 : опубл. 20.12.2013 / С. А. Андреев, Ю. А. Судник, И. В. Белоусова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина» (ФГБОУ ВПО МГАУ).

11. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства / В. Е. Ториков, В. А. Погонышев, Д. А. Погонышева, Г. Е. Дорных // Вестник Курской ГСХА. – 2020. – № 9. – С. 6-13.

12. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.

Об авторах:

Сальникова Елизавета Романовна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), lizasaln1kova@yandex.ru.

Научный руководитель – Федоренко Евгений Александрович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, fedorenko_ea@mail.ru.

About the authors:

Elizaveta R. Salnikova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), lizasaln1kova@yandex.ru.

Scientific advisor – Evgeniy A. Fedorenko, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), fedorenko_ea@mail.ru.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А. О. Сапрыкин

Научный руководитель – А. А. Цедяков

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов представляет собой одну из актуальных проблем. Одним из перспективных путей решения этой проблемы является применение новых энергосберегающих технологий, основанных на использовании нетрадиционных источников энергии. Теплоснабжение и холодоснабжение с помощью тепловых насосов относится к области экологически чистых энергосберегающих технологий и получает всё большее распространение в мире. В данной статье рассмотрены различные типы тепловых насосов, их достоинства и недостатки.*

***Ключевые слова:** компрессор, тепловой насос, теплообменник, хладагент.*

THE USE OF HEAT PUMPS FOR HEATING BUILDINGS AND STRUCTURES

A. O. Saprykin

Scientific advisor – A. A. Tseydyakov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The rational use of fuel and energy resources is one of the urgent problems. One of the promising ways to solve this problem is the use of new energy-saving technologies based on the use of non-traditional energy sources. Heat and cold supply using heat pumps belongs to the field of environmentally friendly energy-saving technologies and is becoming increasingly widespread in the world. This article discusses various types of heat pumps, their advantages and disadvantages.*

***Keywords:** compressor, heat pump, thermal energy, heat exchanger.*

Тепловые насосы являются трансформаторами теплоты, в которых рабочие тела совершают обратный термодинамический цикл, перенося теплоту с низкого температурного уровня на высокий.

Тепловые насосы используются для выработки теплоты в системах централизованного и индивидуального отопления и горячего водоснабжения. Они более экономичны и безопасны, чем котлы на газовом или твёрдом топливе и поэтому являются хорошей альтернативой

для систем индивидуального теплоснабжения многоквартирных домов и коттеджей.

При использовании низкопотенциальной теплоты наибольшее распространение получили парокомпрессионные тепловые насосы (ПТН), принципиальная схема работы которых представлена на рисунке 1.

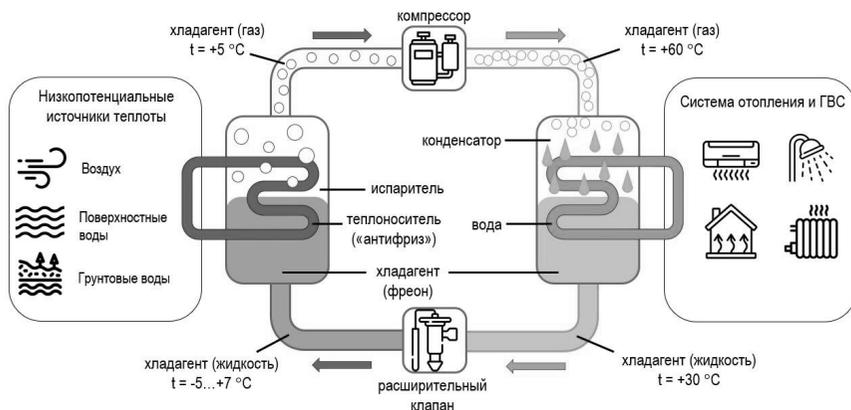


Рисунок 1 – Принципиальная схема работы ПТН

Схематично ПТН представляется в виде системы из трёх замкнутых контуров:

- в первом, внешнем, циркулирует теплоноситель, собирающий теплоту окружающей среды;
- во втором – хладагент (вещество, которое испаряется, отбирая теплоту теплоотдатчика, и конденсируется, отдавая теплоту теплоносителю);
- в третьем – теплоноситель – вода в системах отопления и горячего водоснабжения здания.

Принцип действия ПТН основан на отдаче и поглощении теплоты рабочего хладагента в цикле при периодическом переходе его из одного состояния в другое. По внешнему контуру системы отопления движется незамерзающая жидкость, которая нагревается от окружающей среды. В насосе эта жидкость отдаёт порядка 5 °C хладагенту и продолжает циркулировать. Хладагент закипает (при температуре порядка -10 °C), переходя в газообразное состояние. Компрессор сжимает пар, что приводит к повышению его температуры. Попадая в теплообменник, этот пар отдаёт тепло внутреннему контуру отопления, а сам

остывает, конденсируется и возвращается в испаритель. Таким образом, принцип действия ПТН аналогичен принципу действия домашнего холодильника.

Тепловые, энергетические и экономические характеристики ПТН существенно зависят от характеристик низкопотенциального источника теплоты (НИТ), откуда ПТН «черпают» тепло. В большинстве случаев НИТ является ключевым фактором, определяющим эксплуатационные характеристики ПТН.

В зависимости от сочетания вида НИТ и нагреваемой среды тепловые насосы делятся на следующие типы:

1) Тепловые насосы грунт-вода: применяют грунт в качестве источника тепла. Грунт, как и подпочвенные воды, имеет одно преимущество – относительно стабильную в течение года температуру, обеспечивающую высокий коэффициент преобразования теплоты (КПТ).

Тепло отбирается по трубам – грунтовым теплообменникам, уложенным в землю горизонтально (или спиралеобразно). В горизонтальных грунтовых теплообменниках (рисунок 2а) забор тепла из грунта осуществляется с помощью проложенной в грунте системы пластиковых труб большой площади.

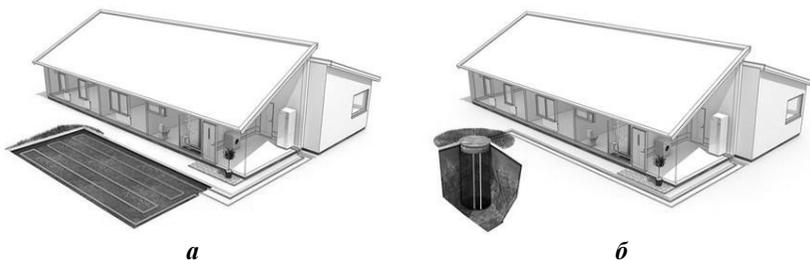


Рисунок 2 – Тепловой насос грунт-вода:

а – с горизонтальным грунтовым теплообменником; *б* – с вертикальным грунтовым теплообменником

Пластиковые трубы из полиэтилена или полихлорвинила укладываются в грунт на глубину 1,2...1,5 м и, в зависимости от выбранного поперечного сечения трубы, на расстоянии приблизительно 0,5...0,7 м параллельно друг другу, так, чтобы на каждый кв.м. площади забора тепла было проложено приблизительно 1,43...2,0 м труб. Длина каждой плети трубопровода не должна превышать 100 м, иначе потери давления и требуемая мощность насоса будут слишком велики. Здесь не требуется бурение, но требуются более обширные земельные

работы на большой площади, и трубопровод более подвержен риску повреждения.

В районах с высокой плотностью населения и малыми земельными участками устанавливают тепловые насосы с вертикальными грунтовыми теплообменниками (зондами).

Как правило, зонды изготавливаются из полиэтиленовой или полипропиленовой трубы. В большинстве случаев параллельно устанавливаются четыре трубы (зонд в форме двойной U-образной трубы) в одной скважине (рисунок 2б). Все полости между трубами и грунтом заполнены материалом, хорошо проводящим тепло (бетонит). Рассол по двум трубам течёт из распределителя вниз, а по двум другим трубам возвращается вверх к распределителю. Грунтовые тепловые зонды (в зависимости от исполнения) монтируются с помощью бурильной установки, либо забиваются копром. Глубина монтажа зондов 50...200 м. Расстояние между зондами должно составлять не менее 5...6 м.

2) Тепловые насосы вода-вода: используют тепло подпочвенных (грунтовых) вод, открытых водоёмов или технологической охлаждающей воды.

Тепловые насосы данного типа могут использовать закрытый контур (рисунок 3а), который размещается волнисто или кольцами в водоём (озеро, пруд, река) ниже глубины промерзания. При использовании в качестве источника тепла близлежащего водоёма контур укладывается на дно. Глубина не менее 2 метров. Ориентировочное значение тепловой мощности на 1 м трубопровода – 50 Вт. Таким образом, для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходимо уложить в озеро контур длиной 200 м. Чтобы трубопровод не всплывал, на 1 пог.м. устанавливается около 5 кг груза.

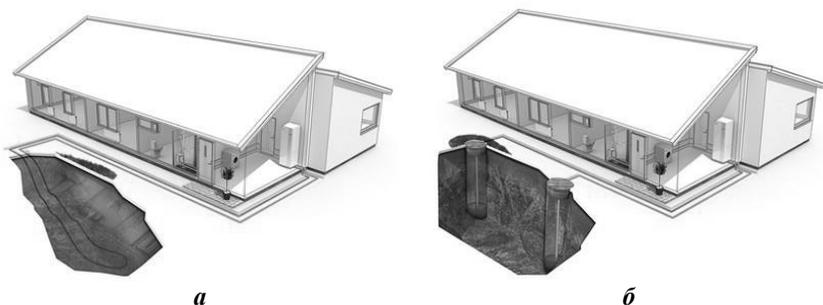


Рисунок 3 – Тепловой насос вода-вода:
а – с закрытым контуром; б – с открытым контуром

Речная и озёрная вода с теоретической точки зрения представляется весьма привлекательным источником тепла, но имеет один существенный недостаток – чрезвычайно низкую температуру в зимний период (она может опускаться до уровня чуть выше или практически вплотную к 0°C). По этой причине требуется особое внимание при проектировании системы в целях предотвращения замораживания испарителя.

При использовании тепла грунтовых вод применяются тепловые насосы с открытым контуром (рисунок 3б). Для этого искусственно создаются колодцы и грунтовые скважины. В водозаборных колодцах и скважинах размещаются одно- либо многоступенчатые насосы, подающие воду в испарители ПТН. Охлаждённая вода из испарителей возвращается через водоприёмные колодцы и скважины снова под землю. Между водозаборными и нагнетательными устройствами должно соблюдаться определённое расстояние, чтобы исключить понижение температуры воды, подаваемой в ПТН. Для небольших объёмов подаваемой воды (одно и двухквартирные жилые дома) расстояние между подающим и приёмным колодцами должно быть не менее 5 м. Грунтовая вода, в зависимости от конструкции системы, начальной температуры воды, охлаждается в испарителе ПТН максимально на 5°C.

Рекомендуется выполнять скважины реверсивными, т.е. с возможностью превращения водозаборной скважины в нагнетательную через каждый год эксплуатации для очистки фильтров, установленных перед глубинными насосами, обратным током воды. Подвод и отвод грунтовой воды к тепловому насосу должны быть защищены от замерзания и прокладываться с уклоном к скважине или к колодцу.

Большим недостатком тепловых насосов, работающих на грунтовых водах, является высокая стоимость работ по обустройству скважин или колодцев, подводу и отводу НИТ. Кроме того, в зависимости от качества грунтовой воды, требуется принять меры по защите системы обеспечения НИТ от коррозии и отложений, особенно от окислов железа, ила. Необходимо учесть требования, порой весьма жесткие, местных администраций в вопросах организации сточных вод.

3) Тепловые насосы воздух-вода: используют воздух в качестве НИТ, в том числе сбросовой.

Наружный воздух, будучи совершенно бесплатным и общедоступным, является наиболее предпочтительным источником тепла. Тепловые насосы типа воздух-вода (рисунок 4) легки в установке, не требуют бурения скважин и прокладки труб. Конструкция данного

вида оборудования может быть выполнена в виде сплит-системы, либо моноблока.

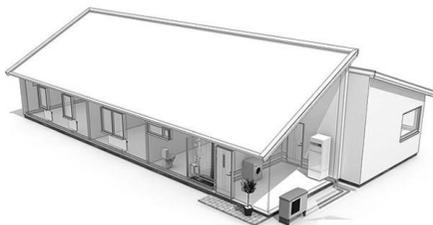


Рисунок 4 – Тепловой насос воздух-вода

Сплит-система состоит из двух блоков – наружного и внутреннего, которые соединяются коммуникациями. Наружный блок укомплектован вентилятором и испарителем, он устанавливается в небольшом удалении от дома. Внутренний блок содержит конденсатор и автоматику, его монтируют внутри дома.

По универсальности применения в климатических условиях северных широт, этот тип насосов пока проигрывает другим типам насосов. Хотя сами насосы дешевле, и прокладки труб или бурения скважин не требуется, но из морозного воздуха толку то мало – на поверхности испарителя в диапазоне от 0°C до 6°C образуется иней, что ведёт к снижению мощности и производительности ПТН. Поэтому такие тепловые насосы рекомендуется использовать только в южных широтах, где максимальная температура зимой не опускается ниже -15° С.

Преимущества ПТН:

- **Экономичность:** при затратах на функционирование системы в 1 кВт электроэнергии вырабатывается от 3-х до 4-х кВт тепловой энергии.
- **Многофункциональность:** возможность переключения с режима отопления зимой на режим кондиционирования летом.
- **Надёжность:** тепловой насос надёжен, его работой управляет автоматика. В процессе эксплуатации система не нуждается в специальном обслуживании, возможные манипуляции не требуют особых навыков и описаны в инструкции.
- **Экологичность:** аппарат при работе не сжигает топливо, а значит, не выбрасывает вредные вещества в окружающую среду. Ни в воздухе, ни в почве не накапливаются опасные для здоровья людей и природы соединения.

- Безопасность: при работе агрегата нет открытого огня, и не выделяются опасные смеси и газы. Узлы системы не прогреваются выше 90 °С.

Недостатки ПТН:

- Большая стоимость установленного оборудования, необходимость сложного и дорогого монтажа внешних подземных или подводных теплообменных контуров.

- Низкий коэффициент преобразования теплоты при низких температурах. КПД выше тогда, когда разница температур в системе и отопительном контуре минимальна.

Вывод: рассмотренные в данной статье виды ПТН являются хорошей альтернативой традиционным системам отопления. Преимущество применения ПТН состоит в значительной экономии затрат энергии. Высокие капиталовложения окупятся за 4...9 лет только за счёт сберегаемого топлива и электричества. При сложившемся уровне цен на энергоносители ПТН уступают по экономичности пока только газовым котлам, но заметно выигрывают у жидкотопливных и электрических. Служат они по 15...20 лет до капремонта. В связи с будущим ростом цен на все виды топлива, лидерство ПТН в системах отопления зданий и сооружений обеспечено.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубаев, П. А. Тепловые насосы : учебное пособие / П. А. Трубаев, Б. М. Гришко. – Белгород : Изд-во БГТУ, 2010. – 143 с.

2. Повышение эффективности сжигания жидкого топлива в сельскохозяйственных установках / Н. В. Ксенз, Н. С. Вороной, Т. Н. Толстоухова, Р. И. Штанько // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1997. – № 7. – С. 26-27.

3. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

4. Поцелуев, А. А. Система водо- и теплообеспечения технологических процессов обслуживания КРС / А. А. Поцелуев, И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 59-66.

5. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.

6. Климов, Г. М. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии для получения теплоты в системах теплоснабжения: использование с применением тепловых насосов : методическая разработка для студентов очной и

заочной форм обучения специальностей 140104.65 Промышленная теплоэнергетика и 270109.65 Теплогазоснабжение и вентиляция / Г. М. Климов, Е. Н. Цой, М. Г. Климов. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2013. – 50 с.

7. Дзино, А. А. Тепловые насосы : учеб.-метод. пособие / А. А. Дзино, О. С. Малинина. – СПб. : Университет ИТМО, 2016. – 43 с.

8. Быков, А. В. Холодильные машины и тепловые насосы / А. В. Быков, И. М. Калнинь, А. С. Крузе. – М. : Агропромиздат, 1988.

9. Мартыновский, В. С. Циклы, схемы и характеристики термотрансформаторов / В. С. Мартыновский. – М. : Энергия, 1979.

10. Везиришвили, О. Ш. Энергосберегающие теплонасосные системы тепло и хладоснабжения / О. Ш. Везиришвили, Н. В. Меладзе. – М. : Издательство МЭИ, 1994.

11. Васильев, Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоёв Земли / Г. П. Васильев. – М. : «Красная звезда», 2006. – 220 с.

Об авторах:

Сапрыкин Александр Олегович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), a.o.sap.75@gmail.com.

Научный руководитель – Цедяков Андрей Александрович, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, andrey.tsedyakov@mail.ru.

About the authors:

Alexandr O. Saprykin, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), a.o.sap.75@gmail.com.

Scientific advisor – Andrey A. Tsedyakov, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), andrey.tsedyakov@mail.ru.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОВЫХ КОТЛОВ ЭЛЕКТРО-ОЗОНИРОВАНИЕМ

Е. А. Селиванов, А. А. Локтионов, Р. П. Зеленков

Научный руководитель – К. А. Гарькавый

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Рассмотрено повышение эффективности газовых котлов за счет введения в топливо при его сжигании озono-воздушной смеси, обеспечивающей повышение интенсификации горения природного газа, экономию топлива и снижение загрязнения окружающей среды. Проведенная оценка эффективности газовых котлов показывает, что внедрение озонирования сжигания топлива в газовых котлах, приводит к повышению КПД процесса сжигания топлива, снижению удельного расхода условного топлива и снижению затрат топлива на производство энергии.

Ключевые слова: электроозонирование, коэффициент полезного действия, удельный расход условного топлива, озон, мощность, интенсификация.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF GAS BOILERS BY ELECTRO-OZONATION

E. A. Selivanov, A. A. Loktionov, R. P. Zelenkov

Scientific advisor – K. A. Garkavy

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article considers the increase in the efficiency of gas boilers due to the introduction of an ozone-air mixture into the fuel during its combustion, which provides increased intensification of natural gas combustion, fuel economy and reduction of environmental pollution. The conducted assessment of the efficiency of gas boilers shows that the introduction of ozonation of fuel combustion in gas boilers leads to an increase in the efficiency of the fuel combustion process, a decrease in the specific consumption of conventional fuel and a decrease in fuel costs.

Keywords: electro-ozonation, efficiency, specific consumption of equivalent fuel, co-generation, ozone, power, intensification.

Установлено, что энергия, которая выделяется при реакции сгорания с озоном, в четыре раза больше, чем с кислородом [1]. Предельно допустимая концентрация озона в атмосферном воздухе достигает 0,16 мг на кубический метр, а в воздухе рабочей зоне топки котла

не должна превышать 0,1 мг на кубический метр. При более высоких концентрациях озон может внезапно самовоспламеняться [2].

Энергоэффективность и охрана природы играют важную роль в электроэнергетике и теплоэнергетике, обеспечивая уменьшение потребления энергии [3, 4] и снижению вредных выбросов в атмосферу [2]. Природный газ широко применяется как в промышленности, так и в жилом секторе. Повышение эффективности его сжигания позволит сократить расходы на отопление и обеспечить более экономичное использование топлива. Цель исследования – определение эффективности сжигания топлива в газовых котлах при его озонировании.

Объект исследования – теплоэлектроцентраль (ТЭЦ): электрическая мощность составляет 300 МВт; основное топливо – природный газ. Предметом исследования является эффективность сжигания топлива в газовых котлах при его озонировании, определение: КПД процесса сжигания топлива, удельного расхода условного топлива и затрат топлива на производство энергии до озонирования и после озонирования.

При расчетах энергоэффективности тепловых энергоустановок используется удельный расход условного топлива (УРУТ), равный:

$$b_{ТЭЦ} = \frac{V_{ТЭЦ}}{P_{ТЭЦ}}, \quad (1)$$

где $V_{ТЭЦ}$ – часовой расход условного топлива, равный:

$$V_{ТЭЦ} = \frac{m_y}{t} \left[\frac{\text{кг}}{\text{час}} \right]; P_{ТЭЦ} \text{ – электрическая мощность на выходе из ТЭЦ}$$

или полезно-используемая электрическая мощность, т.е. мощность, отдаваемая в электрическую сеть, кВт.

УРУТ связан с КПД ТЭЦ, определяемый по выражению:

$$\eta_{ТЭЦ} = \frac{P_{ТЭЦ}}{Q_{ТЭЦ}} = \frac{3600 \cdot P_{ТЭЦ}}{V_{ТЭЦ} \cdot Q_y} = \frac{3600}{b_{ТЭЦ} \cdot Q_y}, \quad (2)$$

где $Q_{ТЭЦ}$ – тепловая мощность на входе в ТЭЦ или тепловая мощность сгорания топлива в топке котла ТЭЦ, кДж;

Q_y^p – низшая теплота сгорания условного топлива,

$Q_y^p = 29300 \left[\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right]$; 3600 – коэффициент пересчета кДж в кВт*ч.

Подставляя (1) в (2) получаем:

$$\eta_{ТЭЦ} = \frac{P_{ТЭЦ}}{Q_{ТЭЦ}} = \frac{3600 \cdot P_{ТЭЦ}}{V_{ТЭЦ} \cdot Q_y} = \frac{3600}{b_{ТЭЦ} \cdot Q_y}. \quad (3)$$

Принимая за основу, что средневзвешенный фактический удельный расход условного топлива в 2019 году в России на отпуск электроэнергии составил 306,2 грамма условного топлива на киловатт*час [5], согласно (3) определим до озонирования:

- средневзвешенный КПД ТЭЦ:

$$\eta_{\text{ТЭЦ}} = \frac{3600}{0,3062 \cdot 29300} = 0,401 \text{ или в процентах } 40,1 \%;$$

- относительные потери энергии составили:

$$\delta_{\text{ТЭЦ}} = 1 - \eta_{\text{ТЭЦ}} = 1 - 0,401 = 0,599 \text{ или в процентах } 59,9 \%.$$

Для ТЭЦ электрической мощностью $P_{\text{ТЭЦ}} = 300$ МВт до озонирования найдём:

- среднечасовой расход условного топлива:

$$B'_{\text{ТЭЦ}} = b'_{\text{ТЭЦ}} \cdot P_{\text{ТЭЦ}} = 0,3062 \cdot 300000 = 91860 \frac{\text{кг}}{\text{час}};$$

• количество условного топлива, расходуемого на ТЭЦ за один час:

$$m'_{\text{ТЭЦ}} = B'_{\text{ТЭЦ}} \cdot t = 91,86 \cdot 1 = 91,86 \text{ т};$$

- потери топлива при его сжигании составят:

$$\Delta m'_{\text{ТЭЦ}} = m'_{\text{ТЭЦ}} \cdot (1 - \eta'_{\text{ТЭЦ}}) = 91,86 \cdot 0,599 = 55 \text{ т}.$$

Для повышения энергоэффективности горения в газовых водогрейных котлах используются озонаторы для выработки озона и подачи озонородушной смеси в топку котла. При озонировании горения газа в топке, мощность сжигания топлива увеличивается в 1,2 раза, при этом энергозатраты на озонирование составляют не более 1 % [6].

Следовательно, при озонировании горения газа, мощность ТЭЦ может быть увеличена в 1,2 раза, но при этом и снижена в 0,99, за счет потребления электроэнергии озонаторами. В соответствии с (2) КПД ТЭЦ при озонировании горения газа в топках будет равен:

$$\eta_{\text{ОЗ}} = \frac{P_{\text{сети}}}{Q_{\text{ТЭЦ}}} = \frac{1,2 \cdot 0,99 \cdot P_{\text{ТЭЦ}}}{Q_{\text{ТЭЦ}}} = 1,2 \cdot 0,99 \cdot \eta_{\text{ТЭЦ}} = 1,2 \cdot 0,99 \cdot 0,401 = 0,476.$$

При этом относительные потери энергии составят:

$$\delta_{\text{ТГУ}} = 1 - \eta_{\text{ОЗ}} = 1 - 0,476 = 0,524,$$

а УРУТ будет равен:

$$b_{\text{ОЗ}} = \frac{3600}{\eta_{\text{ОЗ}} \cdot Q_y} = \frac{3600}{0,476 \cdot 29300} = 258,1 \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{час}}.$$

В соответствии с проведёнными расчётами для ТЭЦ после озонирования найдём:

- среднечасовой расход условного топлива:

$$B''_{\text{ТЭЦ}} = b''_{\text{ТЭЦ}} \cdot P_{\text{ТЭЦ}} = 0,258 \cdot 1 \cdot 300000 = 77430 \frac{\text{кг}}{\text{час}};$$

• количество условного топлива, расходуемого на ТЭЦ за один час:

$$m''_{\text{ТЭЦ}} = B''_{\text{ТЭЦ}} \cdot t = 77,43 \cdot 1 = 77,43 \text{ т};$$

- потери топлива при его сжигании:

$$\Delta m''_{\text{тэц}} = m''_{\text{тэц}} \cdot (1 - \eta''_{\text{тэц}}) = 77,43 \cdot 0,524 = 40,57 \text{ т.}$$

Следовательно, при переводе тепловых электростанций на озонирование сжигания топлива:

- увеличивается коэффициент полезного действия с 0,401 до 0,476;
- удельный расход условного топлива снижается до $258,1 \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{час}}$;
- потери при производстве энергии на ТЭЦ уменьшаются на 26,2 %.

За один час работы на ТЭЦ мощностью 300 МВт расход топлива уменьшается 14,46 тонн.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лунин, В. В. Физическая химия озона : монография / В. В. Лунин, М. П. Попович, С. Н. Ткаченко. – М. : Изд-во МАКС Пресс, 2019. – 540 с.
2. Теория и практика получения и применения озона : монография / В. В. Лунин, В. Г. Самойлович, С. Н. Ткаченко, И. С. Ткаченко. – М. : Изд-во МАКС Пресс, 2023. – 416 с.
3. Поцелуев, А. А. Система водо- и теплообеспечения технологических процессов обслуживания КРС / А. А. Поцелуев, И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 59-66.
4. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.
5. Толстоухова, Т. Н. Совершенствование процесса тепловой обработки кормов в аппаратах периодического действия за счет использования озонированного воздуха : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Толстоухова Татьяна Николаевна. – Волгоград, 2001. – 213 с.
6. Мамедов, Т. А. Обобщенная оценка энергоэффективности централизованного электроснабжения и производства продукции / Т. А. Мамедов, В. И. Загинайлов // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2019. – № 3. – С. 33-36.
7. Новости по теме энергосбережения, повышения энергоэффективности, климатической и экологической повестки в России и мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sro150.ru/novosti/2792-04-02-2020-petr-bobylev-poitogam-2019-goda-udelnyj-raskhod-uslovnogo-topliva-na-otpusk-elektroenergii-v-rossii-sostavil-306-2-gramma-na-kvt-ch>.
8. Теоретические предпосылки снижения энергоемкости тепловых процессов в АПК / Н. С. Вороной, Н. В. Ксенз, А. М. Семенихин, Т. Н. Толстоухова // Опыт, проблемы и перспективы внедрения в производство экологически чистых, энергосберегающих адаптивных технологий и систем машин возделывания,

уборки и хранения зерновых и технических культур : Тезисы докладов научно-практической конференции, зерноград, 11-12 октября 1997 года. – зерноград: Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 1997. – С. 32-33.

9. Петрова, Е. А. Электроинтенсификация горения в газовых водогрейных котлах : специальность 05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Петрова Елена Алексеевна. – Москва, 2015. – 22 с.

Об авторах:

Селиванов Егор Александрович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), egor_selivanow02@mail.ru.

Локтионов Антон Александрович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), lockiorg@gmail.com.

Зеленьков Роман Петрович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), rzelenkoff@gmail.com.

Научный руководитель – Гарькавый Константин Алексеевич, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, k08@mail.ru.

About the authors:

Egor A. Selivanov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), egor_selivanow02@mail.ru.

Anton A. Loktionov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), lockiorg@gmail.com.

Roman P. Zelenkov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), rzelenkoff@gmail.com.

Scientific advisor – Konstantin A. Garkavy, associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), k08@mail.ru.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

А. М. Штуко, Д. И. Коверда

Научный руководитель – В. И. Загинайлов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье дан анализ факторов, влияющих на энергоэффективность генерации электроэнергии на теплоэлектростанциях. Проведено определение удельного расхода условного топлива по КПД энергоустановок ТЭС. Показано, что переход от производства электрической энергии на ТЭС к совместному производству электрической и тепловой энергии на ТЭС практически увеличивает вдвое КПД ТЭС и во столько же раз снижает удельный расход условного топлива.

Ключевые слова: энергоэффективность, электроэнергия, тепловая электростанция, удельный расход условного топлива, коэффициент полезного действия, коэффициент использования теплоты топлива.

ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY INDICATORS OF ELECTRICITY GENERATION AT THERMAL POWER PLANTS

A. M. Shtuko, D. I. Koverda

Scientific advisor – V. I. Zaginaylov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article analyzes the factors affecting the energy efficiency of power generation at thermal power plants. The determination of specific consumption of fuel equivalent by the efficiency of power units of TPPs is carried out. It is shown that the transition from electric power generation at TPPs to joint production of electric and thermal power at CHPPs practically doubles the efficiency of TPPs and reduces the specific consumption of fuel equivalent by the same amount.

Keywords: energy efficiency, electricity, thermal power plant, specific consumption of fuel equivalent, efficiency factor, fuel heat utilization factor.

Основное количество электроэнергии в нашей стране производится на тепловых электростанциях (ТЭС) с использованием электрических генераторов. Для привода генераторов в движение, сжигают топливо, химическая энергия которого преобразуется в тепловую, а

после – в механическую энергию. Анализ энергоэффективности производства электроэнергии на тепловых электростанциях, её передача, распределение и применения электроэнергии показывает, что потребители получают не более 10...15% от производимой энергии [1]. На ТЭС в качестве топлива используются ископаемые невозобновляемые органические топлива: уголь, нефть, мазут, природный газ.

Производство электроэнергии на ТЭС обладает большими недостатками: так как при её производстве не эффективно используются невозобновляемые источники энергии, при этом коэффициент полезного действия (КПД) преобразования химической энергии топлив в электрическую составляет всего 30...40% и при сжигании топлив выделяются канцерогенные вещества, загрязняющие окружающую среду [2]. Целью работы является оценка факторов, влияющих на энергоэффективность генерации электроэнергии на ТЭС.

Основным показателем эффективности работы тепловой электростанции считается удельный расход условного топлива (УРУТ) на производство электрической энергии [3]. Согласно, Энергостратегии РФ до 2035 года [4] из-за санкций, целевые показатели УРУТ на отпуск электроэнергии на ТЭС с 2024 по 2035 годов установлены на уровне – 0,3131 кг у. т на 1 кВт·ч. Превышение целевых значений по УРУТ будут свидетельствовать об успехе оптимизационных мероприятий, которые проводятся на ТЭС.

Удельный расход условного топлива b_N , кг у.т./кВт·ч определяется по формуле:

$$b_N = \frac{B_{у.т.}}{P_{ТЭС}} \left[\frac{\text{кг у.т.}}{\text{кВт}\cdot\text{ч.}} \right], \quad (1)$$

где $B_{у.т.}$ – часовой расход условного топлива, кг у.т.;

$P_{ТЭС}$ – полезно-используемая электрическая мощность тепловой электростанции.

При расчетах энергоэффективности тепловых энергоустановок широко используется коэффициент КПД ТЭС равный:

$$\eta_{ТЭС} = \frac{P_{ТЭС}}{Q_{ТЭС}} = \frac{3600 \cdot P_{ТЭС}}{B_{у.т.} \cdot Q_y^p}, \quad (2)$$

где $Q_{ТЭС}$ – энергия сгорания топлива в топке котла ТЭС, кДж;

Q_y^p – низшая теплота сгорания условного топлива;

$Q_y^p = 29300 \left[\frac{\text{кДж}}{\text{кг у.т.}} \right]$; 3600 – коэффициент пересчета кДж в кВт·ч.

Подставляя (1) в (2) и учитывая, что $b_N = 0,3131$ кг у. т на 1 кВт·ч, получаем:

$$\eta_{ТЭС} = \frac{P_{ТЭС}}{Q_{ТЭС}} = \frac{3600 \cdot P_{ТЭС}}{B_{ТЭС} \cdot Q_y^p} = \frac{3600}{b_N \cdot Q_y^p} = \frac{3600}{0,3131 \cdot 29300} = 0,392 \quad (3)$$

Повышение энергоэффективности и достижение целевых показателей УРУТ на отпуск энергии на ТЭС можно обеспечить за счет когенерации, т.е. получения не только электрической, но и тепловой энергий. Тепловую энергию на теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) получают в виде промышленного (производственного) пара и в виде горячей воды. Отбор промышленного пара производится на выходе турбины высокого давления (ТВД) с использованием теплообменника промышленного пара (ТПП). Горячую воду получают на выходе турбины низкого давления (ТНД) с помощью теплообменника горячей воды (ТГВ) конденсатора ТЭЦ.

Проведем оценку энергоэффективности получения электрической и тепловой энергий на ТЭЦ, считая, что в процессе можно получить $x + y = 1$ – тепловой энергии. Определим КПД энергоустановок ТЭЦ:

$$\begin{aligned} \text{ТВД: } \eta_{ТВД} &= \frac{Q_{ТВД}}{Q_{ТЭС}}, \\ \text{ТНД: } \eta_{ТНД} &= \frac{P_{ТЭС}}{Q_{ТВД}}, \\ \text{ТПП: } \eta_{ТПП} &= \frac{Q_{ПП}}{Q_{ТВД}}, \\ \text{ТГВ: } \eta_{ТГВ} &= \frac{Q_{ГВ}}{\Delta Q_{ТНД}}, \end{aligned}$$

где $Q_{ТВД}$ – тепловая мощность на выходе ТВД;

$Q_{ПП}$ – тепловая мощность промышленного пара;

$\Delta Q_{ТНД}$ – потери тепловой мощности в ТНД;

$\eta_{ТВД}$; $\eta_{ТНД}$; $\eta_{ТПП}$; $\eta_{ТГВ}$ – соответственно КПД турбины высокого давления, турбины низкого давления, теплообменника промышленного пара и теплообменника горячей воды.

Определим КПД технологий производства энергии через КПД энергоустановок ТЭЦ:

- тепловой промышленного пара ТЭЦ:

$$\eta_{ПП} = \frac{Q_{ПП}}{Q_{ТВД}} = x \cdot \eta_{ТВД} \cdot \eta_{ТПП};$$

- электрической энергии ТЭЦ:

$$\eta_{ТЭС} = \frac{P_{ТЭС}}{Q_{ТЭС}} = y \cdot \eta_{ТВД} \cdot \eta_{ТНД};$$

- тепловой энергии горячей воды ТЭЦ:

$$\eta_{ГВ} = \frac{Q_{ПП}}{\Delta Q_{ТНД}} = y \cdot \eta_{ТВД} \cdot (\eta_{ТНД} + \eta_{ТГВ} - \eta_{ТНД} \cdot \eta_{ТГВ}).$$

Принимая $\eta_{ТВД} = 1,0$; $\eta_{ТНД} = \eta_{ТЭС} = 0,392$; $\eta_{ТПП} = \eta_{ТГВ} = 0,8$ и изменяя соотношение производства пара и горячей воды, рассчитаем КПД технологий производства электрической и тепловой энергии на ТЭЦ (таблица 1).

Таблица 1 – КПД технологий производства электрической и тепловой энергии на ТЭЦ

Параметры	КПД технологий производства энергии на ТЭЦ, при изменении x						
	0,0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
x	0,0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
$y = 1-x$	1,0	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1	0,0
$\eta_{ПП}$	0,0	0,080	0,240	0,400	0,560	0,720	0,8
$\eta_{ТЭС}$	0,392	0,353	0,274	0,196	0,118	0,039	0,0
$\eta_{ГВ}$	0,878	0,790	0,615	0,439	0,263	0,088	0,0
$\eta_{ТЭЦ}$	0,878	0,870	0,855	0,839	0,823	0,808	0,8
УРУТ, $b_{ТЭЦ}$	0,140	0,141	0,144	0,146	0,149	0,152	0,154

Анализ результатов расчета КПД технологий производства энергии на ТЭЦ, показывает, что переход от производства электрической энергии на ТЭС к совместному производству электрической и тепловой энергии на ТЭЦ увеличивает КПД ТЭС с 0,392 до 0,878, при этом КПД ТЭЦ увеличивается при сокращении производства промышленного пара с 0,8 до 0,878. Соответственно УРУТ при совместном производстве электрической и тепловой энергии снижается с 0,3131 кг у.т./кВт·ч до 0,140 кг у.т./кВт·ч и также снижается при сокращении производства промышленного пара с 0,154 кг у.т./кВт·ч до 0,140 кг у.т./кВт·ч.

Еще одним показателем является выработка электроэнергии на тепловом потреблении \mathcal{E} , [кВт·ч /ГДж] [5]:

$$\mathcal{E} = \frac{P_{ТЭС} \cdot 10^3}{Q_{ПП}} * k_{ПП}$$

где $P_{ТЭС}$ – количество электроэнергии, которое вырабатывается в единицу времени паром, поступающим из регулируемых отборов турбины тепловому потребителю, МВт;

$Q_{ПП}$ – количество теплоты, отведенное тепловому потребителю с отработавшим в турбине паром, ГДж/час (или МВт);

$k_{ПП}$ – коэффициент, учитывающий потери теплоты в теплообменных аппаратах и коммуникациях на линиях от турбины до теплового потребителя.

Также для оценки энергетической эффективности производства тепла и электроэнергии на ТЭЦ используют показатель «коэффициент полезного использования теплоты топлива (КИТТ)» [6], определяющий совокупный расход топлива на производство единицы энергии

$$\text{КИТТ} = \frac{P_{\text{ТЭС}} + Q_{\text{ПП}}}{B_{\text{у.т.}} \cdot Q_{\text{у}}^{\text{P}}}$$

Значение КИТТ для ТЭЦ может изменяться от 0,25 до 0,86, и характеризуется работой ТЭЦ от чисто конденсационных режимов до производства электроэнергии при режимах на тепловом потреблении.

Большой интервал изменения значения КИТТ определяется именно комбинированной выработкой тепла для нужд теплового потребителя [3].

Анализ энергоэффективности производства электроэнергии на тепловых электростанциях производится по различным показателям. Наиболее широко для оценки энергоэффективности производства электроэнергии используется УРУТ, который может быть определен по величине КПД. Произведенные нами расчеты показывают, что переход от производства электрической энергии на теплоэлектростанциях к совместному производству электрической и тепловой энергии на ТЭЦ практически вдвое увеличивает КПД ТЭС, при этом УРУТ снижается с 0,3131 кг у.т./кВт·ч до 0,140 – 0,154 кг у.т./кВт·ч.

Существуют также факторы, влияющие на энергоэффективность генерации электроэнергии на ТЭЦ, не поддающиеся расчету:

- высокие эксплуатационные расходы: стоимость топлива является значительной статьёй расходов, также требуются затраты на обслуживание и ремонт оборудования;
- ограниченность ресурсов ископаемого топлива: запасы угля, нефти и природного газа ограничены, что ставит под вопрос долгосрочную устойчивость работы ТЭС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мамедов, Т. А. Обобщенная оценка энергоэффективности централизованного электроснабжения и производства продукции / Т. А. Мамедов, В. И. Загинайлов // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2019. – № 3. – С. 33-36.
2. Развитие электроснабжения и применения электроэнергии в АПК / В. И. Трухачев, В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 250 с. – ISBN 978-5-6049928-3-8.
3. Чучуева, И. А. Вычислительные методы определения удельных расходов условного топлива ТЭЦ на отпущенную электрическую и тепловую энергию

в режиме комбинированной выработки / И. А. Чучуева // Наука и Образование. МГТУ им. И. Э. Баумана. – 2016. – № 2. – С. 135-165.

4. Энергетическая стратегия РФ на период до 2035 года, утверждена распоряжением Правительства РФ № 1523-р от 9 июня 2020 г., с утвержденными изменениями распоряжением № 444-р Правительства РФ от 28 февраля 2024 года.

5. Султанов, М. М. Оптимизация режимов работы оборудования ТЭЦ по энергетической эффективности : специальность 05.14.14 «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Султанов Махсуд Мансурович. – Москва, 2010. – 20 с.

6. Богданов, А. Б. Котельнизация России – беда национального масштаба / А. Б. Богданов // Новости теплоснабжения. – 2006. – № 12 – С. 33-38.

7. Повышение эффективности сжигания жидкого топлива в сельскохозяйственных установках / Н. В. Ксенз, Н. С. Вороной, Т. Н. Толстоухова, Р. И. Штанько // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1997. – № 7. – С. 26-27.

8. Поцелуев, А. А. Система водо- и теплообеспечения технологических процессов обслуживания КРС / А. А. Поцелуев, И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 59-66.

Об авторах:

Штуко Анна Максимовна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), anyashtuko@yandex.ru.

Коверда Дарья Игоревна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), koverdasha90@mail.ru.

Научный руководитель – Загинайлов Владимир Ильич, профессор ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, vzaginajlov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Anna M. Shtuko, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), anyashtuko@yandex.ru.

Daria I. Koverda, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), koverdasha90@mail.ru.

Scientific advisor – Vladimir I. Zaginaylov, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), vzaginajlov@rgau-msha.ru.

НОВЫЙ МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ТЕПЛИЦЫ

А. К. Шустова

Научный руководитель – Ю. А. Судник

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. *Статья посвящена актуальной теме – применению системы автоматического управления температурным режимом в тепличном комплексе. Использование нового пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора, в котором используются звенья с дробных дифференцированием, позволяет повысить быстродействие системы управления и экономить электроэнергию в системе.*

Ключевые слова: *тепличный комплекс, система автоматического управления, дробное дифференцирование.*

A NEW METHOD OF AUTOMATIC CONTROL OF THE TEMPERATURE REGIME OF THE TEMPLE

A. K. Shustova

Scientific advisor – Yu. A. Sudnik

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The paper deals with the urgent problem of application temperature automatic control system in agriculture. We can improve performance and save energy with using proportional-integral-differential regulator with a fractional differentiation link in a system.*

Keywords: *greenhouse complex, automatic control system, fractional differentiation.*

Системы автоматического управления широко используются во всех сферах промышленности, в том числе и в сельском хозяйстве. Автоматизированное управление микроклиматом, в частности, температурным режимом тепличного комплекса, является актуальной и практически значимой задачей сегодняшнего дня.

Известны способы автоматического управления температурным режимом теплиц, включающие измерение текущих значений температуры воздуха в теплице, сравнение их с оптимальным значением температуры воздуха в теплице, после чего сигнал результата сравнения

усиливают, интегрируют, дифференцируют и подают на регулирующий орган, реализуя тем самым пропорционально-интегрально-дифференциальный закон управления [1]. Такую систему часто используют при автоматизации систем контроля и управления температурным режимом в теплице.

Недостатками таких ПИД-регуляторов являются низкие быстродействие и помехоустойчивость, связанные с наличием единственной производной по времени в законе управления. Использование производных выше первого порядка приводит к резкому возрастанию влияния шумов и помех, снижению помехоустойчивости системы автоматического управления, что существенно снижает её качество.

Дробное дифференцирование [2] позволяет усилить присущий операциям дифференцирования по времени эффект предсказания дальнейшего изменения сигналов управляемых технологических процессов и благодаря этому повысить быстродействие управляющих ими систем. При этом не повышаются в выходных сигналах регулятора уровни шумов и помех, по сравнению с традиционным ПИД-регулятором, т.к. в предлагаемом способе максимальный порядок дифференцирования меньше (производные дробных порядков меньше единицы), чем у известного ПИД-регулятора.

Суть способа, на который выдан патент [3] на изобретение, заключается в следующем. Известная передаточная функция ПИД-регулятора $W(p)$ имеет следующий вид:

$$W_{\text{ПИД}}(p) = K_p + K_p T_d p + \frac{K_p}{T_{\text{И}} s^2}, \quad (1)$$

где p – оператор Лапласа;

K_p – коэффициент передачи регулятора;

T_d и $T_{\text{И}}$ – постоянные времени дифференцирования и интегрирования по времени.

Поскольку в (1) первой производной по времени $d(\dots)/dt$ отвечает комплексная переменная p , то дробным производным по времени ниже первого порядка будут отвечать комплексные переменные вида $\sqrt[n]{p^m}$, где n и m – целые положительные числа, причем $m < n$.

При этом передаточная функция регулятора с дробными производными по времени может быть представлена в виде:

$$W_{\text{рег}}(p) = W_{\text{ПИД}}(p) + W_{\text{ДП1}}(p) + W_{\text{ДП2}}(p), \quad \text{где} \quad (2)$$

$$W_{\text{ДП1}}(p) = Q_1 \sqrt[3]{p} \quad \text{и} \quad W_{\text{ДП2}}(p) = Q_2 \sqrt[3]{p}; \quad (3)$$

Причем N – целое положительное число, при этом $N \geq 1$; Q_1 и Q_2 – параметры настройки системы управления, принимающие вещественные значения.

Таким образом, как видно из (2) и (3), введение дробных производных по времени ниже первого порядка позволяет использовать дополнительные параметры настройки Q_1 и Q_2 для повышения быстродействия, т.к. благодаря их наличию улучшается управляемость системы, что позволяет добиться, к тому же, значительного повышения запаса устойчивости системы. Качество управления автоматической системы при замене известного ПИД-регулятора на регулятор нового вида (2), (3), повышается в той же мере, как при замене пропорционально-интегрального регулятора на ПИД-регулятор [2].

Способ реализуется следующим образом. Регулятор повышенного быстродействия содержит два параллельно включенных звена, одно из которых реализует функцию ПИД-регулятора, а другое является дополнительным, которое реализует функцию дробного дифференцирования сигнала по времени (различных порядков меньших единицы).

Способ позволяет существенно повысить быстродействие и помехоустойчивость систем автоматического управления температурным режимом теплиц.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. – М. : КолосС, 2013.
2. Интегралы и производные дробного порядка / С. Г. Самко [и др.]. – Минск : Наука и техника, 2007.
3. Патент № 2589163 С2 Российская Федерация, МПК А01G 9/24. способ автоматического управления температурным режимом теплицы : № 2014140224/13 : заявл. 06.10.2014 : опубл. 10.07.2016 / М. Л. Лазаренко, Л. М. Лазаренко, Ю. А. Судник.
4. Дидманидзе, О. Н. Повышение эффективности производственных процессов по надежному снабжению населения продуктами виноградарства в условиях Азербайджана / О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2003. – 115 с. – ISBN 5-9546-0012-0.
5. Подготовка семян к озимому посеву в засушливых условиях на агрегатах типа ЗАВ / А. В. Касьяненко, И. Н. Краснов, И. А. Кравченко, Т. Н. Толстоухова // Сельский механизатор. – 2020. – № 5-6. – С. 37-38.
6. Луханин, В. А. Повышение равномерности внесения минеральных удобрений оптимизацией параметров дозаторов, направителей и центробежных распределителей : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации

сельского хозяйства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Луханин Владимир Александрович. – зерноград, 2012. – 192 с.

7. Теоретические предпосылки снижения энергоемкости тепловых процессов в АПК / Н. С. Вороной, Н. В. Ксенз, А. М. Семенихин, Т. Н. Толстоухова // Опыт, проблемы и перспективы внедрения в производство экологически чистых, энергосберегающих адаптивных технологий и систем машин возделывания, уборки и хранения зерновых и технических культур : тезисы докладов научно-практической конференции, зерноград, 11-12 октября 1997 года. – зерноград : Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 1997. – С. 32-33.

Об авторах:

Шустова Александра Константиновна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), aleks.shystov@yandex.ru.

Научный руководитель – Юрий Судник Александрович, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, sudnik@rgau-msha.ru.

About the authors:

Alexandra K. Shustova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), aleks.shystov@yandex.ru

Scientific advisor – Yuri A. Sudnik, professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), sudnik@rgau-msha.ru

Научное издание

ЧТЕНИЯ
АКАДЕМИКА
В. Н. БОЛТИНСКОГО

Сборник статей

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано в печать 01.12.2024. Формат 60×90/16.
Усл.-печ. л. 34,5. Тираж 100 экз.

Заказ № 41693

Отпечатано в типографии «OneBook.ru»
ООО «Сам Полиграфист»
129090 г. Москва, Протопоповский пер., 6
www.onebook.ru